

PERSPECTIVA AMBIENTAL DE LA AGROECOLOGÍA

LA CIENCIA DE LOS AGROECOSISTEMAS

Tomás Enrique León Sicard



IDEAS
23



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ

INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEA

PERSPECTIVA AMBIENTAL DE LA AGROECOLOGÍA

LA CIENCIA DE LOS AGROECOSISTEMAS

PERSPECTIVA AMBIENTAL DE LA AGROECOLOGÍA

LA CIENCIA DE LOS AGROECOSISTEMAS

Tomás Enrique León Sicard
Agrólogo, Dr.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE BOGOTÁ

INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEA

Bogotá D.C., Septiembre 2014

PERSPECTIVA AMBIENTAL DE LA AGROECOLOGÍA
La Ciencia de los Agroecosistemas

© Universidad Nacional de Colombia
Sede Bogotá
Instituto de Estudios Ambientales - IDEA

© Tomás Enrique León Sicard, autor

Primera edición, 2014

ISBN: 978-958-775-084-3

Diagramación e impresión:
Editorial Kimpres Ltda.
Bogotá, D.C., Colombia - Septiembre 2014

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.

Impreso en Colombia / Printed in Colombia

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	1
I. LA CIENCIA DE LA AGROECOLOGÍA	5
AGROECOLOGÍA: ¿CIENCIA O ENFOQUE?	6
Profesión y Ciencia	9
De las Insatisfacciones a un Nuevo Paradigma Cultural y Científico	11
Agroecología: una Ciencia Ambiental	20
• Agricultura y Ambiente	24
• La Agroecología en el Contexto Ambiental	26
La Agroecología como Profesión	27
Académicos y Agricultores	28
DEFINICIÓN DE AGROECOLOGÍA	33
La Definición de Agroecología en la Visión Ecosistémica	33
La Definición de Agroecología en la Visión Ambiental	38
II. EL AGROECOSISTEMA: OBJETO DE ESTUDIO DE LA AGROECOLOGÍA	51
LA UNIDAD DE ANÁLISIS: ¿LA FINCA O LOS CAMPOS DE CULTIVO?	55
Diversidad de agroecosistemas	62
ALGUNAS INTERACCIONES AMBIENTALES EN LOS AGROECOSISTEMAS	63
Biodiversidad y Sociedad	66
• Manipulación genética de plantas y normas de ley – El caso colombiano	74

UN MODELO ECOSISTÉMICO DE RELACIONES VISTO DESDE LO AMBIENTAL..... 81

Destrucción y Fragmentación de Hábitats..... 86

Desecación de Ciénagas y Humedales..... 88

Labranza de Suelos..... 91

Empleo de Fertilizantes..... 93

Introducción de Especies..... 95

Las Relaciones Culturales del Manejo, Regulación o Control de Plagas..... 97

A manera de Síntesis: el Agroecosistema Complejo..... 106

III. ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DE LOS AGROECOSISTEMAS..... 109

FUNCIONES DE PRODUCCIÓN Y ECOSISTÉMICAS..... 109

Producción de Biomateriales..... 112

Producción de Agrocombustibles..... 113

• Otras incertidumbres de los agrocombustibles..... 120

• Energía y sistemas de producción..... 124

LAS FUNCIONES CULTURALES DE LOS AGROECOSISTEMAS..... 132

La Producción de Alimentos Sanos..... 135

• Los Compuestos Orgánicos Persistentes (COPs)..... 144

La Conservación y Uso de la Biodiversidad..... 147

La Conservación de Valores Morales..... 147

Las Funciones de Educación Ambiental..... 148

IV. HACIA UNA TAXONOMÍA DE AGROECOSISTEMAS..... 151

LA ESTRUCTURA AGROECOLÓGICA PRINCIPAL (EAP) DEL AGROECOSISTEMA MAYOR (LA FINCA), COMO UN CRITERIO TAXONÓMICO..... 156

Entablando Relaciones entre la Agroecología y la Ecología del Paisaje..... 160

Evaluación de la Estructura Agroecológica Principal de los Agroecosistemas Mayores (Fincas)	170
1. Conexión con la Estructura Ecológica Principal del Paisaje (EEP)	172
2. Extensión de Conectores Externos (ECE)	176
3. Diversificación de Conectores Externos (DCE)	178
4. Extensión de Conectores Internos (ECI)	180
5. Diversificación de Conectores Internos (DCI)	180
6. Uso y Conservación del Suelo (US)	181
7. Manejo de Arvenses (MA)	184
8. Otras Prácticas de Manejo (OP)	188
9. Percepción – Conciencia (PC)	189
10. Capacidad de Acción (CA)	190
Aplicaciones de la EAP	196
Hacia una EAP Potencial	200
CONSTRUYENDO LA TAXONOMÍA DE AGROECOSISTEMAS	201
Características de los Agroecosistemas	203
Algunas Cualidades de los Agroecosistemas	207
• La productividad	207
• La Resiliencia	207
• La Estabilidad	208
El Plan de Construcción de una Taxonomía	209
V. DOS CUALIDADES CLAVES DE LOS AGROECOSISTEMAS: RESILIENCIA Y ESTABILIDAD	211
LA RESILIENCIA	211
Resiliencia a Perturbaciones Socioeconómicas: Cebada y Café en Colombia	213
Resiliencia Cultural a las Variaciones Climáticas: Erosión, Inundaciones y Huracanes	218
Culturas adaptadas a las inundaciones	224

Resiliencia a la Erosión de Suelos.....	227
El Huracán Micht y la Resiliencia de los Agroecosistemas Ecológicos.....	230
La Resiliencia de los Sistemas de Producción Diversificados.....	234
LA ESTABILIDAD.....	237
Desplazamiento y Derechos de Propiedad.....	237
El Acaparamiento de Tierras.....	241
• Algunas Cifras del Proceso.....	246
• Los Principios de la Disputa.....	250
Los Desafíos del Acaparamiento de Tierras a la Agroecología.....	263
VI. CAMPOS DE LA AGROECOLOGÍA.....	269
VII. DE LA CIENCIA AGROECOLÓGICA A LA AGROECOLOGÍA COMO SISTEMA DE AGRICULTURA Y COMO MOVIMIENTO SOCIAL.....	283
PRINCIPIOS AGROECOLÓGICOS EN EL PLANO ECOSISTÉMICO.....	287
PRINCIPIOS AGROECOLÓGICOS EN EL PLANO CULTURAL.....	288
DE LOS PRINCIPIOS DE LA AGROECOLOGÍA A LA AGRICULTURA ECOLÓGICA.....	291
Un Caso Paradigmático: El Proyecto Checua.....	293
LA AGROECOLOGÍA EN LA FINCA: ALGUNOS DESAFÍOS AGRONÓMICOS / ECOLÓGICOS.....	307
¿Cuántos y Quiénes son los Productores Agropecuarios Ecológicos?.....	311
Agricultores y Técnicos en la Práctica Agroecológica.....	321
Algunos Elementos para Reconvertir Fincas.....	324

LA AGROECOLOGÍA EN EL ÁMBITO DE LAS DISCUSIONES CULTURALES	339
La Seguridad y la Soberanía Alimentaria	342
La Soberanía Energética	349
Los Cambios Climáticos	352
La Modificación Genética de Organismos	354
La Salud de los Consumidores y el Uso de Plaguicidas	358
El Acaparamiento de Tierras	359
La Autonomía de la Ciencia	361
La Incorporación de los Conocimientos y las Sabidurías Ancestrales	366
Sociedad y Agroecología	369
BIBLIOGRAFÍA	375

FIGURAS

Figura 1.	Número de publicaciones utilizando las palabras “agroecología” o “agroecológico” en el título o en las palabras claves desde 1928 hasta 2007 (tomado de Wezel y Soldat (2009).....	37
Figura 2.	Algunas relaciones de nivel general entre agroecosistemas y culturas (relaciones ambientales). Elaboración del autor con base en Ángel (1998).....	49
Figura 3.	Jerarquía de sistemas agrícolas, de acuerdo con Hart (1985).....	57
Figura 4.	Posición jerárquica de los agroecosistemas en el territorio	62
Figura 5.	Esquema de algunos elementos culturales y ecosistémicos complejos relacionados en un agroecosistema mayor (finca).....	67
Figura 6.	Simplificación de interrelaciones agroecosistémicas.....	68
Figura 7.	Modelo de impactos ecosistémicos de las prácticas agropecuarias sobre la biodiversidad. Fuente: Silva y Valenzuela (2003).....	82
Figura 8.	Variación precios de panela (pesos / kilo) en Colombia (2004-2008) (fuente: Anuario estadístico Ministerios de Agricultura y Desarrollo Rural).....	121
Figura 9.	Algunas afectaciones globales y regionales de los agrocombustibles (Fuente: Rodríguez, 2008).....	125

Figura 10.	Agroecosistema Mayor con Estructura Agroecológica Principal (EAP) completa (Izquierda) y Agroecosistema Mayor sin EAP.....	157
Figura 11.	Tipos de matriz conectando dos parches de bosques (áreas sombreadas en los extremos). De arriba hacia abajo: 1. Matriz con trampolines 2. Matriz con corredor clásico 3. Matriz uniforme de relativamente alta calidad (cultivos de café y cacao) 4. Matriz uniforme de baja calidad (monocultivo de arroz) 5. Paisaje en mosaico (tomado y adaptado de Perfecto <i>et. al.</i> , 2009).....	165
Figura 12.	Relaciones espaciales de fincas con EAP completa.....	169
Figura 13.	Diferentes porcentajes de conectividad entre el agroecosistema mayor (cuadro rojo) y fragmentos de vegetación natural (cuadros negros).....	175
Figura 14.	Hectáreas sembradas de cebada en Colombia (1995 - 2008).....	215
Figura 15.	Relaciones recíprocas del pensamiento agroecológico con la sociedad.....	292
Figura 16.	Área sembrada en Colombia con agricultura ecológica certificada (2001 – 2011). El dato de 2011 es provisional. Fuente: MADR, estadísticas internas.....	312
Figura 17.	Familias del Movimiento Agroecológico Campesino a Campesino (MACAC) en Cuba (1998 – 2009). Fuente: Machín <i>et al.</i> , 2010).....	316
Figura 18.	Técnicos promotores, facilitadores y coordinadores del Movimiento Agroecológico Campesino a Campesino (MACAC) en Cuba (1998 – 2009). Fuente: Machín <i>et al.</i> , 2010).....	316

TABLAS

Tabla 1.	Algunas clasificaciones interpretativas de agroecosistemas, con distintos fines prácticos.....	56
Tabla 2.	Algunos trabajos publicados con balances energéticos positivos y negativos de cultivos usados como agrocombustibles (Uribe, 2008).....	127
Tabla 3.	Criterios de evaluación de la conexión del agroecosistema mayor con la Estructura Ecológica Principal del Paisaje (EEP).....	177
Tabla 4.	Criterios de evaluación de la extensión de conectores externos del agroecosistema mayor.....	177
Tabla 5.	Criterios de evaluación de la diversificación de conectores externos del agroecosistema mayor.....	179
Tabla 6.	Criterios de evaluación de la extensión de conectores internos del agroecosistema mayor.....	182
Tabla 7.	Criterios de evaluación de la diversificación de conectores internos del agroecosistema mayor.....	182
Tabla 8.	Criterios de evaluación de los usos del suelo en el agroecosistema mayor.....	183
Tabla 9.	Criterios de evaluación del manejo de arvenses en el agroecosistema mayor.....	188
Tabla 10.	Criterios de evaluación de otras prácticas de manejo en el agroecosistema mayor.....	189
Tabla 11.	Criterios de evaluación del grado de conciencia ambiental de los productores.....	190
Tabla 12.	Criterios de evaluación de la capacidad de acción de los productores.....	191

Tabla 13.	Escala de interpretación del estado de la Estructura Agroecológica Principal de los agroecosistemas mayores o fincas.....	192
Tabla 14.	Estructura Agroecológica Principal (EAP) de seis fincas ecológicas en la cuenca del río Chicú (Cundinamarca – Colombia). Fuente: León, Rodríguez y Córdoba, 2011.....	193
Tabla 15.	Razones que adujeron los agricultores afectados por el Huracán Mitch para adoptar o no prácticas sustentables (ecológicas) en sus fincas. Fuente: Holt, (2008).....	232
Tabla 16.	Desplazados y hectáreas abandonadas en algunos departamentos de Colombia entre 1997 y 2007.....	240
Tabla 17.	Algunos ejemplos de acaparamiento de tierras reportados por ONG.....	243
Tabla 18.	Actores e inversiones en la Orinoquia colombiana, hasta 2010. Fuente: datos suministrados por Wilson Arias Castillo, representante a la cámara.....	244
Tabla 19.	Costos por hectárea de papa después de usar abono verde vs. papa tradicional. (Fuente: PROCAS, 2002).....	299
Tabla 20.	Razones que explicarían el grado de adopción de las prácticas de agricultura de conservación en cada municipio (Fuente: Zamudio y León, 2008).....	302
Tabla 21.	Superficie global utilizada en agricultura orgánica (incluyendo áreas en conversión) en 2009. Fuente: Willer y Kilcher (2011).....	313
Tabla 22.	Tecnologías utilizadas en las fincas ecológicas estudiadas en la sabana de Bogotá, 2008 (fuente: Varela, 2009).....	318

PRESENTACIÓN

La agroecología, aunque originada paulatinamente desde finales del siglo pasado, es considerada todavía como una ciencia en construcción, con no pocos detractores que la valoran solamente como un enfoque diferente de abordar y solucionar problemas del sector agrario y rural. Aunque la polémica se salda fácilmente señalando el *corpus* teórico que se ha ido acumulando alrededor del objeto central de estudio de la agroecología (el agroecosistema) y a pesar de la incesante bibliografía que crece a diario sobre el particular, es necesario todavía reunir y debatir varios elementos dispersos en torno a su esencia, a los límites o expansiones que propone, a sus conexiones con otras ramas del pensamiento o a las derivaciones que le preceden. En una palabra, aún se requiere un compendio epistemológico que dé cuenta de la heterogeneidad y complejidad del campo que abre esta nueva ciencia.

Y es precisamente en el enfoque ambiental, término que el profesor Augusto Ángel Maya, cuya memoria vive en cada una de estas páginas, definió como las relaciones ecosistema-cultura, en donde la agroecología encuentra su mejor marco de referencia y se acomoda más a la complejidad que enfrenta. Porque es que el término agroecología es, en sí mismo, algo desafortunado, en el sentido que su sola etimología remite al interesado a tratar las relaciones ecológicas de los campos de cultivo y a olvidar el profundo significado cultural de la producción agraria.

Por otra parte, no existe un término distinto que englobe el discurso ambiental de la agricultura aunque, de todas maneras, la agroecología en su devenir histórico ya hace parte de las disciplinas que dialogan en todo y por todo con la sociedad. La agroecología es una expresión natural de las discusiones ambientales, trasladadas al campo agrario que, como se discute en el texto, aborda tanto las complejidades del entorno ecosistémico como sus relaciones culturales, especialmente

aquellas derivadas del pensamiento científico y del conocimiento ancestral, sus aplicaciones tecnológicas y sus consecuencias socioeconómicas que a la postre se traducen en propuestas políticas emanadas de movimientos sociales, con amplias repercusiones en la sociedad.

Por estos motivos la presente obra enfrenta las preguntas iniciales sobre el sentido científico de la agroecología y sobre su carácter ambiental, hasta plantear cuestiones en torno a la definición misma del agroecosistema, sus límites, cualidades naturales, funciones, posibilidades de clasificación taxonómica, principios y derivaciones prácticas.

El ánimo general de la obra es el de introducirse en los espacios aún no explorados de la agroecología, para formular otras preguntas, base de todo quehacer científico, que se salen del contexto epistemológico, exploran campos que van más allá del orden tecnológico y se insertan en el corazón de la dimensión ambiental o del ambientalismo complejo.

El texto, organizado en siete capítulos, intenta dar respuestas a las formulaciones iniciales sobre la agroecología en tanto que ciencia, diferenciándola de otras connotaciones, incluso en relación con las profesiones y determinando sus características de ciencia ambiental (capítulo primero).

A continuación, el capítulo dos revisa distintas aproximaciones al concepto de agroecosistema, plantea una definición sobre este objeto de estudio que implica su vinculación ambiental y propone distinguir una escala jerárquica en la que se pueda diferenciar la finca (agroecosistema mayor) de los campos de cultivos (agroecosistema menor). De igual manera, establece un panorama general de las complejas interacciones ambientales de los agroecosistemas utilizando un modelo general de interpretación de efectos generados por distintas prácticas agrarias, tanto en el plano ecosistémico como cultural.

En el capítulo tres se examinan algunas funciones de los agroecosistemas que se podrían dividir, de manera preliminar, en tres principales: funciones de producción, ecosistémicas y otras de tipo cultural. Se presta particular atención a la producción de agrocombustibles

por su importancia en la reconfiguración de las tensiones sociales y de los territorios, pero también se incluyen algunas reflexiones sobre los agroecosistemas como inductores de valores morales, vectores de educación y fuentes de alimentos sanos.

En la búsqueda de las propiedades generales del agroecosistema que permitan plantear las bases de una taxonomía, el capítulo cuarto plantea algunas ideas iniciales sobre características y cualidades que le son propias a este objeto de estudio y propone un concepto, la Estructura Agroecológica Principal (EAP) del agroecosistema mayor, que puede resultar útil en posteriores trabajos clasificatorios y comparativos y que además brinda un enlace teórico-práctico con la ecología del paisaje. Temas como el de estabilidad y resiliencia, conceptos tan caros a la ecología, se discuten en el capítulo quinto bajo una perspectiva diferente, la del enfoque cultural.

La agroecología, en tanto que ciencia interdisciplinaria y en construcción, está abocada a los retos que implica la conjunción de diversas áreas temáticas del conocimiento y que generan discursos novedosos. Unos, que pueden ser considerados como derivados de la dinámica que genera el mismo pensamiento ambiental agrario y otros, que se apoyan en ciencias o en disciplinas que ya están formuladas o que poseen suficientes bagajes teórico-práctico para ser consideradas como tales. Este es el tema general que aborda el capítulo sexto, dedicado a revisar algunos campos o ramas en que se abre la ciencia agroecológica.

Finalmente, en el capítulo séptimo se exploran los dos significados complementarios de la palabra agroecología, en tanto práctica agraria (agricultura ecológica, eco agricultura¹) y movimiento social, que cuestiona profundamente las bases mismas de los actuales modelos de desarrollo. El capítulo tiene la intención de formular explícitamente preguntas múltiples que puedan constituirse, en el futuro, en temas de investigación ambiental agraria.

¹ En este libro los conceptos “agricultura ecológica” y “agricultura de base agroecológica” se entienden como sinónimos.

Cabe una aclaración adicional: este no es un libro sobre agricultura ecológica. Es una reflexión teórica sobre los fundamentos epistemológicos de la agroecología. No presenta recetas relativas al manejo agronómico de los cultivos pero en su lugar discute premisas sobre el funcionamiento global de los agroecosistemas, que el autor ha querido plantear especialmente para los estudiantes en distintos grados de formación académica. Es más un libro de preguntas que un texto de respuestas.

La obra es fruto del año sabático concedido al autor por la Universidad Nacional de Colombia, tiempo que él dedicó, más que a escribir, a leer y a estudiar con dedicación los trabajos de sus colegas y estudiantes, algo que raramente se puede realizar en el agitado transcurso de la vida académica. Quedan deudas de gratitud, por lo tanto, para el *Alma Mater*, para el Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) de la Universidad Nacional de Colombia, unidad académica a la que pertenece el autor y para la constelación de profesores, estudiantes y agricultores dedicados a la agroecología y aquí sí, a la agricultura ecológica, de cuyo esfuerzo y sabiduría se nutre la discusión académica.

I. LA CIENCIA DE LA AGROECOLOGÍA

No existen cánones establecidos para fundar una ciencia ni tampoco momentos especiales para designar su origen. Las bases teóricas y la confrontación con la realidad a través de metodologías aceptadas por las comunidades académicas, se van forjando lenta y silenciosamente, dentro de determinados círculos epistemológicos y luego se abren al escrutinio público, en donde habrán de demostrar sus atributos, corregir sus errores o replantear sus formulaciones y aplicaciones. Esto es lo que sucede con la agroecología, ciencia nueva en la intersección del discurso ambiental con las sociedades contemporáneas y es lo que le ocurrió a varias disciplinas y campos del saber a lo largo de la historia.

Pero la agroecología debe afrontar mucho más que su legitimación epistemológica o curricular. Debe deslindar las acciones que le son propias en tanto que ciencia, de aquellas otras manifestaciones que la sociedad le ha añadido, en virtud de su propio nombre y que la colocan bien como una práctica agrícola o bien como un movimiento social y político. De eso trata este capítulo: de demostrar que la agroecología constituye un campo novedoso del saber agrario, al mismo tiempo ciencia y profesión y que posee fronteras sinuosas (conjuntos borrosos) pero detectables frente a los sistemas de producción ecológica y también en relación con los procesos intelectuales que critican los modelos de desarrollo agrario y que reivindican derechos y deberes de la agricultura, en la medida en que ella es una manifestación tangible de las relaciones sociales de producción.

La mayor parte de esta sección se dirigirá, entonces, a discutir conceptos y postulados de la agroecología, en tanto que ella pudiera considerarse como una disciplina científica. Más adelante, en el capítulo séptimo de este mismo libro, se tratarán algunos aspectos de la agroecología como práctica agraria (agricultura ecológica o eco agricultura) y de la agroecología como movimiento social.

AGROECOLOGÍA: ¿CIENCIA O ENFOQUE?

Una de las primeras cuestiones que surgen desde la crítica epistemológica, cuando se utiliza el término “agroecología”, es si él designa una disciplina científica o una manera novedosa de re-enfocar los problemas relativos a la cuestión agraria, en su más amplio sentido.

En términos estrictos, una ciencia cualquiera no puede sustraerse ni a las circunstancias en que ella misma se desenvuelve ni a las maneras de entender el mundo de quienes la practican o a los efectos que su ejercicio provoca. Por consiguiente, es posible aceptar de antemano que el enfoque de un determinado objeto o la manera particular de abordarlo incide fuertemente en el desarrollo de la ciencia que lo interpela.

En este orden de ideas, la ciencia en tanto que actividad cultural, no se puede separar de las percepciones, motivaciones, intereses y preferencias de quienes la practican y, de este modo, la formulación de las preguntas claves se alinea alrededor de tales circunstancias, muchas de ellas con profundas motivaciones políticas, sociales, económicas o, incluso, éticas o de otras índoles diversas.

Ello hace que sea muy difícil separar la esencia o la práctica misma de la ciencia, del medio cultural y ecosistémico en que se desarrolla. Métodos, problemáticas, motivaciones o estilos, pueden confundirse en modelos paradigmáticos y hacer que unos influyan en otros y viceversa. Ciencia y enfoque, al mismo tiempo.

De todas maneras el debate planteado sobre si la agroecología es una ciencia o un enfoque, no puede ser soslayado, porque quienes lo proponen pueden creer firmemente que la agroecología podría estar recogiendo propuestas anteriores surgidas desde las humanidades y solamente les estaría dando un toque sutil de novedad a ideas viejas reincorporadas a las discusiones sobre el desarrollo agrario que, a la postre, sería una más de las expresiones ambientalistas modernas. Incluso, pensadores de la agroecología, en más de una ocasión afirman que ella podría ser más un enfoque que una disciplina. Al respecto, Hecht (1999), luego de presentar distintas maneras de

entender la agroecología, incluso como una ciencia, indica inadvertidamente que “...como mejor puede describirse la agroecología es como un enfoque que integra ideas y métodos de varios sub-campos, más que como una disciplina científica...”

Esta última acepción ha sido utilizada desde diferentes ángulos de opinión para destacar que, muchos asuntos que ahora son tema de análisis desde el punto de vista agroecológico, ya habían sido abordados, desde muchos años atrás e incluso décadas, por pensadores de la economía, la sociología, la antropología y por supuesto, de la misma agronomía. Tales críticos expresan que si bien es cierto que la agroecología abre algunos campos novedosos al análisis, ello es solamente el producto de “mirar de otra manera”, de ampliar el énfasis del análisis, de establecer relaciones que antes estaban ocultas y que ello no constituye, en sí mismo, la aparición de una ciencia nueva, de un diferenciado de conocimientos. Ello, por supuesto, no es así, aun cuando, como se verá más adelante en este mismo texto, la agroecología encarna a la vez una estructura de ciencia, una crítica política y una propuesta para la acción.

Sin entrar a proponer un tratado sobre el tema, pero en aras de contestar tales inquietudes, es necesario repasar algunas cuestiones relativas a la conformación de una ciencia.

Como es ampliamente reconocido, la ciencia trata de organizar el conocimiento de una o varias partes de la realidad, adquirido mediante unos métodos determinados, aceptados en general por un grupo de personas que conforman una comunidad académica, bien sea ella “nueva” en el ámbito disciplinar o bien sea que ella se desarrolla a partir de conocimientos ya establecidos y, por lo tanto, se considere como una derivación de una escuela pre-existente.

En el caso particular de escuelas nuevas (pero sin descartar, obviamente, el ejercicio de la ciencia tradicional), tales conocimientos, tomados del conjunto de experiencias de aquella comunidad de científicos, va generando una serie de proposiciones o hipótesis que se contrastan permanentemente a través de nuevas experiencias que son rechazadas o aceptadas y cuya validez adquiere el dominio que las

mismas repeticiones y ensayos le confieren y que, finalmente, se van tornando en un cuerpo teórico, sólido en la medida en que avanza el conocimiento y débil en la medida en que progresan las contrastaciones y en que se somete permanentemente a la críticas de pares ilustrados.

La validez parcial de las hipótesis, circunscritas inicialmente a campos relativamente cerrados, se va ampliando al tenor de la validación y en congruencia con la aplicabilidad de los postulados, hasta convertirse en normas o en leyes de comportamiento suficientemente consolidados en un discurso, cuyos enunciados coherentes, conforman ese anhelado cuerpo teórico, respaldado y alimentado a su vez, por distintos procedimientos o métodos.

Por supuesto que el método o los métodos puestos a consideración del conjunto de académicos, también se juzga a la luz de su precisión, eficacia, confiabilidad y eficiencia. Últimamente, también se juzgan por su utilidad pública y por la magnitud y grado de impactos ambientales que generan.

Pero el conocimiento que pretende construir esta nueva comunidad de científicos nace de alguna manera, tiene raíces en alguna parte. Puede provenir desde la más absoluta ignorancia de fenómenos nunca antes estudiados, puestos en evidencia por el azar o la casualidad o puede nacer de la práctica cotidiana de asuntos de la misma ciencia tradicional, que se revelan como insatisfactorios para responder preguntas cruciales o cuestionamientos nuevos.

Estas insatisfacciones llevarían a proponer formas diferentes de indagar y a construir herramientas teóricas y metodologías prácticas para abordar ese conocimiento que se revela ahora, por lo menos, diferente.

En este sentido, el discurso que se construye alrededor de los métodos, del conocimiento y, en cierta medida, del enfoque o del estilo o de las preguntas que se han formulados tales investigadores, puede evolucionar hasta formar una teoría lo suficientemente sólida y de alcances sociales tan evidentes, que se puede desprender de las disciplinas originarias, en donde se comenzó a reescribir esa particular historia del conocimiento. La ecología, que se originó a partir de las

descripciones aportadas por los geobotánicos del siglo XIX a propósito de su encuentro con el Nuevo Mundo y cuyas sucesivas problemáticas les llevaron a plantearse problemas y preguntas nuevas, hasta independizarse de la biología que se practicaba hasta entonces, constituye un ejemplo clásico de esta evolución.

Ello es lo que, en buena medida, ha acontecido con la agroecología, ciencia que emerge desde las entrañas mismas de la agronomía tradicional, pero que plantea preguntas novedosas, a resolver con métodos y procedimientos diferentes, que surgen tanto de las insatisfacciones con el enfoque dominante como de las preguntas que se generan cuando se abandonan los predios más o menos confortables de la agronomía tradicional.

Profesión y Ciencia

Aquí vale la pena una aclaración. Desde hace más de un siglo connotados pensadores, reconocen la diferencia sustantiva entre una profesión y una disciplina científica.

En este sentido el filósofo y pedagogo Ortega y Gasset (1930), refiriéndose a la misión de la Universidad, reconoce que ella está encargada, entre otras cosas, de formar buenos médicos, abogados, ingenieros y de enseñarles “las ideas vivas de su tiempo o mejor, el sistema de ideas desde las cuales el tiempo vive²” y luego de eso formar, a un grupo selecto y siempre en número bajo, de investigadores.

La profesión habilita para resolver problemas prácticos, urgentes, inmediatos a través de un bagaje de conocimientos que la Universidad coloca a disposición de los estudiantes, siempre en relación con las demandas y necesidades de la sociedad, de la cual la universidad es parte integrante. La medicina es una profesión en la cual sus practicantes, los médicos, se afanan por diagnosticar, prevenir y curar enfermedades, validos de un arsenal de conocimientos que

² Este es el significado que el autor le concede al término “cultura” que se aleja, del que le otorgan otros autores, significado que se expondrá más adelante.

proviene de la fisiología, la biología molecular, la química o la física, que se aplican al conocimiento del cuerpo humano y de su salud física y mental.

Pero la profesión no es la ciencia, ni la misión primaria de la universidad es formar científicos. Siguiendo a Ortega y Gasset (*op. cit.*), la misión primaria de la universidad *stricto sensu* es enseñar al estudiante medio a ser un buen profesional y un hombre culto, aunque la universidad no es solo eso...es *además y antes* de universidad, ciencia. En términos del filósofo "...no confundamos, pues. La ciencia, al entrar en la profesión, tiene que desarticularse como ciencia, para organizarse, según otro centro y principio, como técnica profesional. Y si esto es así, también debe tenerse en cuenta para la enseñanza de las profesiones...".

Lo mismo ocurre con la agronomía que en sí misma puede considerarse más como una profesión que como una disciplina científica, en tanto su práctica va dirigida con mayor énfasis a resolver problemas cotidianos de índole tecnológica que a proponer y validar hipótesis o leyes del comportamiento vegetal, especialmente. Ello no quiere decir, estrictamente, que desde la misma agronomía no se puedan plantear problemas científicos. Tampoco quiere decir que las disciplinas particulares que animan la agronomía, vale decir, la fisiología vegetal, la entomología, la edafología, la microbiología o la misma fitopatología, entre otras, no constituyan ellas mismas y por su propia naturaleza, campos específicos de la ciencia, con sus particulares metodologías y *corpus* teóricos.

Tales disciplinas avanzan en sus respectivas rutas, a través de investigaciones básicas y aplicadas, de nuevas preguntas e hipótesis y de importantes hallazgos explicativos. Su compendio es el que, precisamente, el campo profesional de la agronomía tradicional o si se quiere, de la agronomía clásica, no supo valorar en términos de interrelaciones o de multifuncionalidad del acto agrario y es el que la encerró en un círculo o espiral de soluciones netamente tecnológicas a problemas que son esencialmente complejos. Las dimensiones sociales, económicas, políticas, éticas e institucionales, en una palabra, la dimensión cultural, prácticamente desaparece del marco epistemo-

lógico de la agronomía, en tanto ella es dominada por las variables tecnológicas o económicas. Incluso, la perspectiva ecológica por lo general es olvidada a favor del mercado.

Y con la afirmaciones anteriores, tampoco se quiere decir que no existiesen agrónomos que, incluso desde muy tempranos momentos de las aplicaciones tecnológicas dominantes en esa segunda mitad del siglo XX, no hubiesen advertido las contradicciones de un modelo de ciencia que se apartaba cada vez más de la integralidad del análisis para dar cabida al mundo hiperespecializado de la gestión agraria moderna.

Lo que se requiere resaltar acá es que la práctica de la agronomía tradicional o clásica, aquella que emerge en las aulas universitarias de mediados del siglo XX, basada en las especializaciones y olvidando la integralidad de un mundo que es a su vez heredado y construido, cultural y ecosistémico, generó múltiples insatisfacciones en su materialización profesional, en su *episteme* interna y en su debida coherencia, hasta el punto de provocar reacciones que, tanto desde la óptica cultural y de la acción social y política como desde las mismas disciplinas que la apoyan, abogaron por otras formas diferentes de abordaje, por otras metodologías, por otras preguntas y por otras métodos de investigación.

¿En dónde residen estas insatisfacciones con la agronomía tradicional, que han hecho posible la emergencia de la agroecología, en tanto que ciencia? ¿Cuál es, definido a *grosso modo*, ese entorno paradigmático que empujó la aparición del enfoque agroecológico? ¿Y la agroecología, ella misma no podría ser considerada también a la vez una profesión y una disciplina científica? Vayamos por partes:

De las Insatisfacciones a un Nuevo Paradigma Cultural y Científico

Aceptando entonces las íntimas relaciones que existen entre un enfoque particular y el desarrollo de una disciplina científica, es posible dirigir la atención a la serie de procesos, desacuerdos, críticas e insatisfacciones que originaron la reacción de pensadores de distintas

áreas sobre la agronomía clásica y la emergencia de la agroecología como ciencia, profesión, práctica social y discurso político.

Se puede iniciar este análisis, partiendo de los principales rasgos que caracterizaron a las disciplinas agronómicas durante su desarrollo y evolución desde mediados del siglo XX. Tales rasgos generales fueron:

1. Excesivo énfasis en la especialización del conocimiento.
2. Poco énfasis en las interrelaciones de factores biofísicos, ecosistémicos y culturales.
3. Desconocimiento de la complejidad que implica el estudio de tales interrelaciones.
4. No valoración de conocimientos depositados en campesinos, indígenas y afroamericanos.
5. Valoración parcial de los efectos ambientales implícitos en la aplicación de conocimientos especializados.

Los asuntos consignados en el listado anterior, tienen que ver fundamentalmente con un enfoque o estilo de ciencia dominada por la eficiencia productiva, que demandaba colocar el énfasis en las partes más que en el todo, especialmente en aquellas que condujeran a réditos económicos.

Norgaard y Sikor (1999), ya planteaban que los agrónomos tradicionales o clásicos seguían las premisas dominantes de la ciencia moderna y que por mucho tiempo consideraron que los problemas agrarios podrían ser resueltos al margen de los agricultores, sus maneras de pensar y de actuar y de los entornos culturales o ecosistémicos que les rodean.

De acuerdo con esto, los autores afirman que los agrónomos clásicos realizan experimentos controlados en laboratorios y estaciones agrícolas "...y suponen que la agricultura puede ser entendida en forma atomística o en pequeñas partes...y por ello se subdividen en disciplinas y

subdisciplinas estudiando las propiedades físicas del suelo separadamente de sus propiedades biológicas y de la vida que éste mantiene... examinan la toxicidad de diferentes elementos químicos sobre los insectos, sin considerar la manera como los insectos interactúan entre sí y con las plantas...y con tales supuestos desarrollan tecnologías aisladas para la nutrición de las plantas y el manejo de plagas...luego, suponen que estos hallazgos pueden transferirse a los agricultores en forma de nuevas tecnologías..." (Norgaard y Sikor *op. cit.*).

Los autores resumen las premisas dominantes de la ciencia moderna en cinco enfoques principales: atomismo, mecanismo, universalismo, objetivismo y monismo, que reflejan la manera como la ciencia ha disectado el conocimiento, lo ha parcializado y abordado con pretensiones de limpia y clara objetividad y de aplicaciones universales y así pretende que las formas separadas e individuales de entender sistemas complejos generen un todo coherente.

Por supuesto que la especialización es funcional al deseo de conocer las causas últimas de los fenómenos, pero la realidad ha revelado que tales causalidades no reposan en el fenómeno aislado del contexto, sino más bien en el contexto mismo. La especialización, si bien aporta información relevante y necesaria y aún útil, cuando se encierra sobre sí misma, puede perder incluso la noción de realidad. Superespecialistas en genética de suelos, en fitopatología o en fisiología, por citar solo unos ejemplos, pueden alejarse tanto del contexto que sus investigaciones no correspondan a las exigencias de la sociedad, del mismo sistema productivo e incluso del mismo objeto reducido de análisis.

Al olvidar las interrelaciones, las disciplinas agrarias ignoraron, al mismo tiempo, las explicaciones amplias del comportamiento vegetal y animal y los efectos que sus proyectos investigativos acarreaban al ambiente.

En efecto, cuando el acento se coloca solamente en entender el comportamiento biológico de un organismo y las respuestas de ese organismo a determinadas condiciones simplificadas externas, aún cuando se profundice en la fisiología de la respuesta buscando transformaciones a nivel celular o molecular, el resultado siempre estará condicionado

por la vía biunívoca que tomó el investigador. Cosa diferente resulta cuando se colocan en juego diferentes rutas y aproximaciones que den cuenta, no solamente del estado particular del organismo y la circunstancia en cuestión, sino de las interrelaciones de ese organismo con el conjunto de la biocenosis del agroecosistema y con las interferencias que generan en el comportamiento estudiado, las presiones de tipo cultural bien sean ellas sociales, económicas, políticas o tecnológicas.

Lo anterior no quiere decir que se deba abandonar la especialización del conocimiento o que ella misma no haya mostrado resultados fructíferos para el avance de las disciplinas agrarias. Lo que se pretende afirmar es que tal camino de especialistas que no consulten las interrelaciones ecosistémicas o culturales del quehacer agrario, bien pueden terminar en solitario, resolviendo problemas imaginarios o reduciendo sus objetos de estudio en tal magnitud que se tornen inútiles para la sociedad o que generen efectos adversos no esperados. Como se verá más adelante, la agroecología no niega la especialización del conocimiento porque entiende su función en la dilucidación de incógnitas tanto a escala celular y molecular como en el ámbito del comportamiento ecosistémico de los distintos organismos del agroecosistema. Trata, sin embargo, de integrar estos conocimientos en visiones holísticas que den cuenta de la totalidad y no de la parcialidad del sistema agrícola (Mejía, 2011 a, 2011 b; León, 2010).

Resulta evidente que contemplar los objetos o campos de estudio a la luz de distintas percepciones, enfoques o miradas y someterlos al fuerte escrutinio de las interrelaciones ecológicas y sumarle a ello la crítica que proviene del ambientalismo complejo, el cual admite discusiones en distintos planos de la política, la cotidianeidad, la ética, las relaciones de poder, el comercio, la filosofía, la historia o la institucionalidad (nuevamente para solo mencionar algunos elementos de la cultura), coloca a las disciplinas agrarias y a la agroonomía clásica en una dimensión diferente, mucho más arriesgada y valiente y de muchísima mayor complejidad que la que se tenía cuando se trataba de reducir los objetos y los fenómenos al experimento estadístico.

Morin (2000) ya preveía tales dificultades para el conjunto de las ciencias cuando anunciaba, en las últimas décadas del siglo XX, la necesidad de afrontar un modelo diferente (*scienza nuova*) que reemplazara el pensamiento simplificante basado en la disyunción y reducción, por otro, complejo, bajo principios de distinción, conjunción e implicación.

Este pensador francés, que no duda en calificar el pensamiento reduccionista y simplificante como una patología del saber que conduce a lo que él llama “la inteligencia ciega”, tampoco duda en señalar las dificultades del pensamiento complejo: “...la complejidad es una palabra problema y no una palabra solución...el pensamiento complejo aspira al conocimiento multidimensional, pero sabe, desde el comienzo, que el conocimiento completo es imposible...” (Morin, *op. cit.*)

Y es que, al introducir la complejidad en el quehacer de la ciencia, se transforman no solo los objetos y los enfoques sino las metodologías y los efectos de la práctica científica. Norgaard y Sikor (*op. cit.*) indican cómo es de urgente introducir y practicar visones holísticas y plurales que contextualicen los problemas agrarios y los introduzca incluso en el mundo complejo del subjetivismo, cosa que también exige Morin (*op. cit.*)

El solo hecho de admitir que existen otras formas de conocer, validadas en las experiencias no sistematizadas de comunidades humanas distintas a las formalmente reconocidas por la academia, es decir, que en el caso agrario la experiencia de los agricultores resulta tanto o más valiosa para dilucidar comportamientos de plantas, insectos o cultivos y que muchas prácticas agronómicas surgidas de estas comunidades pueden ser superiores en eficiencia económica y ecológica a aquellas que proponen los científicos agrarios, ya genera una crisis de identidad al interior de esa agronomía clásica o tradicional.

Y si a ello se le suma que no se trata ahora de valorar el comportamiento de un solo tipo de cultivo en unas determinadas condiciones climáticas y edáficas, sino que las insatisfacciones registradas en el mundo de los productores y consumidores agrarios llegaron a proponer el cambio de monocultivos por policultivos heterogéneos, que

ocupan distintos tipos de suelos y que generan microclimas edáficos variados y que exigen instrumentos tecnológicos diferentes, la complejidad que deben afrontar las ciencias agrarias, aumenta significativamente e incide en los tipos de preguntas que formulan los agroecólogos y, por supuesto, en la conformación general de esta ciencia emergente.

Más aún cuando a este panorama se adicionan variables relacionadas con políticas agrarias de distinta índole, exigencias de los consumidores que demandan cada vez más productos inocuos, no alterados en sus principios nutritivos, nuevas redes y rutas de comercio y, por supuesto, relaciones sociales y económicas que le demandan al sector agrario desarrollos ligados tanto a la conservación de bienes naturales, más limpios, con menores huellas ecológicas y a la vez, capaces de generar empleo y de consolidar sistemas de alimentación soberanos y sustentables.

La cuestión relativa a la valoración de los efectos ambientales de los conocimientos adquiridos mediante la vía reducida del análisis disciplinar, también resulta clave en la aparición de disconformidades, desacuerdos e insatisfacciones con las disciplinas agrarias clásicas. En especial, resulta interesante destacar el papel que en este contexto juegan las investigaciones dirigidas a controlar insectos y a paliar o eliminar enfermedades.

En tales terrenos, el conocimiento especializado se interesó esencialmente en identificar principios activos (apoyado para ello en ciencias que resultaban auxiliares o complementarias como la química, la bioquímica o la microbiología), la mayor parte de ellos obtenidos de productos vegetales y en realizar tests de laboratorio y campo para evaluar sus propiedades biocidas, dosis letales, antídotos, frecuencias de aplicación e incluso, modos de acción y efectos fitotóxicos no deseados. Poco o nada se ejecutó durante muchos años, especialmente en los que marcaron el inicio de estas tendencias, para averiguar, no sólo los efectos tóxicos de tales sustancias en organismos no objetivo, sino en el resto del ambiente biofísico o en las distintas dimensiones sociales, económicas, políticas, institucionales o éticas de la cultura.

Pero tampoco se formularon las preguntas complejas, aquellas que pudieran marcar rumbos distintos a la investigación. De esta manera, la ciencia misma entraba en espirales de hipótesis y preguntas de investigación marcadas por un mismo espíritu, por una sola forma de reflexión, por un camino ya previsto de pocas relaciones que, de manera indefectible conducían de lo general a lo particular y a lo específico. Con esta visión reducida de la realidad, inspirada en simbologías funcionales a la productividad y a la ganancia económica, se pasó del campo homogéneo de cultivo, a la respuesta varietal o de híbridos obtenidos en laboratorios, a tejidos vegetales, a células de distintas clases, a moléculas y, en últimas, a genes controladores de las respuestas. Todo por un mismo camino de simplificación.

Más allá de la ciencia y de su enconchamiento relativo sobre sí misma, la agronomía clásica o tradicional, se limitó a sí misma en la práctica profesional, al reducir sus campo de experticia y la aplicación de sus conocimientos, a muy pocas opciones tecnológicas, a reducidas experiencias para solucionar problemas, casi todos de índole productiva. Señalemos los principales:

1. El uso privilegiado de sustancias químicas de síntesis, de toxicidad variable, para enfrentar problemas de enfermedades y plagas (énfasis en los síntomas, no en las causas).
2. La fertilización mineral reducida a la tríada nitrógeno, fósforo y potasio (funcional a las firmas productoras).
3. Privilegio del monocultivo por encima de cualquier otro arreglo de cultivo (funcional a un modelo de eficiencia, orientado al mercado).
4. El énfasis en híbridos de altos rendimientos y de resistencia a determinadas plagas y enfermedades (subvaloración de germoplasma local).
5. El uso de maquinaria agrícola sofisticada, sin considerar los medios ecosistémicos y culturales de aplicación (externalidades ambientales).

6. Transferencias de tecnologías, especialmente de tipo vertical (centro de investigación – productor).

El ejercicio legítimo de la política o la incursión a los terrenos de la sociedad, que se creía exclusivo de pensadores sociales, fueren ellos antropólogos, sociólogos, historiadores o economistas, fue abandonado por la profesión agronómica, al considerar que no era su campo de experticia y que allí sus aplicaciones se confundían en las nebulosas formas de la crítica social, ambiguas, difusas y poco científicas.

Se pensaba que las discusiones sobre el desarrollo pertenecían a las tertulias literarias, completamente alejadas del riguroso espíritu de la ciencia positiva y que, por lo tanto, nada tenían que ver con la bioquímica, la microbiología o la fitopatología. Mundos excluyentes y extraños, que no aportaban más que meros discursos de sofistas, pero que no contribuían a solucionar problemas de manejo de suelos, aguas o cultivos.

No obstante, desde el pensamiento ambiental y desde la economía ecológica, para citar solo dos campos amplios de reflexión, autores como Pengue (2010), Leff (2007) y Martínez Allier (2005) han descrito y estudiado los conflictos ambientales y ecológicos que emergen de las concepciones dominantes, tanto en la ciencia como en la economía, que no reconocen la complejidad de los fenómenos que ligan a las sociedades humanas con sus entornos ecosistémicos.

Las características de la agronomía profesionalizante, han sido discutidas por distintos pensadores y usuarios, que con el paso del tiempo lograron identificar sus principales efectos, tanto en el orden ecosistémico como cultural. Muchos de ellos se identifican con el también muy reconocido proceso de “Revolución Verde” (RV), cuyos pros y contras han sido ampliamente debatidos en distintas instancias académicas (Ceccon, 2008; Gligo y Morello, 1980; León, 2007; Hecht, 1999.; IAASTAD ed, 2009; Heinemann, 2009; Altieri, 2008; Palau *et al.*, 2007; Badgley *et al.*, 2007, Daño, 2007; Sevilla, 2000; Hecht, 1999; Pimentel, 1996; Freebairn, 1995).

Estos autores en general están de acuerdo en que el paradigma dominante en la ciencia que originó y apoyó la revolución verde, aunado a una constelación de otros factores de orden cultural, generó por lo menos los siguientes procesos:

- Deterioro de agroecosistemas y del ecosistema global.
- Creación de dependencia tecnológica y energética.
- Concentración corporativa agroindustrial.
- Reducción de la eficiencia productiva.
- Deterioro de los sistemas de conocimiento agrícola y alimentario local.
- Inseguridad alimentaria y nutricional.
- Debilitamiento de los sistemas locales de organización.
- Deterioro de la salud pública.

No es objeto de este documento pasar revista a tales efectos globales de la aplicación reducida de los conocimientos obtenidos por las disciplinas agrarias, tanto en el contexto de la primera RV como de la revolución generada por la transformación genética de organismos vivos (conocida como la segunda RV). Basta con mencionar que ellos se han extendido desde la intoxicación y muerte de seres humanos y no humanos, la contaminación de aguas y suelos, erosión edáfica y pérdidas incalculables de biodiversidad, hasta reducciones significativas de autonomía campesina, polarización de sociedades agrarias, acaparamiento de semillas e incluso agravamiento de la pobreza rural.

El punto que se desea enfatizar es que los grandes interrogantes del manejo diversificado de los campos de cultivo, de las interacciones ecológicas entre suelos, clima, arvenses, policultivos, microorganismos, insectos, anfibios, aves y mamíferos al igual que aquellas que complementan la dimensión ambiental, vale decir, entre otras, las prácticas agrarias, la propiedad de la tierra, el poder económico, los modelos tecnológicos, la educación agraria, los patrones de consumo o las vías de comercio, quedaron aplazadas hasta la emergencia del paradigma que reúne las insatisfacciones, las críticas y las propuestas alternativas a esa manera reduccionista de enfrentar y estudiar el acto agrario: el pensamiento ambiental y, por ende, la agroecología.

Agroecología: una Ciencia Ambiental

Muchos son los autores que reconocen en la agroecología una ciencia que tiene orígenes y ascendencia claramente ambiental y que aceptan, por supuesto, que la dimensión ambiental es una categoría de mayor envergadura que la agroecología. El autor ha presentado los rasgos generales de esta proposición (León, 2010), cuyos elementos más relevantes se presentan a continuación³:

La agricultura es una actividad compleja que involucra no solamente la producción de alimentos, fibras y otras materias primas a partir de factores tecnológicos, dotaciones de bienes naturales e impulsos de capital, sino también una serie de procesos vinculados con las circunstancias en que se desenvuelve y con los efectos que ella produce en las sociedades y en los ecosistemas. A partir de esta consideración, puede aceptarse fácilmente que las actividades agrarias son parte fundamental de las interacciones humanas con el resto de la naturaleza y desde esta perspectiva sus análisis pueden realizarse desde el punto de vista ambiental complejo. La agricultura es el resultado de la coevolución de ecosistemas artificializados y culturas humanas.

La ciencia agroecológica se inserta justamente en este campo del análisis ambiental de los agroecosistemas, asumiendo la complejidad que ello implica y generando nuevas aproximaciones teórico-prácticas, que han venido configurando lo que se ha dado en llamar el pensamiento agroecológico.

La dimensión ambiental o si se quiere las “ciencias ambientales” se caracterizan porque *estudian, de manera conjunta, las interrelaciones complejas, dinámicas y constantes, que se establecen entre los ecosistemas y las culturas* (Ángel, 1993; 1995 y 1996; Carrizosa, 2001). A pesar de recibir críticas para su ajuste teórico, esta dupla ecosistemas – culturas tiende a reemplazar la noción de lo ambiental entendido como relaciones sociedad – naturaleza, un poco para no caer en el llamado sobrenaturalismo filosófico de las ciencias humanas o

³ Parte de esta discusión se ha tomado del artículo “Agroecología: desafíos de una ciencia ambiental en construcción” que el autor escribió en el libro “Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones” (León, 2010).

en el reduccionismo biologista y también porque evita la discusión sobre si la sociedad es parte o no de la naturaleza, debate que lleva a cuestionamientos sobre la libertad de los seres humanos y de su accionar político y que, además ya está saldado: la sociedad, los seres humanos, somos naturaleza.

De esta manera, el discurso ambiental se basa en dos ejes interrelacionados: el de la ecología y el de la cultura.

La primera, constituida como ciencia en un proceso ininterrumpido desde los siglos XVII y XVIII, ha forjado una muy fuerte base teórica de explicaciones sobre el funcionamiento de los ecosistemas, entendidos como tramas complejas de intercambios de materia y flujos de energía reguladas tanto por la influencia de leyes termodinámicas, como por leyes ecosistémicas de equilibrio dinámico espacial y temporal. A partir de los adelantos espectaculares de la ecología en los últimos decenios, se han podido conocer e interpretar los delicados equilibrios que constituyen la esencia misma de la vida sobre el planeta.

La segunda, es decir, la cultura, ampliamente debatida como concepto unificador en las ciencias sociales, explica los procesos adaptativos de los seres humanos a los límites impuestos por los ecosistemas y estudia las causas y efectos de esa intervención humana sobre los ecosistemas.

La cultura, entendida como un sistema parabiológico de adaptación y transformación de los ecosistemas realizados por distintos grupos humanos aglutinados en formaciones culturales, reemplaza los conceptos energéticos o materialistas empleados por los ecólogos para definir el nicho de la humanidad (Angel, 1996; León, 2007) e incluye tres grandes dimensiones, inseparables entre sí:

- ***La estructura simbólica*** que se refiere a todas las construcciones teóricas realizadas por los seres humanos para explicar sus relaciones con esa otra naturaleza desconocida y abarca desde los mitos originales y los actuales hasta las bases explicativas de todas las ciencias, pasando por los constructos que

permiten aprehender el derecho, la filosofía, el discurso social o la historia y aborda, además, las expresiones folklóricas, las costumbres, las creencias religiosas o las diferentes manifestaciones del arte.

- *La organización humana* que ha diferenciado distintos tipos de sociedades, desde los cazadores – recolectores y los imperios agrarios, hasta las sociedades mercantilistas, medioevales, capitalistas o socialistas y que incluye todas las relaciones sociales, económicas, políticas y militares que se han construido a lo largo de la historia, en las disputas por el poder y en la conformación de autoridades y jerarquías.
- *La plataforma tecnológica* expresada como aplicación general de conocimientos y materializada en términos de herramientas, procesos, máquinas, instrumentos, estructuras, aparatos y equipos que, inmersa en los símbolos y en las organizaciones humanas, constituyen los sistemas e instrumentos físicos para transformar el medio ecosistémico.

Símbolos, organización y tecnología son los tres pilares fundamentales de la cultura, complejos e interrelacionados, que abarcan la totalidad del pensar y del accionar humano sobre los ecosistemas, o si se prefiere, sobre el resto de la naturaleza⁴. Este libro gira permanentemente en torno a estos conceptos.

Las relaciones culturales con el resto de la naturaleza de la mayor parte de las sociedades occidentales contemporáneas, se entienden actualmente en términos de un modelo dominante de desarrollo, expresado en la idea general de progreso, basado fundamentalmente en el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) y de la acumulación de riqueza. A partir de allí el ambientalismo ha generado varias corrientes que critican estas relaciones y este modelo, porque la idea del desarrollo es muy reciente en la historia humana y no siempre

⁴ Puesto que los seres humanos somos naturaleza en virtud de que no intervenimos en nuestra propia creación o evolución, el autor prefiere denominar “resto de la naturaleza” a todos los seres vivos y a las cosas no vivientes diferentes a los humanos.

los pueblos de la tierra tuvieron la acumulación de capital como su norte preferido.

Mientras que para los griegos la solución a estas relaciones con el resto de la naturaleza o los ecosistemas se encontró en el concepto de armonía y para los egipcios en la idea de lo sagrado, algunas culturas americanas precolombinas consideraron lo natural como parte integrante del acto creador y por lo tanto le asignaron valores vitales a los seres de los bosques, del agua y del suelo. Para otras culturas, incluso, los habitantes del subsuelo, de las entrañas de la tierra, son parte del tiempo y del espacio, sin solución de continuidad entre la vida y la muerte. Como denominador común, puede afirmarse que en casi todas estas culturas imperaba el deseo de conocer y pertenecer antes que el de dominar. Se trataba más de una visión de respeto y solidaridad social y de conjunto que la de alcanzar un estado de desarrollo, básicamente de tipo personal y egoísta.

Un importante corolario de lo expuesto en las líneas anteriores es que la idea del desarrollo es subsidiaria de la idea ambiental, es decir, que el concepto de desarrollo, tan apegado a la ortodoxia económica, en el fondo no es más que la forma actual que ha tomado la relación ecosistema – cultura o si se prefiere, sociedad – naturaleza (León, 2008).

Esta afirmación resulta relevante por lo menos a la luz de las discusiones actuales que colocan las variables ambientales por debajo de la categoría misma del desarrollo, como si lo ambiental solamente apalancara, mitigara o subsanara los defectos del desarrollo y su misión fuera únicamente apoyarlo, guiarlo, sin entrar a discutir sus propios fundamentos. De esta visión estrecha del enfoque ambiental surgen soluciones remediales y de segunda clase en la misma vía del desarrollo unidireccional y homogeneizante que se ha extendido al planeta entero. De esta visión surge también el optimismo tecnológico que encuadra bien con un punto de vista subsidiario de lo ambiental.

Por el contrario, si se acepta la idea según la cual el desarrollo es una forma de relación ecosistema – cultura, se podrá entender la necesidad absoluta de virar ese modelo hacia formas diferentes de relacionamiento con el resto de la naturaleza y ello implica un

esfuerzo tremendo de transformación cultural hacia paradigmas distintos, cuyos esbozos solamente se han comenzado a plantear algunos grupos humanos aislados, pero que en el fondo implican a toda la humanidad.

Agricultura y Ambiente

En el plano agrario, la dimensión ambiental exige, entonces, comprender las limitaciones y potencialidades del escenario biofísico o ecosistémico en el que se desarrollan las actividades de producción y, al mismo tiempo, una aproximación cultural a los grupos humanos, en donde se haga visible la estructura simbólica, la organización social y la plataforma tecnológica a través de las cuales se realiza la apropiación y transformación de la naturaleza.

Aunque las relaciones primigenias de la humanidad con los ecosistemas seguramente fueron de carácter extractivo, el sistema productivo agrario se constituye, desde el lejano período neolítico, como la invención más grande del ingenio humano y como la mayor vía de intervención antrópica sobre los ecosistemas. La agricultura es y seguirá siendo, a pesar de la actual bioingeniería transgénica que tiende a minimizar la complejidad de la vida, el vehículo más importante de relación ser humano – resto de la naturaleza o si se prefiere, ecosistema – cultura. Y no hay ninguna otra actividad humana que sea más ambiental que la agricultura.

En efecto, es desde la agricultura que la humanidad planteó y construyó por primera vez los instrumentos tecnológicos que disturban el suelo, modifican el curso de las aguas o generan campos nuevos de cultivo, allí donde antaño no había sino bosques: arados y canales de irrigación, junto con el desmonte de extensas áreas boscosas, son las primeras herencias ambientales de la humanidad, vigentes hasta ahora. El cuidado de las primeras plantaciones exigió renovar la fertilidad de la tierra y luego la repartición de excedentes, impulsó la creación de caminos, de mecanismos de transporte y de almacenamiento de alimentos. La emergencia de los templos – graneros y de las ciudades – templos fueron los precursores directos de las entidades actuales de comercialización y regulación de precios y de la emergencia de nuevos

poderes y roles sociales, que se perpetúan desde el primigenio guerrero repartidor de festines, hasta los magnates corporativos actuales que dominan el negocio alimentario.

Los ciclos de buenas y malas cosechas posibilitaron la emergencia y decadencia de imperios agrarios a lo largo de la historia de la humanidad, en tanto que las luchas por poseer la tierra y sus recursos asociados marcaron el devenir de América y de gran parte de Asia y África. La última revolución verde se coloca en la base del desarrollo del capitalismo agrario e industrial de las tres o cuatro últimas generaciones de humanos.

León y Altieri (2010) indican que la agricultura constituye tal vez el más importante acto de transformación ecosistémica de la especie humana realizado a través de su adaptación cultural. Algunos ejemplos del neolítico americano desarrollado en Meso América, los Andes o la Amazonía muestran agroecosistemas que no se alejan de la lógica de los ecosistemas naturales, en tanto que los procesos culturales de las sociedades capitalistas modernas se alejan cada vez más del resto de la naturaleza, la cual incluso, bajo el paradigma transgénico pretende ser modificada y por lo tanto reemplazada en su totalidad.

Los procesos agropecuarios están afectados tanto por la tecnología disponible, que va desde los arados de madera hasta la tecnología de rayos láser, como por las decisiones culturales de los diferentes grupos que se disputan el acceso a los bienes naturales y la destinación de la producción tanto para el consumo doméstico como para la comercialización. La agricultura se juega pues en distintos ámbitos: domésticos, científicos, tecnológicos, comerciales, políticos, económicos e incluso, militares. La historia de la humanidad se ha escrito también como historia de la agricultura, de los alimentos, de los territorios, del suelo, de la irrigación, de los bosques (León y Altieri, *op. cit.*).

La agricultura es, por lo tanto, indisoluble de la sociedad y el ambientalismo ha aportado las bases conceptuales necesarias para repensar los modelos de desarrollo agrario.

La Agroecología en el Contexto Ambiental

La agroecología emerge justo en el momento en que las sociedades altamente industrializadas creían haber resuelto los problemas de producción masiva de alimentos sin comprometer su estabilidad ecosistémica ni la calidad de sus alimentos y varios años después que las tecnologías y las relaciones sociales y económicas que acompañan al modelo de Revolución Verde, se hubieran instalado en países dependientes, especialmente en América Latina, sin haber podido resolver ni los problemas de producción masiva, ni las inequidades sociales existentes en el campo ni la degradación acelerada de los bienes naturales, inherentes al modelo RV.

A diferencia de otros enfoques de las disciplinas y de la práctica agronómica, la agroecología asume el rol de estudiar al mismo tiempo las relaciones ecológicas y culturales que se dan en los procesos agrarios y en esto hace parte del movimiento ambiental que cuestiona, en últimas, los modelos de desarrollo agrarios y las formas culturales de apropiación de la naturaleza.

Esto último queda evidente en documentos pioneros como el escrito por Hecht (*op.cit.*) quien advertía, desde la década de 1980, que la evolución del pensamiento agroecológico se debía, entre otras cosas a la conjunción de influencias recibidas desde las mismas ciencias agrícolas, los sistemas nativos de producción, los estudios del desarrollo, la ecología y el pensamiento ambiental, entre otras fuentes.

La autora afirma que los asuntos del ambientalismo infundieron al discurso agroecológico una actitud crítica de la agronomía orientada hacia la producción e hicieron crecer la sensibilidad hacia un gran número de asuntos relacionados con los recursos.

Sin considerar todavía la verdadera magnitud de la dimensión ambiental en sus múltiples interrelaciones ecosistema - cultura, Hecht (*op.cit.*) indica que las discusiones sobre contaminación, población, recursos y crecimiento económico que se dieron en los años sesentas y setentas del siglo XX dejaron su impronta en el pensamiento agroecológico, que se confirma con los reconocidos trabajos de Rachel Carson

“La primavera silenciosa” (1962) sobre los efectos negativos de los plaguicidas y de Pimentel y Pimentel (1979) en relación con las valoraciones energéticas de los sistemas productivos.

Estudios adicionales sobre los efectos de los patrones de desarrollo en el abastecimiento de alimentos, el endeudamiento de los países pobres, la adecuación de la tecnología y las dificultades de su transferencia horizontal, constituyeron otros aportes del pensamiento ambiental al desarrollo de la agroecología, pero resultaba evidente que “...los fundamentos intelectuales para una asociación académica de este tipo eran aún relativamente débiles...” (Hecht, *op. cit.*). Tales fundamentos habrían de ser aportados tanto por la ecología como por las ciencias humanas o humanidades.

González de Molina (2011) indica que solo hasta comienzos de la década de los años ochentas se comenzaron a introducir análisis sociales como variables explicativas relevantes, especialmente cuando se trataba de analizar y diseñar programas de desarrollo rural y que la ecología también se inserta en el debate agroecológico fuertemente a partir de los años setentas.

La Agroecología como Profesión

De las discusiones anteriores se puede colegir que la agroecología emerge como un campo científico que se legitima en tanto posee, como se verá más adelante, un objeto de estudio (el agroecosistema) y métodos combinados de las humanidades y de las ciencias “naturales” para abordar la complejidad que supone estudiar e investigar sus propiedades y a partir de tales reflexiones epistemológicas y aplicaciones metodológicas construye un cuerpo teórico diferente, que se nutre de hipótesis nacidas principalmente del estudio de las interrelaciones de diferentes elementos de los órdenes culturales y ecosistémicos y que va configurando el mapa de una nueva ciencia.

La dificultad de su aceptación general desde la agronomía tradicional se da porque la agroecología constituye una ciencia ahí donde antes no había más que fragmentos o, por el contrario, ahí donde

se consideraba (pero en la práctica no se reconocía) que existía un *continuum* de experiencias, conocimientos, prácticas y efectos de la agricultura que la vertían inexorablemente sobre la sociedad y que la obligaban a recibir las reacciones y demandas de esa misma sociedad, pero que las ciencias agrarias nunca reconocieron como parte de sus preocupaciones epistemológicas.

Este nuevo objeto de estudio que propone la agroecología, el agroecosistema, es difícil de aceptar en determinados círculos, porque se considera demasiado amplio, englobado, difícil de disectar en su conjunto, arduo de “tragar entero”, imposible de reducir a sus partes y por ello mismo académicamente intratable como objeto de conocimiento en sí mismo.

Pero, como se verá en este documento, la agroecología avanza desde hace varias décadas sobre este voluminoso y complejo objeto o campo de estudio y trata de entender sus características, propiedades y reacciones ante distintos disturbios y condiciones de manejo, así como sus lógicas de construcción, evolución y, si se quiere, de supervivencia.

Lo que está por agregar, es que desde la agroecología misma, como sucede con todas las profesiones, pueden emerger, emergen y emergerán personas capacitadas para resolver problemas con el bagaje de conocimientos que se vayan generando, acumulando, sistematizando y socializando y que de esta manera, el presente y el futuro cercano espera por los agroecólogos de profesión que utilizarán procedimientos, principios, técnicas y tecnologías para resolver problemas ambientales de los agroecosistemas y, de esta manera, también se hablará de la agroecología como una profesión agraria, al lado de la agronomía, la zootecnia o la forestería. Ni más faltaba que no fuera así.

Académicos y Agricultores

Un aspecto adicional falta por agregar en esta discusión: el papel de los agricultores experimentadores en el aumento y conservación

de los conocimientos y del bagaje material que permite y permitió realizar agricultura por milenios, a partir de la práctica cotidiana de los(as) productores(as).

No son pocos los colegas que se resisten a creer que en los productores agrarios reposan conocimientos excepcionales para el manejo de sus predios, de acuerdo con sus propias necesidades y recursos. Esta resistencia influyó sustancialmente para que la institucionalidad aleje a los productores agrarios de las aulas universitarias y de los centros e institutos de investigación. Durante decenios, los agricultores fueron considerados solamente como depositarios pasivos del conocimiento producido en la institucionalidad occidental.

Se alega, desde este punto de vista, que los agricultores no conocen los métodos estadísticos, no manejan los diseños experimentales, desconocen las principales variables físicas, químicas e incluso biológicas en juego, son ajenos al lenguaje especializado, no publican sus resultados y por lo tanto su conocimiento no puede ser sometido a la contrastación por pares e incluso se menciona que sus aportes (si los hubiera) no se difunden dentro de las corrientes que obedecen a las exigencias del mercado, es decir, no participan de innovaciones tecnológicas masivas y lucrativas. Perviven en el atraso. Muchos de ellos ni siquiera saben leer o escribir.

Por supuesto que muchos agricultores, bien sean campesinos, indígenas, raizales o afrodescendientes, no han accedido a las competencias mencionadas y ello los aleja de estas formas de generar y difundir conocimientos. Pero es que ellos y ellas poseen otras formas diferentes de conocer y de transmitir conocimientos, de las cuales, por lo general, también están excluidos los académicos.

Aunque no conocen series históricas de comportamiento del clima, son capaces de reconocer y hasta de predecir, leyendo las expresiones de la vegetación o el comportamiento animal, las variaciones anuales de la precipitación, la humedad y la temperatura. No utilizan los análisis de suelos, pero conocen palmo a palmo la textura del material edáfico de sus fincas (reconocida muchas veces, en conjunto con otras características, a través del pie desnudo) y saben en qué sitios

se puede o no cultivar determinado tipo de plantas. Desconocen la taxonomía y la sistemática occidental de los insectos, pero los reconocen por sus nombres vulgares y los detectan a lo largo de sus ciclos de vida, incluyendo sus enemigos naturales, sus hábitos, sus requerimientos. Para detectar y combatir enfermedades, ignoran las dosificaciones de productos fitosanitarios, pero reconocen decenas de plantas con poderes curativos y los ciclos temporales que potencian o limitan tales enfermedades.

Toledo y Barrera-Bassols (2008) en un extenso tratado, aportan bastantes elementos de juicio sobre las formas de aprehender y desarrollar conocimientos científicos basados en racionalidades diferentes a la occidental (la ciencia neolítica, como la definió Levy Strauss), obtenidos por diferentes culturas, que han sido ampliamente reconocidas por los más prestigiosos pensadores de las ciencias humanas. En esta percepción se reconoce la capacidad de distintos actores para identificar, clasificar y utilizar de manera correcta suelos, aguas, plantas e insectos, a lo largo de muchas culturas americanas, asiáticas y africanas.

Los autores citados pasan revista a las características del conocimiento astronómico, geofísico, biológico, ecogeográfico, de manejo agroecológico o edafológico de diferentes culturas.

En este último campo, por ejemplo, más de 432 estudios etnoedafológicos han demostrado de manera inequívoca el conocimiento clasificatorio de suelos y sus relaciones con variables complejas, practicado por distintos grupos humanos no occidentales de los continentes mencionados y que utilizan, en otros lenguajes, los conceptos de textura, estructura, fertilidad, consistencia, humedad del suelo, materia orgánica, pedregosidad, color, profundidad y temperatura del suelo, como indicadores taxonómicos y de comparación.

Los estudios reportados por estos autores, indican que el número promedio de taxa utilizados por los grupos étnicos varía entre 3 y 24, con promedio de 12 taxa reconocidos (Barrera-Bassols y Zinck, 2003 citados por Toledo y Barrera – Bassols, *op. cit.*). En el campo de la ecología, los mismos autores señalan que en algunas comunidades

(la cultura Matse) sus miembros pueden reconocer hasta 104 tipos de selvas primarias y 74 de selvas secundarias en un radio de 8.000 km², con criterios relacionados con asociaciones de vegetación, hidrología, topografía, tipos de suelos, regímenes hidrológicos y varios otros tipos de indicadores ecológicos.

Los agricultores campesinos, indígenas, raizales o afrodescendientes no publican sus resultados en revistas indexadas pero los comunican utilizando diferentes procedimientos familiares o comunales, creando redes de tejido social, muchas veces escondidas para los técnicos especializados. Transmiten sus ideas y conocimientos de otras maneras múltiples.

Los agricultores indígenas, por ejemplo, convierten sus malokas y los mambeaderos de coca en su interior, en auténticas universidades en donde se transmite de generación en generación, no solamente el conocimiento agronómico sino también la multiplicidad de procesos culturales necesarios para vivir bien: los mayores enseñan a reconocer plantas útiles, su historia, ubicación en el monte, las maneras de sembrarlas, cosecharlas y usarlas, pero también hablan sobre las mejores maderas y las formas para construir sus casas y sus canoas, sobre los sitios y tiempos de cacería, el movimiento y hábitos de los animales, las técnicas de pesca, sobre la preparación de alimentos y bebidas, se enseñan los preceptos del matrimonio, de la entrada a la vida adulta, de la vida en comunidad...

No se trata acá del concepto aislado de la agronomía que reciben los estudiantes ciudadanos en las universidades occidentales, física y espiritualmente alejadas de la tierra, sino de la enseñanza general de las manifestaciones simbólicas, organizativas y tecnológicas de la comunidad. Un acercamiento holístico y vivencial de las experiencias agrarias, ligadas al resto de las exigencias cotidianas para sobrevivir, no para acumular.

Los agricultores campesinos también conocen y transmiten sus conocimientos, procedimientos y técnicas, de modos diferentes a las aulas escolarizadas de la cultura occidental. La continua observación y experimentación hace parte de su diario vivir.

Tal vez el mayor impacto negativo de la revolución verde no haya sido la contaminación de alimentos y la degradación de bienes naturales, sino su incidencia en la pérdida de los conocimientos y de los modos de conocer de los agricultores campesinos, al igual que su desvalorización por parte del estamento científico, que desautorizó todo aquel saber que no provenía del cuadrado positivista, del método científico y que lo relegó a categorías sin importancia, a superchería, a cosas sin valor. Esta desvalorización incide directamente en que los agricultores campesinos cuestionen sus propios conocimientos (¿pérdida de autoestima?), en que todo lo antiguo se considere viejo y atrasado y en que se reconozca implícitamente un nivel superior proveniente del doctor, del graduado en las aulas universitarias. La consiguiente pérdida de confianza en sí mismos, en los conocimientos depositados durante milenios, causó la dependencia al insumo, a la dosis, al producto y por lo tanto a la empresa transnacional, al productor de insumos y a su intérprete: el extensionista.

No obstante, la tendencia que impulsa el pensamiento agroecológico, incluso como producto mismo de su actividad investigativa y como consecuencia de la influencia que viene de las escuelas de sociología y antropología, es la de aceptar, rescatar y promover la interlocución válida de los agricultores campesinos, indígenas, raizales y afrodescendientes en tanto poseedores de conocimientos indispensables para el acto agronómico, que complementan y redefinen los hallazgos provenientes tanto de la ciencia especializada como de la ciencia holística.

No se trata, evidentemente, de negar los aportes del pensamiento científico occidental, ni siquiera en sus expresiones más sofisticadas y especializadas. Muchas veces se ha insistido, y esta es una ocasión más, en que la agroecología no desecha el cúmulo de conocimientos logrados en todas las ramas del saber ligados al acto agrario y más aún, que su salto epistemológico se da, precisamente, a partir de tales bases. El *plus*, lo útil e interesante, es que la agroecología señala el camino del intercambio real, del respeto mutuo, del llamado de los agricultores a las aulas y a los laboratorios y de los profesores y estudiantes a los campos, para reforzar sus mutuos conocimientos en beneficio de la sociedad.

En este sentido, son notorios los avances que ha realizado el movimiento campesino a campesino (CAC) que nació en Centroamérica durante los años setentas y ochentas como una manera de formalizar un proceso milenario de generación y transferencia de conocimientos. Machín *et al.*, (2011) exponen la manera en que tal proceso, una vez instalado en Cuba desde 1997, logró ser aceptado y practicado por más de 100.000 familias en solo una década.

Con razón los agricultores campesinos que practican la agricultura ecológica en Cuba y en innumerables lugares de Latinoamérica se autodenominan muchas veces como agroecólogos y en esta nominación reside gran parte de su orgullo y de su éxito (Vázquez, *com. per*)⁵

DEFINICIÓN DE AGROECOLOGÍA

La palabra “agroecología” puede tener por lo menos tres significados: la descripción de un paradigma científico que emerge y se consolida en el siglo pasado; un movimiento social que critica los postulados de la revolución verde y las ideas del desarrollo clásico; o un estilo de agricultura ecológica (eco agricultura), práctica o sistema que hace parte de las llamadas agriculturas alternativas. Este apartado se ocupa de la definición de agroecología en tanto que ciencia para, más adelante, discutir su doble significado adicional (dejando de lado, por lo menos parcialmente, su significado como profesión).

La Definición de Agroecología en la Visión Ecosistémica

La agroecología posee en su semántica un sesgado peso hacia la ecología e invita a pensar en el estudio de fenómenos netamente ecológicos dentro del campo de cultivo. Esta fue la idea dominante en las primeras definiciones que se formularon a principios y mediados del siglo XX y ha sido notada también por varios autores (González de Molina, *op, cit.*).

⁵ Luis Vázquez, Ingeniero Agrónomo, Dr. INISAV, Cuba (lvazquez@inisav.cu)

En efecto, la revisión histórica que realizaron Wezel y Soldat (2009)⁶ indica que fue el agrónomo ruso, Bensin, quien en 1930 sugirió por primera vez el término “agroecología” para describir el uso de métodos ecológicos en la producción comercial de cultivos, idea que transmitieron otros zoólogos, agrónomos, fisiólogos o ecólogos que se ocuparon del tema en esta fase temprana de su desarrollo, en distintos aspectos de manejo de plaguicidas, biología de suelos, interacciones de biocenosis de insectos, zoología y cartografía (Tischler, 1950, 1953, 1959, 1961; Bones, 1953, 1958; Valdek, 1964; Vavilov, 1957 y Thurán & Borekhuizen, 1965, citados por Wezel y Soldat, *op. cit.*). Una excepción a esta visión fue la de Klages (1928) quien, sin utilizar la palabra “agroecología” trata la distribución de plantas cultivadas sobre bases fisiológicas y analiza los factores ecológicos, tecnológicos, socioeconómicos e históricos que influyen en la producción. Para muchos autores, Klages es el padre de la agroecología.

Otras definiciones y trabajos que señalan los autores citados en la misma línea que consideraba a la agroecología como la aplicación de conceptos provenientes de la ecología, fueron los de Hénin (1967) quien definió la agronomía (no la agroecología) como “la ecología aplicada a la producción de plantas y manejo agrario de la tierra” y Azzi (1956), que definió la “ecología agrícola” como el estudio de las características físicas del ambiente, clima y suelo, en relación con el desarrollo de las plantas (calidad y cantidad de semillas y rendimientos).

Y es que, como bien lo indica Hecht (*op.cit.*) la ecología ha tenido una importancia singular en la evolución del pensamiento agroecológico, más allá de aportar un marco de referencia. Muchas investigaciones sobre relaciones presa / depredador, ciclaje de nutrientes, sucesiones vegetales y animales que han sido claves para la ecología, se han realizado apelando a investigaciones o con estudios de campo en agroecosistemas que, en ocasiones, sirven para modelar o simular procesos que tienen lugar en los ecosistemas.

⁶ Esta revisión no incluyó libros o documentos grises escritos en español y deja, definitivamente por fuera, las contribuciones de autores colombianos y de la mayor parte de autores latinoamericanos.

En este mismo espíritu se encuentran definiciones pioneras de autores claves en el pensamiento de la agroecología, como Altieri y Rosset, que la definían como “...la aplicación de conceptos y principios ecológicos para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables y que provee un marco para evaluar la complejidad de los agroecosistemas...La idea de la agroecología es ir más allá del uso de prácticas alternativas y desarrollar agroecosistemas con el mínimo dependencia de entradas elevadas de energía y agroquímicos, enfatizando en los sistemas agrícolas complejos, en los cuales las interacciones y sinergias entre componentes biológicos, proveen los mecanismos del sistema para mejorar su propia fertilidad edáfica, productividad y protección fitosanitaria...” (Altieri y Rosset, 1995 citados por Altieri y Nicholls, 2000).

Pero también se encuentran en esta línea trabajos recientes de investigadores europeos que centran su atención en los campos de cultivo, dejando intencionalmente de lado la complejidad del accionar humano en los agroecosistemas (Martin y Sauerborn, 2013).

Muchas definiciones de agroecología utilizadas a nivel popular, difunden esta idea de la agroecología, como una ciencia ligada principalmente a la ecología⁷. Incluso definiciones recientes de analistas

⁷ La agroecología es la ciencia consistente en la aplicación de los conceptos y principios de la ecología al diseño, desarrollo y gestión de sistemas agrícolas sostenibles. <http://es.wikipedia.org/wiki/Agroecolog%C3%ADa>. La agroecología está definida como la aplicación de conceptos y principios ecológicos para establecer agroecosistemas sustentables. <http://www.ecoportal.net/content/view/full/47442>. Concepto agrícola que no sólo se centra en la producción, sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema productivo. <http://www.ecotropia.com/d1031204.htm>. Ciencia que aplica una combinación de principios agronómicos y ecológicos para colocar la producción en consonancia con el ambiente. <http://toby.library.ubc.ca/subjects/subjpage1.cfm?id=692>. Un enfoque ecológico que considera las áreas agrícolas como ecosistemas y se preocupa por los impactos ecológicos de las prácticas agrarias. <http://www.m-w.com/dictionary/agroecology>. El estudio de las interrelaciones entre organismos vivos entre ellos y con su ambiente, en un sistema agrícola. <http://ucce.ucdavis.edu/files/filelibrary/1068/8286.pdf>. Como lo sugiere su nombre, es una integración de agricultura y ecología. Los agroecosistemas son las fincas, sistemas agrícolas, vistas desde perspectivas ecológicas. Es la ciencia del diseño y manejo de agroecosistemas sustentables o, simplemente, la ciencia de la agricultura sostenible. <http://web.missouri.edu/~ikerdj/papers/SFT-Agroecology.htm>

y teóricos siguen considerando esta definición parcial de la agroecología, dejándose arrastrar por la inercia que provoca la etimología del concepto.

El énfasis puesto sobre las relaciones ecológicas, constituye un pilar fundamental de la agroecología (aunque no el único, como se verá más adelante), que la identifica como ciencia y que la separa al mismo tiempo de las vertientes tradicionales del enfoque agronómico. Incluso desde definiciones más cercanas en el tiempo de la agroecología como “...aquél enfoque teórico y metodológico que, utilizando varias disciplinas científicas pretende estudiar la actividad agraria desde una perspectiva ecológica...” propuesta por Altieri (1987), se notan fuertes tendencias a utilizar la ciencia ecológica de las interrelaciones como la base a partir de la cual se pueden construir procesos agrarios diferentes al convencional.

Estas diferencias, de acuerdo con León y Altieri (*op.cit.*) se traducen en que el énfasis no se coloca tanto en identificar procesos biofísicos específicos y relativamente simples, sino en entender relaciones ecológicas complejas que involucran muchas variables. De ahí que los agroecólogos indaguen más por las propiedades emergentes de los agroecosistemas según los manejos a que son sometidos que por los efectos específicos de determinadas prácticas agronómicas aisladas

De las interacciones que se colocan en juego durante el diseño de agroecosistemas con alta biodiversidad, realizado según los principios teóricos y las aplicaciones prácticas de la agroecología tanto al nivel de manejo de suelos y aguas, arreglo de cultivos, reciclaje de materiales, nutrición vegetal y control de limitantes fitosanitarias, surgen emergencias (propiedades) productivas, de calidad, de resiliencia, de resistencia, de adaptación y de conservación que, en su conjunto, son diferentes a aquellas obtenidas por métodos de la agricultura convencional y que, al mismo tiempo, deben ser estudiadas apelando a procedimientos diferentes, más próximas al pensamiento complejo que al análisis de relaciones biunívocas.

Esta visión ecológica integral privilegia, por ejemplo, el Manejo Integrado de Agroecosistemas (MIA) sobre el Manejo Integrado de Pla-

gas (MIP), la dinámica de las comunidades de microorganismos del suelo sobre el aislamiento y manejo de cepas individuales, la integración de los subsistemas pecuario, forestal, piscícola y agrícola en una sola unidad sobre su separación conceptual y práctica o la visión ética del alimento sano en contraposición a las ideas exclusivas del rendimiento vegetal por área como principal objetivo del acto agrónomo (León y Altieri, *op. cit.*).

Estudios recientes, por ejemplo, demuestran que los conocimientos de genética, suelos y fitopatología se pueden integrar para comprender el porqué los cultivos fertilizados orgánicamente son más tolerantes a enfermedades fungosas que aquellos que han recibido fertilizaciones químicas bajo los métodos convencionales (Altieri y Nicholls, 2003). En particular existe abundante literatura agroecológica que describe cómo la diversificación de agroecosistemas y el manejo integrado de sus recursos conlleva la regulación de plagas al propiciar hábitats y recursos a una fauna benéfica compleja (Altieri y Nicholls, 2004; Sánchez de Prager *et al.*, 2012; Prager *et al.*, 2012).

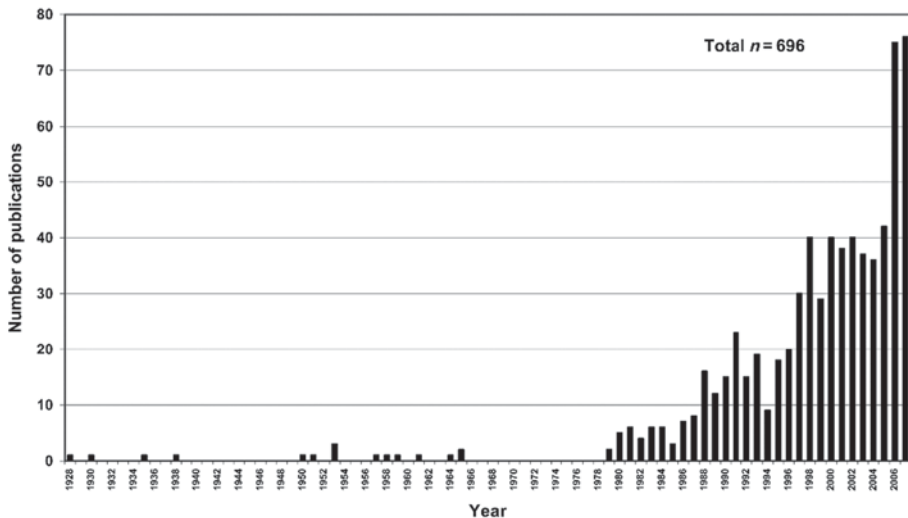


Figura 1. Número de publicaciones utilizando las palabras “agroecología” o “agroecológico” en el título o en las palabras claves desde 1928 hasta 2007 (tomado de Wezel y Soldat (2009).

Aunque pueden resultar numerosos los trabajos que se han ejecutado en esta dirección, también es cierto que muchos esfuerzos se han localizado en aspectos puntuales del manejo de agroecosistemas en intentos por conocer los efectos parciales de determinados procedimientos agrarios. En este sentido se han desarrollado estudios sobre dinámicas particulares de nutrientes, materia orgánica, tipos de labranza, dinámica de arvenses, preparados trofobióticos, sistemas de riego, asocio de cultivos o manejo de plagas y enfermedades con métodos biológicos, entre otros temas. Ejemplo de ello son los trabajos sobre interacciones entre cadenas tróficas arriba y abajo (sic)⁸ del suelo de Wardle *et al.*, (2004).

La Definición de Agroecología en la Visión Ambiental

Este énfasis sobre los aspectos ecológicos del manejo agrario no deslegitima el enfoque agroecológico holístico sino que, por el contrario, advierte sobre la necesaria conjugación de conocimientos y en todo caso da cuenta de las etapas de transición que todavía debería emprender el pensamiento científico para abordar la integralidad de variables en la agricultura.

La historiografía que realizaron Wezel y Soldat (*op.cit.*), muestra que la mayor parte de las publicaciones registradas en revistas indexadas o en libros, de carácter internacional y generalmente escritos en inglés, aumentan significativamente a partir del final de los años ochentas (Figura 1) con una visión más amplia de la agroecología, que supera los enfoques ecosistémicos y se introduce poco a poco en las vertientes culturales, en aspectos que tocan tanto la economía como la tecnología o las relaciones sociales. En últimas, una evolución inadvertida hacia el pensamiento ambiental complejo.

Esta visión más amplia de la agroecología, que iba anudando y asimilando conceptos nacidos en otras disciplinas y en otros debates sobre la sociedad, no se iba a dar sin sesgos iniciales, por la dificultad

⁸ Como se verá más adelante, no parece adecuado referirse a la biodiversidad “arriba y abajo” del suelo (“up and down”) sino a la biodiversidad “arriba **y dentro** del suelo”.

inherente al término, que hace difícil separar sus connotaciones meramente ecosistémicas.

En esa línea, Hecht indicaba en 1983 que la palabra agroecología tenía varios significados e invocaba, como un uso normativo o prescriptivo del término, que él hacía referencia a “... ideas sobre un enfoque de la agricultura más ligado al medio ambiente y más sensible socialmente... centrado no solo en la producción sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción ...”. No obstante, sin poder desligarse de la tradición, afirmaba, a renglón seguido, que en un sentido más restringido “... la agroecología se refiere al estudio de fenómenos netamente ecológicos dentro del campo de cultivo, tales como relaciones presa / depredador o competencia de cultivo / maleza (sic) ...”.

Sin embargo, para finales de los años ochentas ya se liga esta ciencia con otros campos explicativos provenientes de las humanidades e incluye visiones sobre la sustentabilidad. En ese momento Altieri (1989) define la agroecología como “...el estudio global de los agroecosistemas en relación con la conservación de bienes naturales y con su diseño y manejo sostenible...”. La idea de la sostenibilidad o sustentabilidad, nacida de los debates ambientalistas de los años setentas y ochentas y formulada canónicamente por la Comisión Brundlant (1986) en su libro “Nuestro Futuro Común”, termina por adaptarse también al discurso agrario.

Pero esta definición todavía no da cuenta de la complejidad de factores que actúan en los campos agrícolas.

Bien entendida, la sostenibilidad o sustentabilidad predicada por los teóricos de la época, se dirigía más a los cuidados y efectos que la agroecología generaba y demandaba sobre los bienes naturales, que a la totalidad de factores simbólicos, organizacionales o tecnológicos que resumen el concepto de cultura o de sistema social. Incluso el mismo Gliessman (1998) definía la agroecología como “....la aplicación de conceptos y principios ecológicos en el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables...”. La sostenibilidad, tal cual era entendida bajo los preceptos de la sociedad de consumo, indicaba en el momento de su aparición como concepto aglutinador, más la

idea de sostener en el tiempo el mismo tipo de desarrollo capitalista y neoliberal dominante que el de abogar por otro tipo de desarrollo o, en últimas, por abolir la noción de desarrollo como eje articulador del devenir de las sociedad. Por lo tanto, el concepto de agroecología tendría que ampliarse aún más.

Wezel y Soldat (*op. cit.*) relatan cómo en el transcurso de la década de los años noventa, prácticamente explotó la literatura mundial sobre agroecología, con trabajos disímiles sobre impactos ambientales del uso de plaguicidas, sistemas tradicionales de agricultura en regiones templadas y ecuatoriales, dinámicas relacionadas con aspectos políticos, económicos y energéticos, caracterización y zonificaciones agroecológicas utilizando sistemas de información geográfica (SIG), uso y manejo de la biodiversidad y caracterización, fertilidad y conservación de suelos que se tradujeron, incluso, en la aparición de nuevos programas de formación y educación en agroecología.

Las definiciones de agroecología, por supuesto, también cambiaron. Dalgaard *et al.*, 2003, la definieron como “... el estudio de las interacciones entre plantas, animales, humanos y el ambiente dentro de los sistemas agrícolas...” y la consideraron, por lo tanto, como una disciplina que contempla estudios integrativos de agronomía, ecología, sociología y economía. A pesar de su carácter mucho más amplio, estos autores enfatizan las relaciones sociales y económicas, pero dejan por fuera del análisis las plataformas simbólicas y tecnológicas que, como se verá mas adelante, resultan imprescindibles para una definición completa de la agroecología.

Francis *et al.*, (2003) afirman que la agroecología puede entenderse como “el estudio ecológico integral de la totalidad de los sistemas alimentarios, en sus dimensiones ecológica, económica y social, o simplemente como “la ecología de los sistemas alimentarios”. Sin embargo, a juicio de Wezel y Soldat (*op. cit.*), esta definición dejaba por fuera la dimensión política de la agroecología.

Una revisión detallada del artículo de Francis *et al.*, (*op. cit.*), muestra, sin embargo otros aspectos interesantes de esta definición:

Los autores consideran que los sistemas agrícolas “...son sistemas abiertos que interactúan con la naturaleza y la sociedad y que el desarrollo de un sistema alimentario sostenible requiere colocar mayor atención a la eficiencia de todo el proceso de convertir los bienes naturales en productos que llegan a las mesas de los consumidores...”. En su opinión, ello incluye el análisis de la producción, elaboración, comercialización y consumo. Cuando la agroecología se define como la ecología de los sistemas alimentarios, se obliga a mirar más allá de la eficiencia del uso de los recursos en la producción, los impactos ambientales a corto plazo de las prácticas y las economías anuales de las empresas. La mayor parte de la energía (tal vez > 75%) en el sistema alimentario, implica procedimientos después del proceso de producción en el campo (Johansson *et al.*, 2000 citados por Wezel y Soldat, *op. cit.*).

En esta primera visión ecologista de su definición, Francis *et al.*, (*op. cit.*) se refieren a la necesidad de tener en cuenta la energía utilizada y los residuos generados en cada etapa de la cadena alimentaria, los potenciales para reciclar materiales e introducirlos de nuevo en la producción primaria, utilizando herramientas como el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) de los materiales utilizados, el análisis de emergencia, la huella ecológica y otros sistemas alternativos de valoración económica- ecológica.

Sin embargo, proponen ir más allá de los flujos de energía y materiales e incluir otras fuerzas en el sistema, tales como la economía nacional, regional y mundial, las consecuencias ambientales de los sistemas en todas las especies vegetales y animales y los impactos sociales y de salud en las personas. Afirman, finalmente, que se requiere un enfoque interdisciplinario e integrado para abordar adecuadamente la complejidad de las interacciones en el sistema alimentario total y señalan cómo la agricultura también hunde sus raíces en cuestiones éticas y en obligaciones morales. González de Molina (*op. cit.*) también se adhiere a esta concepción de la agroecología.

Dos son los problemas que, a nuestro juicio, presenta esta definición de los autores citados: en primer lugar, destaca solamente el análisis ecológico de los sistemas alimentarios y la definición da a entender que es solamente ampliando más el abanico de este análisis, como se

integra el proceso agrario. Las variables culturales hay que imaginarlas en la definición.

Por otra parte, desaparece el agroecosistema y en su lugar aparece, como centro del análisis, todo el sistema agroalimentario. Aunque la intención es adecuada, porque en el fondo la agroecología incluye variables que tocan ciertamente a todo el sistema agroalimentario y si se quiere, cuestiona profundamente los actuales modelos de desarrollo con toda la complejidad que ello implica, la definición de agroecología no puede prescindir de la idea del agroecosistema, so pena de entrar en un mundo de ambigüedades y de desplazar el énfasis a una cadena de relaciones mucho más difícil de precisar en el tiempo y en el espacio.

Por su parte Toledo y Barrera – Bassols (*op. cit.*) y Pretty *et al.*, (2008) son algunos de los autores que más se acercan a ejecutar la anhelada síntesis del encuentro entre cultura y agroecosistemas. Sin embargo, estos últimos se refieren a los aspectos culturales de la sociedad, en relación especialmente a sus intervenciones sobre la biodiversidad en general, con pocas referencias a los agroecosistemas como centro de tales intervenciones.

Como es bien sabido, el término “cultura” ha sido objeto de múltiples controversias en el seno de las humanidades o de las denominadas “ciencias sociales” y ha sido definido desde muy diversos ángulos. Se ha asociado con otros términos similares como “civilización” o “kultur”. Kuper (2001) hace un extenso análisis sobre sus distintos significados e indica que para 1950 ya los científicos sociales norteamericanos habían creado no menos de 157 definiciones de cultura. Muchas de ellas, como la de Talcott Parsons que la entendía como “...un discurso simbólico colectivo sobre conocimiento, ideas, creencias y valores...” sirvieron para separar por mucho tiempo a los sociólogos de los antropólogos, que nunca aceptaron actuar solamente en esa parcela reducida del comportamiento humano.

En el documento de Pretty *et al.*, (*op.cit.*) también se reconoce que la cultura puede ser definida bajo una miríada de formas, entre las cuales se distinguen acepciones relativas a un cúmulo de prácticas, una red de instituciones o un sistema de significados y a partir de este arsenal teórico

examinan cuatro asuntos claves para establecer los puentes necesarios entre cultura y naturaleza: 1. Las creencias y maneras de entender el mundo 2. Las formas de vida y las prácticas de cada comunidad 3. Las bases del conocimiento y del lenguaje 4. Las normas e instituciones.

El documento discute la manera como varias culturas alrededor del mundo se sienten y actúan como parte de la naturaleza y cómo, las culturas modernas u occidentales se separan físicamente de ella, a pesar de que existiría una especie de “biofilia”, que une a todo ser humano con la naturaleza a partir de nuestros posibles remotos ancestros y orígenes de cazadores – recolectores. Repasan los autores, temas claves para comprender estas relaciones en el sentido de las *formas de vida* (*Livelihoods*) que poseen muchos pueblos alrededor del mundo, las cuales terminan por modelar los paisajes biofísicos, que a su vez pueden considerarse como naturaleza antrópica o como un archivo cultural.

Luego de analizar los conocimientos y las bases del lenguaje que describen las relaciones culturales con la biodiversidad, los autores dirigen su atención a la red de instituciones que soportan su manejo, cuyos mayores valores coinciden también con expresiones altas de diversidad cultural. Pero todo ello alrededor de la idea de la conservación de la biodiversidad, no a través de prácticas agroecológicas, sino de las aspiraciones a delimitar y manejar áreas de conservación. A lo más que se refieren estos autores, es a señalar que el término de “sostenibilidad agrícola” se encuentra dentro de las múltiples expresiones actuales que ligán biodiversidad con cultura.

Por lo tanto, faltaría todavía por exponer una definición de la agroecología como espacio de encuentro entre el mundo ecosistémico y cultural.

Como ya se ha enunciado en estas páginas, la cultura en la acepción amplia del término, tal y como fue propuesto por Tylor (1871)⁹

⁹ Tylor definía la cultura como la herencia no biológica de la humanidad y se refería a ella como el todo complejo que incluye el conocimiento, la creencia, el arte, la moral, la ley y la costumbre y cualquier otra capacidad o hábito adquirido por el hombre en tanto que miembro de una sociedad...cultura es un todo, se aprende e incluye prácticamente cualquier cosa en la que se puede pensar, aparte de la biología”

y retomado por Angel (1993; 1996; 1998), abarca tanto las relaciones sociales, económicas, políticas y militares de una sociedad, sus estructuras simbólicas de pensamiento, ritos, costumbres, relaciones religiosas, marcos filosóficos, conocimientos y experiencias históricas, como sus expresiones tecnológicas (equipos, maquinarias, dispositivos, utensilios, insumos, herramientas, sistemas, vehículos). Desde una perspectiva antropológica y ambiental, estos factores pueden abordarse con mayor facilidad desde el concepto aglutinador de cultura, ya que la agricultura emerge como un proceso de coevolución entre las sociedades y el resto de la naturaleza.

En principio la cultura se entiende como un proceso adaptativo y transformador de los ecosistemas, distintivo de la especie humana¹⁰. Algunas escuelas antropológicas aceptan que, una vez disparados los mecanismos de la evolución darwiniana, los seres humanos fueron construyendo paulatinamente un mundo aparte, basados en conquistas orgánicas que les otorgaron ventajas evolutivas en comparación con otras especies: la posición erguida, la mano articulada, la aparición del lenguaje, la visión estereoscópica y el desarrollo del encéfalo, entre otras “innovaciones” biológicas, les permitieron apartarse para siempre de esa evolución biológica e iniciar el camino de la adaptación cultural, que sirvió, entre otras cosas, para su expansión y control de ecosistemas diferentes de las sabanas del África en donde probablemente surgieron los primeros homínidos.

De esta manera se desarrolló un complejo cultural expresado en la capacidad de construir y aplicar una poderosa estructura simbólica, una inextricable red de símbolos, de estructuras teóricas, de maneras de pensar, que se reúnen en la ciencia, el derecho y la filosofía como en los sistemas religiosos o en la expresión artística. La cultura, además, está inserta dentro de las organizaciones sociales que rigen tanto el poder político como el económico y que se vierten en plataformas tecnológicas que a su vez modulan los procesos de reproducción social, más allá de su acción transformadora sobre los ecosistemas.

¹⁰ Aunque algunos autores afirman que la cultura también se expresa en algunas comunidades animales.

Validos de tales atributos, los seres humanos iniciaron procesos extractivos en las primeras épocas paleolíticas, marcadas por ordenamientos sociales tribales dirigidos a la subsistencia del grupo, que posteriormente se refinaron para el acondicionamiento de hogares y adquisición de bienes materiales, vestidos y abrigos. La domesticación del fuego, marca el inicio de una era de conquistas materiales y la transformación de varios elementos simbólicos, entre ellos los mitos fundacionales de Icaro y Prometeo.

Pero fue, sin duda alguna, la aparición de la agricultura, empujada por la extinción de la megafauna del pleistoceno, lo que originó una revolución sin precedentes en la historia de la humanidad y la emergencia de nuevos roles y relaciones sociales, estructuras simbólicas diferentes e instrumentos tecnológicos novedosos, es decir, la aparición de una nueva revolución cultural: el neolítico agrario.

León (2007) apunta cómo dentro de las principales interacciones ecosistema – cultura de nivel general se sitúa precisamente la agricultura, que aparece junto a la extracción de recursos y a la ganadería como una de las primeras y más importantes acciones humanas de artificialización de la naturaleza y de la cual la humanidad aún no ha podido y tal vez nunca consiga liberarse (Figura 2).

Es notorio en la figura señalada, que las acciones humanas, dependientes de sus relaciones simbólicas, esto es, de las construcciones teóricas o mentales utilizadas para explicar el funcionamiento de los ecosistemas o para actuar sobre ellos, se traduce en una serie interrelacionada de efectos que pueden ser ecosistémicos (pérdidas de biodiversidad, contaminación o degradación de bienes naturales, disminuciones de biodiversidad, cambios en el clima) o culturales (violencia, pobreza – riqueza, paz, mejoras o deterioro en la salud, ganancias o pérdidas educativas, esclavismo, servidumbre, explotación, poder).

Todos estos fenómenos interrelacionados, ocurren igualmente en el nivel de la agricultura, acto que tampoco puede aislarse de los demás grandes procesos señalados en la misma figura. Lo interesante es que tanto la extracción de recursos, como la agricultura, la ganadería o las actividades industriales, turísticas o de solaz y contemplación de

la naturaleza, pueden estudiarse en función de los cambios que se generan tanto en las cualidades ecosistémicas como en las estructuras o bases culturales de la humanidad, a nivel de flujos energéticos, ciclos materiales o procesos de integración social, económica, política y ecosistémica.

A diferencia de las culturas de cazadores – recolectores, las culturas o grupos humanos basados en la agricultura (cuyo inicio fue diferente, por muchas razones, en el Viejo Mundo y en el Nuevo Mundo), generan una enorme cantidad de relaciones sociales y roles institucionales, disputas por el poder, aparición de jerarquías y aplicaciones de nuevos conocimientos en tal grado, magnitud y cualidad, que su diferenciación permite aumentos dramáticos de población, la conformación de aglomeraciones urbanas y la liberación de muchos individuos de la necesidad de producir sus propios alimentos y por lo tanto el desarrollo de otras múltiples actividades (Angel, 1995; Diamond, 2006).

En efecto, la agricultura en sí misma es una revolución, la revolución del neolítico. Trajo la necesidad de conocer el suelo y sus formas de abonamiento y conservación, de predecir las condiciones del clima, fabricar nuevas herramientas, construir canales, ductos, zanjas, diques y drenajes, cuidar los cultivos de plagas ocasionales, conocer las características de las semillas y su transformación en plantas adultas, inventar mecanismos para las cosechas, diseñar caminos y medios de transporte, contar e inventariar los excedentes y planear su distribución, guardarlos en ciudades-templos y repartirlos de acuerdo a estratificaciones sociales.

En estas reparticiones, bien descritas por los antropólogos, emerge la figura del Gran Jefe Repartidor a través de festines de distribución y luego, con el tiempo, lo que fue gratuito, se convierte en privilegios, derechos o exclusión. Se desarrollan entonces nuevas fuerzas de autoridad al servicio del jefe distribuidor de comida, veedoras de los trabajos de mantenimiento de la infraestructura de captación y desagüe de aguas, castas sacerdotales que predicen el tiempo, conocedores de plantas, escribas y contadores en los templos, nuevos comerciantes, ciudadanos que aplican normas de distribución y propiedad.

La alimentación constituye, de esta manera, una fuerza poderosa en el direccionamiento de las sociedades, que se transforman desde sociedades agrarias relativamente sencillas en sus inicios hasta agrupaciones humanas altamente diversificadas que logran alcanzar el *estatus* de imperios agrarios. De manera concomitante, crece la urbanización, la población, el comercio y florecen las artes liberales.

La agricultura constituye, por lo tanto, el más importante acto de transformación ecosistémica de la especie humana realizado a través de su adaptación cultural. La revolución neolítica implicó, en el oriente medio, una puesta en común de múltiples esfuerzos para domesticar plantas y animales, generando de paso la sedentarización, la construcción de aldeas y ciudades, la acumulación de excedentes, mayor especialización laboral y una estratificación social creciente, acompañada de la definición de roles productivos por género.

En Suramérica la domesticación de animales fue relativamente limitada (curíes, perros, llamas, alpacas, vicuñas) pero existieron múltiples focos de domesticación de plantas, incluyendo tanto la zona andina y Mesoamérica como la Amazonia. Alimentos de origen vegetal consumidos ampliamente en el mundo tuvieron su origen en América y fueron difundidos después de la conquista: maíz, frijol, papa, cacao, yuca, ahuyama, tomate, aguacate, ají, entre otras. Al tiempo se mantuvo el aporte de alimentos a través de la caza, la pesca y la recolección. El estudio de los sistemas agrícolas prehispánicos dentro de los cuales se destaca el control vertical de diferentes ecosistemas, la construcción de terrazas de cultivos y el análisis de los sistemas económicos indígenas actuales como los policultivos de selva tropical, permiten sacar lecciones sobre las razones de éxito o de fracaso adaptativo de varias civilizaciones (Van de Hammen, 1992; Morcote, 2006).

Por supuesto que los niveles o intensidades de artificialización de la naturaleza generada por distintos grupos humanos varía en la medida en que cambian sus procesos culturales: algunos ejemplos del neolítico americano desarrollado en Mesoamérica, los Andes o la Amazonia muestran agroecosistemas que no se alejan de lo lógica de los ecosistemas naturales, en tanto que los procesos culturales de las sociedades capitalistas modernas se apartan cada vez más de la

naturaleza, la cual incluso, bajo el paradigma transgénico pretende ser modificada y por lo tanto reemplazada en su totalidad.

Las conquistas española y portuguesa cambiaron el panorama de las revoluciones neolíticas de las nuevas zonas ecuatoriales y, en general, del Nuevo Mundo Americano, sustituyendo toda la estructura cultural, eliminando todos o la mayor parte de los conocimientos acumulados durante siglos, destruyendo la propiedad comunal de las tierras, reduciendo a la esclavitud o a la muerte a los detentores tradicionales del conocimiento, desvalorizando las prácticas agrícolas, sustituyendo especies y variedades animales y vegetales, introduciendo prácticas desconocidas de cultivo y, en fin, eliminando las bases simbólicas y organizativas de las tecnologías agrarias desarrolladas durante milenios por los grupos americanos adaptados a las condiciones ecosistémicas del trópico.

Bien entrado el siglo XX, tales herencias de dominación y despojo se hicieron sentir en cambios culturales profundos que modificaron las estructuras sociales de producción, impulsaron nuevos roles nacionales de especialización de esa misma producción impuesta por el capital internacional, generaron violentas disputas por la tierra en muchos países latinoamericanos, en especial en Colombia y marcaron el rumbo que tomaría todo el sector agropecuario, impulsado desde los años cincuentas por el nuevo paradigma dominante de la revolución verde.

Los efectos del modelo agropecuario general se hacen sentir en toda la sociedad: desde la disposición cotidiana de alimentos en las mesas de todos los consumidores, sus estados de salud, el acceso a fuentes de empleo, la disponibilidad de agua y energía, los cambios en las estructuras de precios y en los niveles de inflación, las rutas y los procesos comerciales, las negociaciones internacionales, los derechos de propiedad intelectual, el desarrollo de la ciencia y la tecnología, la educación rural y urbana, los fenómenos de cambio climático, las inundaciones, las sequías, las relaciones de poder, en fin.

La agricultura se juega pues en distintos ámbitos: domésticos, científicos, tecnológicos, sociales, comerciales, políticos, económicos e incluso,

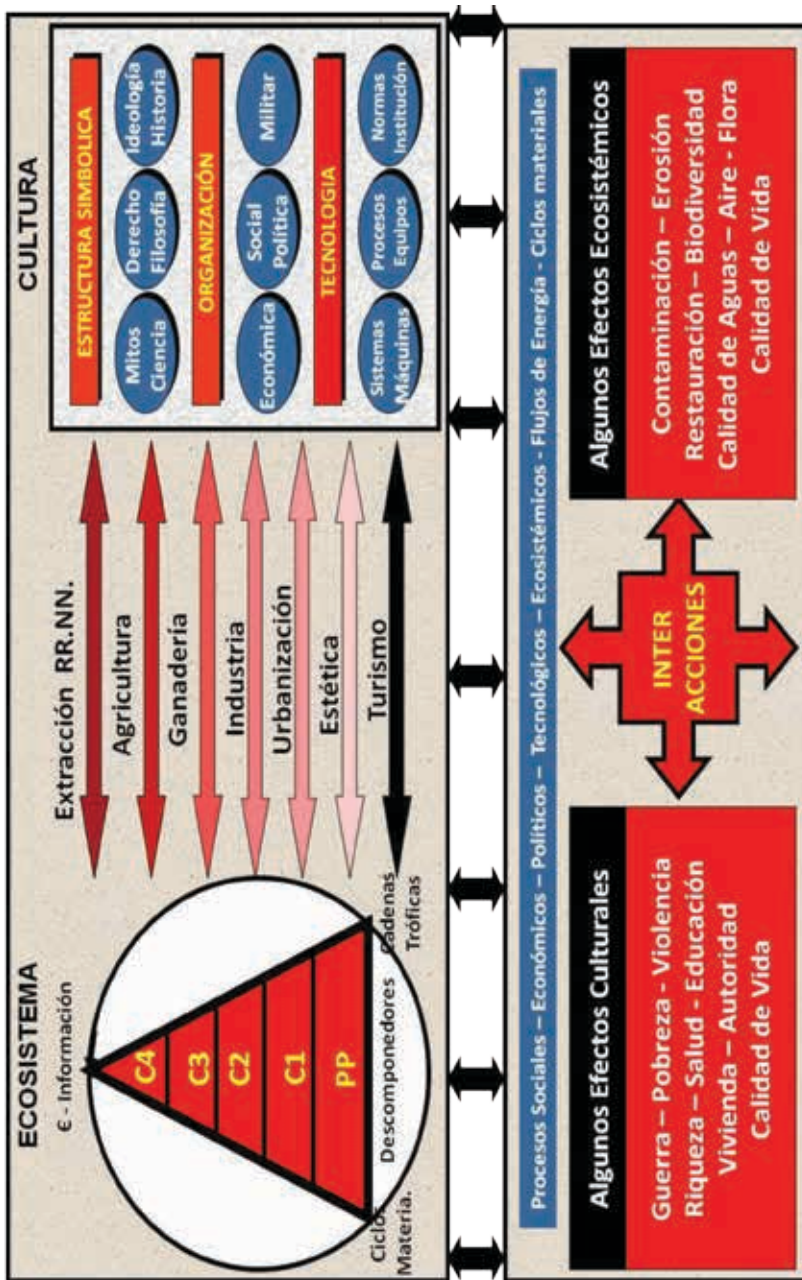


Figura 2. Algunas relaciones de nivel general entre agroecosistemas y culturas (relaciones ambientales). Elaboración del autor con base en Ángel (1998). Por limitaciones de espacio la figura no muestra otras estructuras simbólicas (arte, religión, estética...).

militares. Su descripción y estudio desborda, por lo tanto, los estrechos marcos disciplinares de la agronomía o la biología y exige la intervención de nuevos enfoques más amplios, más incluyentes que, partiendo de la naturaleza agronómica y ecológica de los sistemas agrarios, incluya el acervo cultural en su totalidad. Tal exigencia es la que enfrenta y acepta la agroecología.

A partir de estas ideas, que fueron expuestas en la extensa bibliografía del profesor Augusto Angel Maya, León y Altieri (2010) proponen, entonces, definir la agroecología como “...*la ciencia que estudia la estructura y función de los agroecosistemas tanto desde el punto de vista de sus interrelaciones ecológicas como culturales...*”. Esta definición, que guía las discusiones y el desarrollo posterior de este documento, recoge la complejidad del sistema alimentario a que se refieren Francis *et al.*, (*op.cit.*) y González de Molina (*op.cit.*), pero en lugar de situar su estudio en la esfera de la ecología, lo eleva hasta la complejidad de la dimensión ambiental y en lugar de apalancar la definición en el sistema alimentario, lo enfoca hacia el agroecosistema como unidad prioritaria de análisis, superando, obviamente, su mera concepción biofísica o ecológica.

No es, por lo tanto, una ciencia que se limita al estudio ecológico de lo que sucede al interior y al exterior de las fincas o de los campos de cultivo. Es una ciencia que abarca los estudios simbólicos, sociales, económicos, políticos y tecnológicos que influyen en el devenir de las sociedades agrarias. Incluye, por supuesto, análisis ambientales de las tecnologías utilizadas, del manejo de bienes naturales, de las visiones del desarrollo rural, de las externalidades económicas. Como se verá más adelante, es en este proceso de estudios y reflexiones ambientales, cuando la agroecología se convierte en un proceso político y social, en un movimiento contestatario y crítico de la sociedad y, a la vez, en una alternativa como sistema agrario.

II. EL AGROECOSISTEMA: OBJETO DE ESTUDIO DE LA AGROECOLOGÍA

Como se discutió anteriormente, la definición de agroecología como la ciencia que estudiara la ecología del sistema alimentario (Francis *et al. op.cit*) invisibiliza su objeto de estudio, o por lo menos lo subsume en la complejidad de los procesos de producción, transformación, comercialización y consumo de alimentos.

El agroecosistema es el concepto central de la agroecología, su objeto de estudio, su razón de ser. En principio y en términos restrictivos, se referiría únicamente a aquellos sistemas ecológicos que han sido transformados por la agricultura o, expresado de otra manera, a aquellos sistemas agrarios que se estudian bajo la lente de la ecología.

Pero, como se desprende de la discusión anterior y de la definición de agroecología propuesta por León y Altieri (*op.cit*) en el sentido de considerarla como la ciencia que estudia los agroecosistemas desde el punto de vista de sus interrelaciones culturales y ecosistémicas, resulta claro que el término debe apelar a una definición más amplia, que desborde la concepción ecologista y aprehenda las variables complejas que propone el enfoque cultural o el enfoque ambiental (entendiendo también, por supuesto, que el término ambiental no es equivalente a la idea ecologista sino que se refiere al complejo ecosistema-cultura).

La definición del agroecosistema también ha variado en el tiempo y en función de distintos autores. Altieri (1999) afirma que existen muchas maneras de definir un agroecosistema y que también resulta difícil delinear sus límites exactos. Esta idea de la relativa indefinición de los límites de los agroecosistemas también ha sido planteada por distintos autores (Hecht, *op.cit*; León, *op. cit*).

El último autor indica que la definición de agroecosistema, simple en apariencia, enfrenta dificultades epistemológicas, cuando se intenta

su definición en un marco de comprensión que supere sus límites biofísicos o, si se quiere, ecosistémicos.

Los agroecosistemas no terminan en los límites del campo de cultivo o de la finca puesto que ellos influyen en y son influenciados por factores de tipo cultural. Sin embargo, el límite cultural (social, económico, político o tecnológico) de un agroecosistema es difuso, puesto que está mediado por intereses de distinta índole y procesos decisoriales intangibles que provienen tanto del ámbito del agricultor como de otros actores individuales e institucionales. Se proyecta al conjunto de la sociedad, englobando, como bien lo expresa González de Molina (*op. cit*) “...tanto la producción de biomasa útil como todos aquellos procesos envueltos en la satisfacción del metabolismo endosomático y exosomático que tienen relación con las actividades agrarias...”.

Aunque la matriz de vegetación natural circundante y las características de los demás elementos biofísicos influyen en la dinámica de los agroecosistemas, las señales de los mercados, la disponibilidad de tecnologías, los apoyos de infraestructura y las políticas nacionales agropecuarias, entre otros factores, también determinan lo que se producirá, cuándo, con qué tecnología, cómo, a qué ritmos, para qué clase de consumidores y con qué calidad e impactos ambientales (ecosistémicos y culturales), abriendo más el espectro de lo que puede entenderse como borde o límite de los agroecosistemas, por cuanto muchos de ellos inciden en su contracción o elongación (cambios en el uso de suelos y de coberturas vegetales), persistencia en el tiempo y distribución espacial.

Un ejemplo de estas interrelaciones se puede ver en el caso de los acuerdos comerciales multilaterales. Decisiones económicas, como en el caso de la ruptura del pacto cafetero mundial en los años ochentas, provocó una reducción significativa de las tierras dedicadas a este cultivo en la zona cafetera colombiana e incrementó su sustitución por ganaderías en terrenos de alta pendiente, acelerando la erosión de suelos y la aparición de movimientos en masa, además de la introducción de café a libre exposición, con diferentes grados de exigencias en mantenimiento fitosanitario y, por consiguiente, con efectos colaterales en calidad de aguas, suelos, cambio climático y salud de

seres humanos y no humanos. Una decisión económica de política internacional provocó la reducción de más de 200.000 has de café, desde un millón a ochocientos mil en un breve lapso de tiempo.

Más allá de esta relativa indefinición del objeto de estudio, que debe y puede superarse a través de los consensos de las comunidades científicas y con el fin de posibilitar la discusión posterior que se presenta en estas páginas, adelantamos una definición de agroecosistema que recoge la complejidad del análisis planteado. En este sentido, un agroecosistema puede entenderse como “...*el conjunto de relaciones e interacciones que suceden entre suelos, climas, plantas cultivadas, organismos de distintos niveles tróficos, plantas adventicias y grupos humanos en determinados espacios geográficos, cuando son enfocadas desde el punto de vista de sus flujos energéticos y de información, de sus ciclos materiales y de sus relaciones simbólicas, sociales, económicas, militares y políticas, que se expresan en distintas formas tecnológicas de manejo dentro de contextos culturales específicos...*” (León, 2010).

La definición anterior hace énfasis en *las relaciones o interacciones* que se dan entre el mundo cultural y el mundo ecosistémico dentro de la arena de disputa representada por el agroecosistema. El orden ecosistémico está representado por elementos que en sí mismos son integradores: por ejemplo, la categoría “suelos” ya envuelve en sí misma las condiciones de relieve, clima, organismos, material parental y tiempo, que son los factores formadores del cuerpo edáfico, ampliamente reconocida por los especialistas. Se ha querido destacar en la definición el papel fundamental que juega el clima en todos los órdenes ambientales de los agroecosistemas.

Las plantas cultivadas, por supuesto, se incluyen por derecho propio en la definición porque ellas son el centro del acto agrario y la variable central de los agroecosistemas. Se menciona igualmente la constelación de organismos de distintos niveles tróficos que se asocian a los productores primarios y que van desde los descomponedores de materia orgánica (el reino arquea) e incluso transformadores primarios de la energía solar (algas verdes), hasta todos los animales representados en sus diferentes *filum* y clases que cumplen distintas

funciones en relación con el alimento y la competencia por recursos, espacio y hábitat en los campos de cultivo. Entran en esta definición no solamente los principales artrópodos (insectos) sino todos aquellos mamíferos, aves, reptiles e incluso peces que se asocian a las actividades agrarias.

Destaca la definición, del mismo modo, la presencia de las plantas arvenses (que podrían estar incluidas también en el señalado nivel de organismos de distintos niveles tróficos), porque su manejo constituye una rama clave de la agroecología.

Finalmente, la referencia a determinados espacios geográficos, pretende dar a entender que existen gradaciones geográficas y espaciales de los agroecosistemas y que ellos pueden ser delimitados de distintas formas y a diversas escalas, tópico del cual se ocupará en mayor detalle este documento.

Por supuesto que las relaciones a las que se refiere la definición planteada abarcan tanto aquellas meramente físicas o biofísicas y químicas como las de carácter ecosistémico y las culturales, que pueden ser y son dinámicas, permanentes, cambiantes, profundas y amplias o superficiales. Ya se verán, en este mismo capítulo, algunas características de tales interrelaciones.

No obstante la incidencia de los factores culturales en la delimitación física y conceptual de los agroecosistemas, el hecho cierto es que su presencia y estructura biofísica es un fuerte punto de referencia para su definición formal, porque representa obvias facilidades de delimitación espacial, comparabilidad y posibilidad de evaluación y monitoreo en términos espaciales y temporales. Es decir, que el hecho biofísico de la existencia material de suelos, climas, plantas y organismos en espacios geográficos precisos, facilita la delimitación y estudio general de los agroecosistemas.

Las discusiones se centran ahora en cuál es el nivel de definición del agroecosistema o, en otras palabras, qué es lo que se puede considerar o no como un agroecosistema y cómo inciden las variables culturales en el reto de nombrarlos y clasificarlos. De igual manera, es

necesario realizar un bosquejo general de las relaciones ecosistémicas y culturales en los agroecosistemas para entender la dimensión del reto que implica su estudio. En los párrafos siguientes se examinan estas dos cuestiones y la última, es decir, la perspectiva ambiental, se desarrollará en varios ítems importantes a lo largo del libro.

LA UNIDAD DE ANÁLISIS: ¿LA FINCA O LOS CAMPOS DE CULTIVO?

La decisión sobre qué considerar como agroecosistema es todavía difusa y no existe ningún consenso entre los estudiosos sobre cuál es la verdadera o por lo menos la mejor unidad de análisis.

El asunto no es de poca monta: se trata de definir la unidad mínima o máxima de análisis, sobre la que se puedan verter distintas consideraciones taxonómicas, funcionales, aplicadas y de transferencia de conocimientos y tecnologías e incluso, de obtener una referencia fáctica como objeto de relaciones sociales y de formulación de políticas públicas.

Muchos pensadores asimilan indistintamente el agroecosistema a las parcelas de cultivo o a las fincas individuales o al conjunto de fincas distribuidas en el paisaje. De la mano de la economía aparecen conceptos como los de sistemas de producción aplicados a unidades campesinas, agroindustriales o de base capitalista. Los sociólogos utilizan otras categorías apelando a denominaciones que tienen que ver con pequeños, grandes o medianos propietarios, arrendatarios o parceleros. Las figuras de fincas de colonos o de indígenas o afroamericanos también se introducen en estas clasificaciones. De esta manera se habla indistintamente de agroecosistemas de maíz, agroecosistemas campesinos, fincas agroecológicas, regiones de agroecosistemas, agroecosistemas de subsistencia...en fin (Tabla 1).

Una ciencia igualmente emergente como la “Ecología del Paisaje”, tampoco ha catalogado los distintos tipos de agroecosistemas y los envuelve a todos dentro de conceptos globalizantes dirigidos al estudio de matrices territoriales, en los cuales las figuras de la Estructura

Ecológica Principal o la Infraestructura de Soporte, subsumen y dan cuenta parcialmente de los agroecosistemas.

El problema podría ser de escala, pero también es de inconmensurabilidad del término “agroecosistema”. De escala, porque a niveles muy pequeños, el paisaje dominante convoca a utilizar categorías amplias como cuencas hidrográficas o territorios y en escalas muy grandes, a usar el cultivo o la finca como objeto de estudio. De inconmensurabilidad, porque, como se anotó anteriormente, las variables culturales son continuas en el tiempo y el espacio y su inclusión incide en la manera de nombrar los agroecosistemas.

Tabla 1. Algunas clasificaciones interpretativas de agroecosistemas, con distintos fines prácticos.

Clasificación		Escala de valoración		
Actividad	Agrarios	Pecuarios	Forestales	Mixtos
Cultivo principal	Cafeteros, arroceros, algodóneros...	Hortícolas	Frutícolas	Cereales
Uso pecuario	De carne	De leche	De doble propósito	
Uso forestal	Pulpa para papel y cartón	Madera - aserrío	Silvícola	Silvopastoril y otros mixtos
Tenencia de la tierra	Propietarios	Arrendatarios	Aparceros	Otras formas de propiedad
Superficie de la finca	Latifundio	Propiedad Mediana	Minifundios	Microfundios
Tiempo	Transitorios	Semipermanentes	Permanentes	
Intensidad de uso	Intensivo	Semiintensivo	Semiextensivo	Extensivo
Sistema	Convencional	Ecológico	Orgánico	Otras denominaciones
Relaciones económicas	Economía campesina	Agroindustrial		
Grupos humanos	Indígenas	Afrodescendiente	Colonos Campesinos	Agroindustriales empresariales

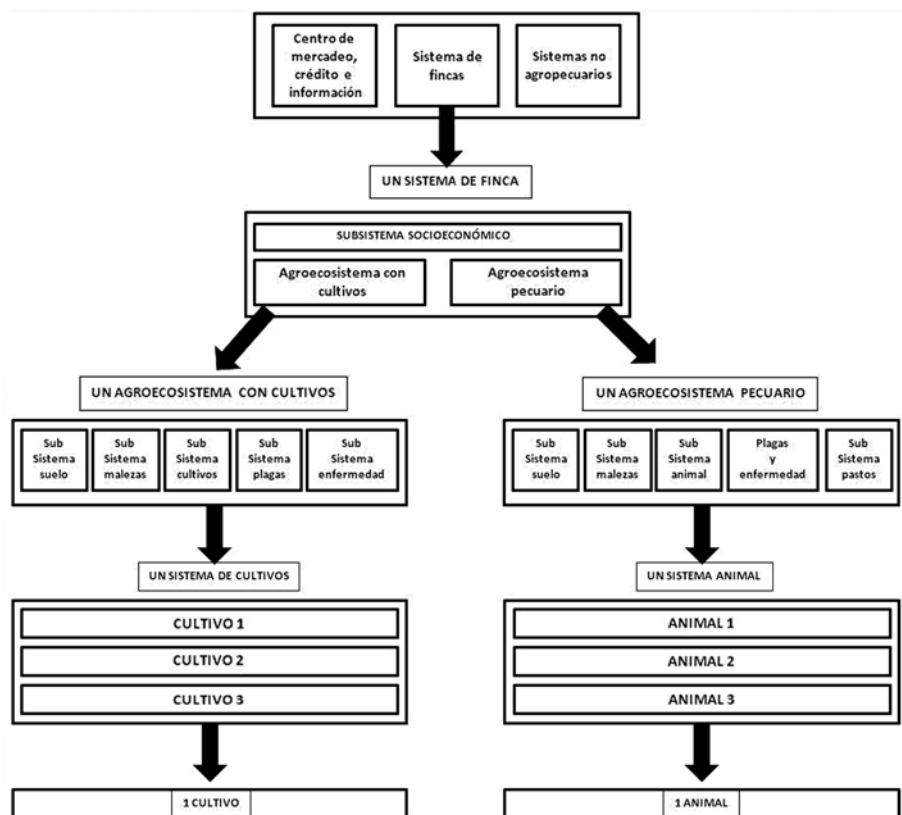


Figura 3. Jerarquía de sistemas agrícolas, de acuerdo con Hart (1985)

No obstante lo anterior, varios investigadores han realizado esfuerzos por definir y clasificar agroecosistemas en distintos niveles: uno de los principales y más conocidos trabajos en esta dirección lo ejecutó Hart (1985), a comienzos de la década de los ochentas en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) de Turrialba, Costa Rica, a partir de la teoría de sistemas.

El autor considera los sistemas agrícolas como un subconjunto de los sistemas ecológicos, lo cual no es totalmente cierto, si se considera la discusión presentada en las páginas anteriores. Resulta evidente, por supuesto, que los agroecosistemas comparten con los ecosistemas los fundamentos de las interacciones en y entre especies, los antagonismos, la alelopatía, las predaciones, los ciclos de nutrientes, las sucesiones

vegetales y animales, las adaptaciones y los desequilibrios y, en fin, las bases del funcionamiento ecológico de la naturaleza. Pero el sistema agrícola es parte de sistemas mucho más amplios, que podríamos enunciar acá como sistemas ambientales y cuya estructura, composición y función sobrepasa en mucho a los sistemas ecológicos que enuncia el autor.

Por otra parte, Hart (*op. cit*) considera a la finca como un sistema de producción y de allí colige que los agroecosistemas son subsistemas de la finca.

La idea de considerar a las fincas como sistemas de producción y a sus componentes de cultivos, pastos (producción animal - pecuaria) o plantaciones forestales como agroecosistemas específicos, resulta coherente con la definición expuesta en los párrafos precedentes y con una visión de sistemas a diferentes escalas (Figura 3). Sin embargo, incluso desde esta perspectiva la finca también podría considerarse como un agroecosistema en sí mismo (que también resulta coherente con la definición anterior de agroecosistema) o, en el peor de los casos, como un agroecosistema de nivel superior o como un agregado o conjunto de agroecosistemas.

En la Figura 3 se resume la clasificación jerárquica en que Hart (*op. cit*) coloca a las fincas, atendiendo a su visión de la teoría de sistemas. Se nota, sin embargo que en la escala superior, en donde ubica a los sistemas de fincas, las categorías del mismo nivel no resultan bien definidas, por cuanto lo que él considera sistema no agropecuario puede ser cualquier cosa y los centros de mercadeo, crédito e información resultan insuficientes, como sistemas, para explicar la complejidad de las relaciones culturales de los sistemas agrarios.

En otros apartes previos de su obra, el autor identifica sistemas regionales en donde analiza someramente otras variables y en donde indica que la región es un conjunto de componentes físicos (en donde ubica, erróneamente, al recurso suelo), bióticos y socioeconómicos, que funcionan como una unidad dentro de unos límites geográficos determinados. Las fincas vienen a ser un subsistema del sistema regional.

Más allá del espíritu reduccionista que anima la obra de Hart, su contribución es muy valiosa en el sentido que ordena el enfoque y que provee una jerarquía clasificatoria, bien documentada.

Sin embargo, contrario a los planteamientos del autor, es común encontrar en muchos documentos, la mezcla del término agroecosistema con el de finca, con una lógica que es necesario analizar:

Quienes optan por este camino, afirman que la finca es una unidad de análisis de muchísima mayor permanencia en el tiempo y el espacio que las parcelas de cultivo, praderas o sistemas agroforestales y que, por lo tanto, pueden ser delimitadas más fácilmente y con mayor precisión que aquellos. Además, la finca se maneja y se comprende mejor en términos culturales, puesto que obedece a una serie de procesos dominados por lógicas productivas marcadas por la voluntad de los propietarios y afectadas por otros parámetros, tales como los títulos de propiedad, la asistencia técnica, el acceso a créditos, el apoyo institucional, servicios de extensión e investigación, calidad de la infraestructura, respuestas a demandas de mercado o políticas públicas. También advierten que los efectos de las tecnologías se manifiestan mejor a escala de finca que de cultivo.

Las razones anteriores, por supuesto, pueden debatirse: en primer lugar, la facilidad de delimitación de una finca es relativa al acopio de información geodésica que posea una determinada entidad territorial, llámese municipio, departamento, condado, vereda o provincia. Las fincas no se reconocen directamente en los sensores remotos, es decir, “no se ven” en las fotografías aéreas o en las imágenes satelitales, lo que no pasa con las coberturas vegetales, incluyendo los cultivos, que sí son reconocibles por sus patrones o firmas espectrales. El reconocimiento espacial de una finca implica obtener información previa del propietario o de la agencia geográfica que preste tales servicios. Sin embargo, esta dificultad de reconocimiento visual, no puede ser tomada como una limitación intrínseca de la finca como agroecosistema, sino de una limitación de los estudiosos del paisaje, fácilmente remontable, por lo demás.

La movilidad espacial y temporal de los cultivos, praderas o sistemas agroforestales que conforman la finca, es mucho mayor que la de la finca en sí misma, aunque se reconozca que el cambio es una característica inherente a los agroecosistemas y que ello lo único que provoque son mayores esfuerzos de monitoreo y seguimiento. La verdad es que la desaparición y aparición semestral, anual, bianual o en lustros y décadas de las parcelas de cultivo que conforman las fincas, es un obstáculo mayor para su caracterización y nomenclatura.

Por otra parte, puede aceptarse que los mismos factores culturales que inciden sobre la existencia física, planeación, desarrollo y evolución del sistema finca, actúan también sobre los agroecosistemas de cultivo, pecuarios o forestales, que son la materialización de todos los factores culturales y ecológicos complejos que posibilitan o limitan las actividades agrarias, de tal manera que lo que pasa a nivel de finca, se refleja a nivel de sus parcelas de cultivo o praderas o sistemas agroforestales y viceversa. Ello también es cierto para los factores tecnológicos que, en últimas, más que en la finca, se aplican es sobre los cultivos, praderas o sistemas forestales y sus bienes naturales asociados (suelos, agua, biodiversidad), pero que inciden en el éxito o fracaso de la unidad finca.

Ahora bien: aunque los términos finca, hacienda, chagra, ejido u otros similares, son fácilmente reconocibles por todos los miembros de una sociedad nacional y se han insertado profundamente en el imaginario colectivo, es posible asimilarlos a una categoría eficiente para responder a muchos cuestionamientos de manejo y para innovar las soluciones que requiere el manejo agrario en general.

Dado el desacuerdo que se acaba de exponer y que en el fondo la finca también puede ser considerada como un agroecosistema, dependiendo de los intereses particulares de los investigadores, pero atendiendo igualmente a que se requieren consensos académicos en torno a este dilema, en este documento se propone diferenciar estos dos niveles, apelando a una categoría diferencial que los distinga.

Así, el sistema finca, podría ser considerado como un *Agroecosistema de Nivel Mayor* y los sistemas de cultivo, pradera o sitio agroforestal

dentro de las fincas, podrían ser considerados como *Agroecosistemas de Nivel Menor* en su materialización física, de acuerdo con el diagrama jerárquico expuesto en la Figura 4.

La figura citada merece una explicación adicional. Prácticamente todos los estudiosos del paisaje o del territorio, coinciden en afirmar que las clasificaciones jerárquicas dependen tanto de las escalas seleccionadas como de los objetivos propios de cada estudio. De esta manera, si bien la categoría de mayor nivel (país) podría guardarse para una clasificación de agroecosistemas en muchos estudios referentes al estado de la nación, la categoría “región” podría ser substituida por otros conceptos diferentes como provincia geográfica, hoya hidrográfica o departamento y el concepto de paisaje podría sustituirse por cuenca, subcuenca, subpaisaje, zona homogénea u otra que el investigador seleccione de acuerdo a sus criterios y necesidades.

¿Habría que adicionar una categoría superior al agroecosistema mayor o finca, para dar cuenta de los agregados de agroecosistemas en el paisaje? Muchos investigadores se refieren, por ejemplo, al “agroecosistema cafetero” para indicar la integración horizontal de muchas fincas cafeteras en un lugar determinado o al “agroecosistema palmero” para expresar lo mismo en el caso de grandes extensiones de palma de aceite, por citar solo dos casos.

Sin embargo, los términos “agroecosistema palmero” o “agroecosistema arrocerero” u otros similares solamente estarían informando, en caso de requerirse mapas de escala pequeña, sobre uno solo de los contenidos del agroecosistema (justamente, el cultivo principal), pero estaría dejando por fuera muchas otras de las variables culturales o ecosistémicas de esos agroecosistemas. No bastaría, entonces, con enunciar el tipo de cultivo como lo hace la metodología Corine Land Cover que se utiliza corrientemente para mapas de escala 1:100.000 o menores.

Sin embargo, queda abierta la discusión para nominar extensas zonas de agroecosistemas en donde aparezcan condiciones culturales y ecosistémicas similares. En estos casos, el paisaje ecosistémico se interrumpe y/o traslapa con el paisaje cultural y ello puede dar lugar al empleo de una categoría agroecológica de orden superior, que pudiera

ser *territorio agroecológico*, *provincia agroecológica*, *zona homogénea agroecológica* u otro parecido, que diera cuenta de esta relativa homogeneidad. Pero aún, por supuesto, resta un gran esfuerzo de debate en este sentido.

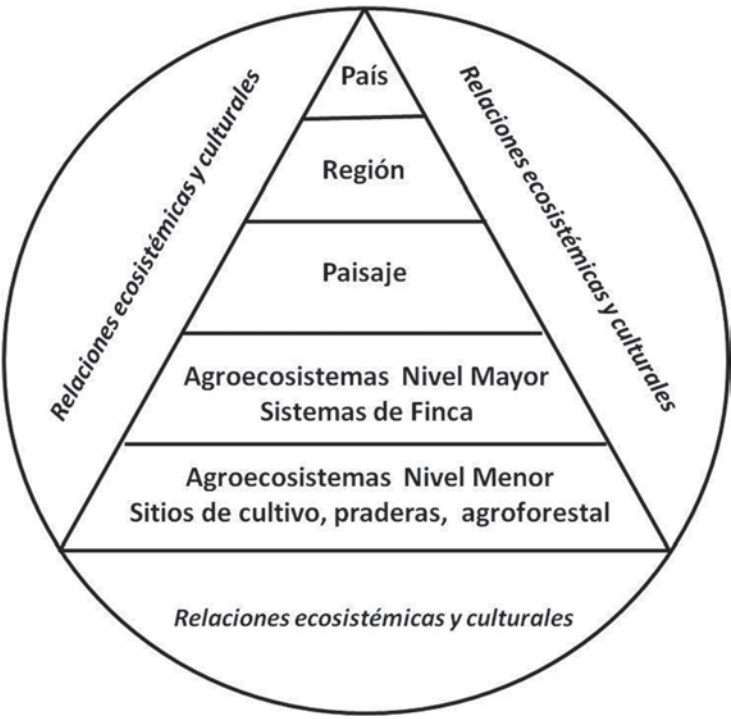


Figura 4. Posición jerárquica de los agroecosistemas en el territorio

Diversidad de agroecosistemas

Como corolario de las ideas anteriores, se puede entender claramente que existen diversos tipos de agroecosistemas, cuya clasificación sistemática, sin embargo, aún no se ha intentado. En capítulos posteriores se abordará con mayor énfasis este asunto.

Por ahora basta recalcar que la agroecología estudia todos los tipos de agroecosistema posibles, denominados ellos como se denominen y manejados como se manejen. Esto quiere decir que es tan legítimo

para un agroecólogo estudiar las complejas relaciones de una chagra indígena amazónica como las que presenta un invernadero de flores altamente tecnificado en la Sabana de Bogotá, una finca de café tradicional en Costa Rica o una hacienda ganadera del cerrado brasileiro.

En todos los ejemplos anteriores existen las complejidades ecosistémicas y culturales que delimitan al agroecosistema y todos son objeto de estudio de la agroecología, unos para rescatar sus cualidades emergentes y expandir sus beneficios y otros para extraer de ellos conocimientos y experiencias tendientes a evitar errores o a replicar los procesos sociales, económicos, agronómicos o institucionales que hayan resultado positivos para ellos y para las comunidades de seres humanos que giran en torno a ellos.

ALGUNAS INTERACCIONES AMBIENTALES EN LOS AGROECOSISTEMAS

Concentrémonos ahora en entender la naturaleza de las interacciones ecosistémicas y culturales (ambientales) a las que hace mención la definición propuesta en este documento y algunas de cuyas dinámicas se discutirán con mayor detalle a lo largo del presente libro.

La figura 5 muestra un esquema, necesariamente burdo y reducido pero de valor ilustrativo, de algunas de esas relaciones alrededor de un agroecosistema mayor.

El agroecosistema mayor en la figura expresa, a su vez, varios pero no todos sus componentes o subsistemas (algunos de los cuales son los agroecosistemas menores), como los suelos, aguas, cultivos, sitios agroforestales, praderas, animales silvestres y domésticos, enfermedades y agrobiodiversidad, a la manera de referentes, receptores y donadores de la carga de relaciones que se suscitan en su interior o que provienen de otras dimensiones, que en el esquema se han reducido a seis: las dimensiones ecosistémica, simbólica, tecnológica, política, económica y social, pero que podrían ser más (no se incluyen, por ejemplo, las dimensiones estéticas, éticas, artísticas o psicológicas, para solo mencionar unas pocas).

Todas las relaciones mostradas son de más de una vía (aunque no se indiquen en el esquema) y unen entre sí a todas las dimensiones que inciden en el agroecosistema. Este, necesariamente, posee un referente biofísico-geográfico (la finca o agroecosistema mayor) del cual emanan y al cual confluyen todas las causas y los efectos, pero indica que muchos aspectos del orden ecosistémico en esas fincas, varían al tenor de influencias que vienen del mundo de la tecnología o del mundo de la política o de las presiones sociales, mediadas ésta a su vez, por inclinaciones del orden simbólico.

La idea contenida en la figura bien puede explicar que el agroecosistema se relaciona íntimamente con el sistema agroalimentario que, como se discutió en páginas anteriores, ha sido propuesto por varios investigadores como el objeto de estudio de la agroecología. Este sistema agroalimentario que gravita sobre el agroecosistema comprende múltiples variables de comercio, patrones de consumo, salud humana, bienestar animal, política agraria, externalidades productivas, disputas por la tierra...en fin, variables todas que deben ser consideradas implícitas en la figura citada.

En el plano ecosistémico el esquema muestra fenómenos y procesos como la erosión, el clima, las interacciones múltiples de la biodiversidad (relaciones inter e intraespecíficas en distintos niveles de comunidades, poblaciones e individuos; conectividad; intercambios genéticos y de información), sus servicios ecosistémicos, los atributos de valor del paisaje, la recarga de acuíferos o la conservación general de bienes naturales, faltando por incluir muchas otras relaciones que no aparecen debido a la naturaleza reducida del diagrama.

¿Se afectan los agroecosistemas por estos procesos y componentes y a su vez los agroecosistemas influyen en la red de relaciones esquematizada? Por supuesto que sí y lo hacen de múltiples maneras, aunque ello no resulte evidente para muchos productores agrarios, en especial para aquellos que se alejan, conceptual y físicamente de sus parcelas. Los agroecosistemas inciden en y son afectados de manera significativa, entre muchos otros procesos, por el desplazamiento de especies animales, las variaciones climáticas, la erosión de suelos a distintas escalas o la desregulación del recurso hídrico, como consecuencia de

los manejos de aguas, suelos y coberturas vegetales (que incluyen todas aquellas prácticas de apertura y adecuación de terrenos, distintos tipos de labranza, uso o no de coberturas, aplicación de agroquímicos). Estas prácticas a la postre producen efectos de doble vía sobre innumerables seres y procesos afectando drásticamente sus posibilidades materiales de vida.

Por otra parte, en la práctica resultaría muy difícil abordar el estudio de todos los componentes ambientales expuestos en la Figura 5, a no ser que se conformen equipos interdisciplinarios ayudados por complejos instrumentos matemáticos y sociales de medición y aún así ello no sería suficiente. En la práctica los investigadores analizan las variables más relevantes, aquellas que en sí mismas contienen o expresan las causas y los efectos de conjuntos amplios de parámetros, que se convierten, de esta forma, en variables sintéticas plenas de contenidos de información. Ello, en función de los objetivos planteados en las investigaciones particulares y admitiendo que lo esencial de lo ambiental es el centrarse sobre las interrelaciones que ocurren en los dos pilares del discurso: la base ecosistémica y la cultura.

Preguntas que integren estos aspectos dan nacimiento legítimo a la dimensión ambiental en el plano agrario. Por ejemplo, investigaciones que indaguen sobre los efectos del uso de plaguicidas en aguas de superficie y sus implicaciones en la salud de comunidades desplazadas por la violencia; estudios que establezcan los cambios ocurridos en los grupos familiares como consecuencia del acceso a la propiedad de la tierra en regiones con reforma agraria; proyectos para determinar el impacto de determinadas normas de saneamiento ambiental sobre los ingresos de las industrias conectadas con la disminución de la contaminación y el mejoramiento de la imagen corporativa o evaluaciones del papel de la ciencia y la tecnología en la transformación de comunidades ubicadas en ecosistemas específicos... pueden ser acogidas como verdaderas investigaciones de carácter ambiental.

Trabajos de esta naturaleza podrían, si no mover las barreras de los círculos epistemológicos, por lo menos sí conmoverlas, suscitar la reflexión amplia sobre las interrelaciones de los fenómenos de

humanos con el resto de la naturaleza y romper los viejos esquemas con los que todavía se pretende abordar tales estudios.

De esta manera, en la Figura 6 se presenta un ejemplo de cómo, en el enfoque ambiental se “extraen” tales variables sintéticas de los universos ecosistémico y cultural, se colocan como causas o efectos y se las estudia en sus interrelaciones.

El ejemplo hipotético descrito en esa gráfica, ilustra la manera como pueden entenderse los cambios en el territorio, relacionados con la actividad planificada del uso de la biodiversidad ecosistémica, cuando se estudian al tiempo la incidencia de las normas vigentes sobre el uso de agroquímicos (plaguicidas), el conocimiento que de ellas poseen determinados actores y la incidencia de otros grupos interesados que utilizan las normas o se oponen a ellas en función de sus intereses de acumulación de ganancias.

Como la biodiversidad en todas sus escalas resulta un componente básico para entender varias de estas relaciones, se puede partir de ella para introducir un breve análisis de la complejidad de las relaciones ambientales (ecosistémicas y culturales) que se tejen alrededor de los agroecosistemas, aprovechando el esquema de las Figura 5 y Figura 6.

Biodiversidad y Sociedad

Las actividades pecuarias y agrícolas inherentes a los agroecosistemas afectan la biodiversidad desde el momento mismo en que se decide transformar o eliminar la cobertura vegetal natural para dar lugar a los sistemas productivos específicos. De la misma manera, las prácticas que incluyen la incorporación de elementos que subsidian el gasto energético del agroecosistema o que lo mantienen en estados fitosanitarios aceptables, inciden en los distintos niveles de la biodiversidad ecosistémica, específica o genética.

Tales relaciones pueden ser interpretadas también como impactos, cuando se refieren a fenómenos que alteran drásticamente un componente específico de la biodiversidad y como efectos, cuando se analizan

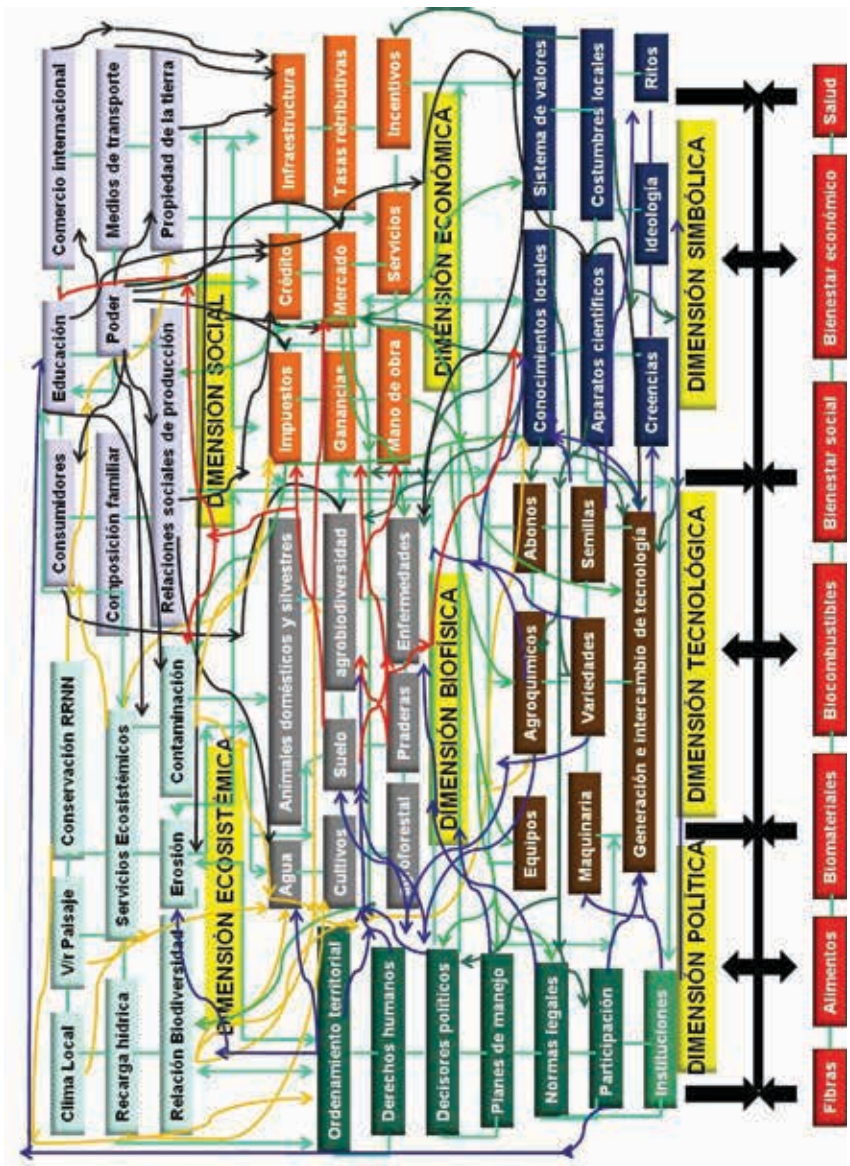


Figura 5. Esquema de algunos elementos culturales y ecosistémicos complejos relacionados en un agroecosistema mayor (finca).

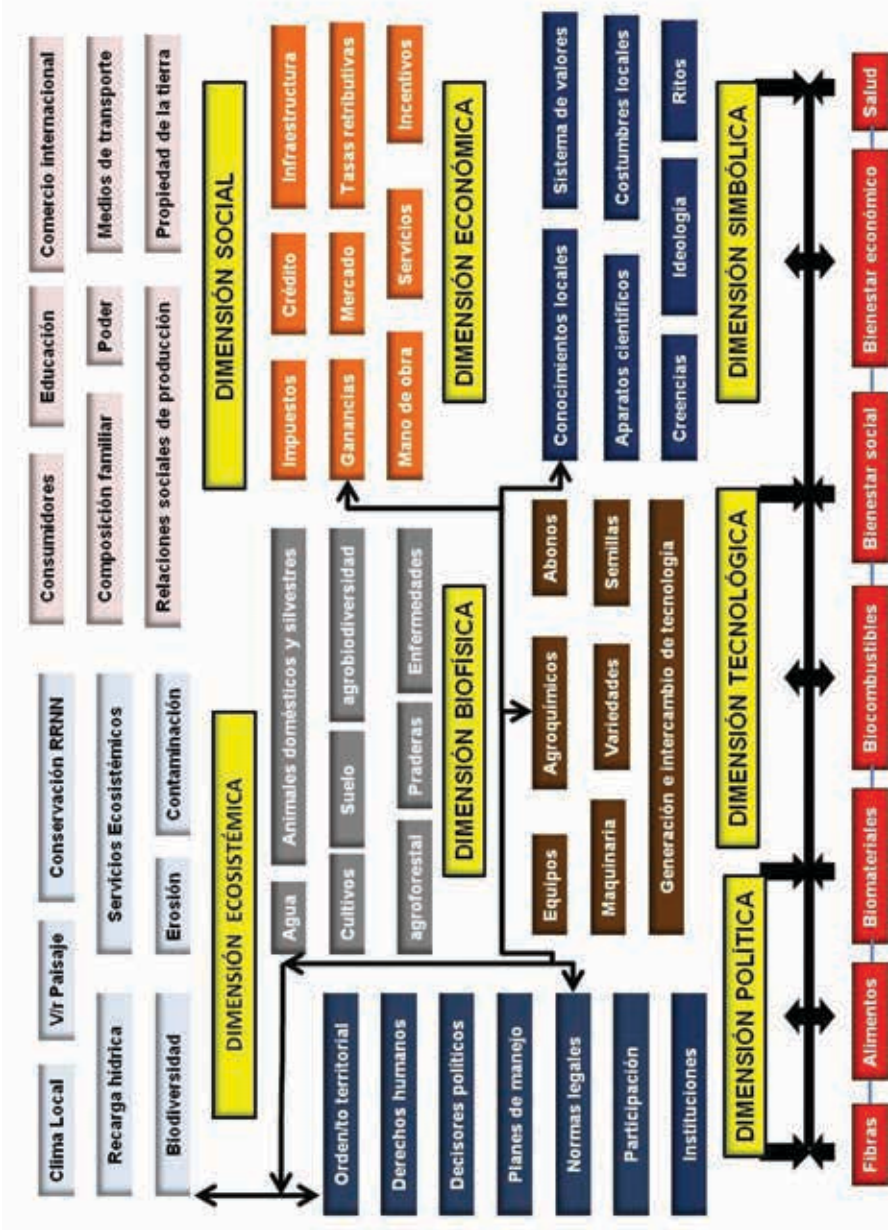


Figura 6. Simplificación de interrelaciones agroecosistémicas. Flechas indican relaciones entre pocas variables a estudiar.

las consecuencias de tales impactos, tanto a nivel espacial como temporal. El grado de afectación sobre la biodiversidad de las prácticas agropecuarias depende de muchos factores específicos al lugar y al sistema productivo y en todo caso, es necesario distinguir entre efectos sobre la biodiversidad en ecosistemas naturales y la agrobiodiversidad¹¹.

Los impactos pueden ser tanto positivos como negativos. Se entienden como impactos negativos todos aquellos que deriven en la pérdida de biodiversidad en cualquiera de sus niveles de organización (ecosistémico, taxonómico y genético), sea biodiversidad “natural” o agrícola. Los impactos positivos son aquellos que promueven la recuperación de hábitats o restauración de la biodiversidad, creación de nuevos hábitats, fomento del conocimiento y la conservación *ex situ* (INSEB, 1997).

A nivel de diversidad ecosistémica (diversidad β), los impactos negativos inmediatos de las actividades agropecuarias se asocian con la ampliación de la frontera agrícola (fragmentación) y destrucción de hábitats, mientras que los impactos mediatos se relacionan con desequilibrios climáticos, erosión o inestabilidad geológica, entre otros (INSEB, *op.cit.*).

En cuanto a la diversidad de especies (o diversidad α), los impactos se relacionan con la extinción local y/o desplazamiento de especies y con modificaciones en la equitatividad de la comunidad biótica dentro del ecosistema, es decir, en el incremento en abundancia de algunas especies y la disminución de otras. Por ejemplo, una práctica agraria puede disminuir el número de individuos de una población de insectos aplicando un insecticida, sin que la especie se extinga, pero su abundancia relativa se verá afectada y, con ella, la biodiversidad de la comunidad (Margalef, 1995).

Los agroecosistemas son sistemas relativamente simples, en comparación con ecosistemas no intervenidos y la creación de los mismos está condicionada por el ser humano. Las decisiones en este sentido

¹¹ Para efectos del presente trabajo se empleará la palabra “biodiversidad” para designar la diversidad en ecosistemas naturales, y “agrobiodiversidad” cuando se trate de diversidad agrícola y pecuaria.

están mediadas por el poder político, la capacidad tecnológica y las señales de mercado que se imponen sobre las restricciones naturales (vocación natural o capacidad de uso) de las tierras. No es de otra manera como en Colombia han aparecido las explotaciones de flores en los fértiles suelos de la Sabana de Bogotá (que se deberían dedicar a la producción de alimentos), las presiones recientes para dedicar la Orinoquia a cultivos de soya, maíz y palma de aceite o los enormes monocultivos de caña de azúcar en los vertisoles del Valle del Cauca.

En relación con las variaciones a nivel de diversidad β en agroecosistemas, los impactos posibles se relacionan con el fomento de algunos tipos de cultivos y/o el desestimulo de otros. En la medida que se propicie mayor variedad de cultivos aparecerá una mayor variedad de agroecosistemas menores y viceversa. Sin embargo, la pérdida de algún tipo de agroecosistema no representa una pérdida irreversible y su recuperación o reaparición depende, por lo general, de la voluntad humana y de las condiciones cambiantes del mercado, salvo que algunas de las variedades desaparezcan (Altieri, 1999).

Arduo es el debate en torno a los arreglos de los cultivos en los agroecosistemas mayores (biodiversidad α y β) y en él participan tanto el estamento científico que aporta evidencias, datos, pruebas e información, como los productores que deciden según su propia conveniencia, los comercializadores de insumos, los decisores políticos y hasta los mismos consumidores, a través de la demanda, mediada a su vez por un mundo simbólico de percepciones sobre el alimento, la política o el desarrollo.

Quienes se inclinan por los monocultivos aducen que ellos son necesarios e incluso esenciales en los procesos de escalamiento de la producción puesto que permiten economizar insumos, hacer más eficiente el trabajo manual y mecánico, controlar con mayor precisión los focos de enfermedades y las explosiones de plagas, operar con rapidez las distintas fases de desarrollo y manejo de los cultivos y atender eficiente y oportunamente a las demandas del mercado.

En contraposición al sistema de monocultivo, la mezcla de cultivos tiene varios beneficios. Sus defensores ven en ellos la estrategia

ideal para liberarse de la dependencia que generan los agroquímicos, manejar con menores impactos ambientales los problemas de enfermedades y plagas, resistir de mejor manera cambios bruscos en las condiciones climáticas o en las alteraciones económicas, preservar bienes naturales y estabilizar la producción.

Muchos investigadores se han ocupado de estudiar las ventajas de aumentar la biodiversidad en los agroecosistemas y sus efectos en distintos procesos ecosistémicos.

Por ejemplo, se ha demostrado que la asociación de cultivos permite un mayor control de plagas y malezas, ayuda a evitar la erosión por viento y mejora la infiltración de agua en el suelo permitiendo al agricultor utilizar menor cantidad de herbicidas y plaguicidas, los cuales afectan la biodiversidad (MacLaughlin y Mineau, 1995).

Estos autores indican que fue Leius (1967) quien describió la importancia de las flores de las hierbas adventicias en el mantenimiento de insectos predadores benéficos, que ayudan en el control de larvas de polillas parasíticas u orugas dañinas al cultivo, abriendo el camino así para comprender el papel de las hierbas adventicias en el mejoramiento de la productividad a largo plazo.

Se ha demostrado también que la asociación de cultivos permite la presencia de una mayor abundancia de coleópteros edáficos, en comparación con áreas donde se practican monocultivos.

En relación con los microorganismos del suelo, Wardle *et al.* (1999) citados por León, (2000) realizaron estudios a largo plazo de algunas prácticas agrarias y sus efectos sobre el suelo. En cultivos perennes, los tratamientos que permitieron la presencia de adventicias causaron altos incrementos en la biomasa y en la respiración microbiana, después de tres años. La biomasa microbiana se correlacionó positivamente con la biomasa de las adventicias y negativamente con la biomasa de los cultivos, efecto que pudo deberse a la mayor susceptibilidad a la descomposición de los residuos de las adventicias. Extensos trabajos en esta línea han sido desarrollados por el grupo de investigación en agroecología de la Universidad Nacional de Colombia en Palmira, bajo la dirección

de la profesora Marina Sánchez de Prager que muestran los variados roles y efectos de los microorganismos edáficos, tanto en la producción como en la conservación de bienes naturales y agroecosistemas.

Adicionalmente, muchas aves y mamíferos silvestres dependen de las plantas que los insectos polinizan, pero existe poca información sobre cómo la asociación de cultivos afecta la diversidad de animales mayores presentes alrededor de las áreas de cultivo. Es probable que los vertebrados se beneficien de la disminución en el uso de plaguicidas y, por consiguiente, de una mayor biomasa disponible de invertebrados (MacLaughlin y Mineau, *op.cit.*).

Las anteriores y otras ventajas no relacionadas en los párrafos anteriores, indican que mantener niveles altos de biodiversidad (policultivos) en los agroecosistemas mayores siempre será una estrategia que aporte múltiples beneficios en todos los planos ambientales. La pregunta es, si ello es así, ¿Entonces porqué el monocultivo es el arreglo que domina en el mundo? Las respuestas están en el lado de la cultura, tanto en el plano simbólico como en el organizacional.

A nivel simbólico se imponen las regulaciones normativas que aplican mejor para un determinado cultivo que para su mezcla, la inclinación de la ciencia a disectar y a simplificar los procesos para entenderlos, los deseos comprensibles de magnificar las ganancias a través de procesos uniformes de cultivo y la educación basada en la competencia, entre otros factores. En el orden organizativo de la sociedad, el monocultivo ofrece mayores posibilidades de acceso a mercados de alta demanda, ganancia económica inmediata sobre la base de posibles monopolios, mayores posibilidades de planear y organizar la empresa agraria, más ventajas en el control de la producción y de las relaciones obrero-patrono y facilidades de acceso a créditos con garantías únicas. En términos tecnológicos los monocultivos ofrecen mayores posibilidades de manejo con maquinaria agrícola y riego y son el objeto perfecto para introducir aplicaciones continuas de plaguicidas. En este sentido, los monocultivos son funcionales a los desarrollos de la tecnociencia, a las demandas del mercado, al poder de empresas fabricantes de estos insumos y a la acumulación de capital.

De acuerdo con los párrafos anteriores, no parecen existir dudas, entonces, en relación con la mayor diversidad y con la prestación de más y mejores servicios ecosistémicos e incluso servicios ambientales a partir de los policultivos, pero ellos no logran permear por completo el sector agropecuario, por lo menos de nuestro país.

Esto se debe en parte a que las decisiones de manejo del productor agropecuario pasan por presiones del mismo mercado (ofertas y demandas), por la presencia de compañías vendedoras de insumos funcionales al monocultivo, por procesos educativos y la visión del mundo que tenga cada individuo, por la conciencia ambiental del productor, por el equipamiento tecnológico disponible, por el acompañamiento institucional, por los conocimientos disponibles y por una serie de otras relaciones y circunstancias complejas en que se desarrolla el proceso agrario.

Las influencias sociales sobre la biodiversidad se relacionan también con el mismo grado de conocimiento que la sociedad posea sobre sus agroecosistemas, ecosistemas, especies y genotipos. Colombia, a pesar de ser considerado uno de los países de la megabiodiversidad y de tener varios institutos especializados en su estudio, no posee información estadística suficiente para monitorear sus usos y sus potencialidades ni un cuerpo sólido de investigadores formados en estas cuestiones. El Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), creado para estudiar y fomentar el uso de la biodiversidad en Colombia, fue prácticamente desmantelado durante los años 2009 – 2010 y el personal que se había capacitado por muchos años en investigaciones biológicas de distinta índole, fue licenciado sin mayores miramientos.

La educación sobre estos temas, si bien se imparte en universidades, escuelas y colegios, parece no haber superado las esferas de la decisión política ni los límites disciplinarios de los círculos de conocimiento diferentes a las ciencias biológicas o a las ciencias de la tierra. Es más, las distintas instituciones del Estado encargadas del estudio y divulgación de estos temas, se reparten en distintos ministerios y carecen de mecanismos de coordinación fuertes.

La tecnología genética disponible para transformar la biodiversidad existe principalmente en empresas transnacionales que poseen elevados capitales de inversión, pero su aplicación inmediata y su difusión en términos de beneficios ampliamente distribuidos a la sociedad, está limitada por los procesos de mercado y por la obtención de patentes que les permita a esas compañías, dirigir para su provecho los mercados nacionales. De esta manera, existen relaciones estrechas entre biodiversidad, normas, niveles políticos de decisión, mercados emergentes y el mundo simbólico. Los párrafos siguientes ilustran con algo más de detalle esta afirmación, relacionando el nuevo paradigma biotecnológico en un contexto de mayor complejidad cultural.

Manipulación genética de plantas y normas de ley – El caso colombiano

Otro impacto negativo significativo de las prácticas agrarias sobre la biodiversidad es la *erosión genética* definida como la pérdida de variabilidad genética debido principalmente a procesos continuados de endogamia, deriva genética y selección artificial.

A nivel de variabilidad genética, su pérdida constituye el principal motivo de preocupación, a diferencia de los niveles de diversidad α y β . Las políticas públicas pueden fomentar el uso de un solo tipo de cultivar, mientras que desestiman otros. Esto es homólogo a la pérdida de ecotipos en la biodiversidad ecosistémica. Tales políticas se expresan en líneas de crédito blando, con bajos intereses y largos plazos de amortización o en incentivos económicos que el Estado otorga a determinados rubros productivos.

A pesar de que muchas variedades de cultivo están protegidas contra la extinción completa debido a la existencia de bancos de germoplasma (conservación *ex situ*), su variabilidad genética puede disminuir dramáticamente si la variedad no es cultivada por mucho tiempo, dado que evita los procesos de recombinación genética entre los individuos de la variedad (CIAT, 2002). Más aún, algunas variedades ampliamente usadas en años pasados han desaparecido en Colombia por su desuso y no existen representantes *ex situ*, lo cual puede significar

que han desaparecido completamente; por ejemplo, la introducción de las habas (*Vicia faba*) en el departamento de Nariño derivó en el desplazamiento de Tarwi (*Lupinus mutabilis*), antiguamente consumido en la zona andina (INSEB, *op.cit.*).

Un caso particular de erosión y pérdida de variabilidad genética, lo constituye el modelo biotecnológico de plantas transgénicas, que genera no solo la disminución del acervo génico disponible para la sociedad, sino que representa formas diferentes de apropiación monopólica de genomas enteros y prohibiciones para que los agricultores intercambien sus semillas.

La relación de las plantas transgénicas con el mundo de la ley (que ilustra bien esas relaciones ocultas de los agroecosistemas con las estructuras simbólicas), por lo menos hasta el año 2007 está signada por actos de poca ética, que han volteado a favor de compañías transnacionales las normas que regulan la producción, el comercio y el movimiento de estos organismos modificados genéticamente (GMO por sus siglas en inglés).

La historia de los procesos que llevan a las regulaciones de GMO en Colombia, revelan su carácter de país subdesarrollado y su poca independencia en relación con poderes supranacionales. Es una historia que demuestra cómo el poder transnacional se impone frente a las necesidades y realidades del país y, específicamente, del sector agrario nacional. Es, de todas maneras, una historia reciente:

En 1998 el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) estableció el procedimiento para la introducción, producción, liberación y comercialización de GMO (Resolución 03492 del ICA) con aplicaciones preferentes para plantas transgénicas de uso agrícola, es decir únicamente material reproductivo (semillas). En ese mismo año creó el Comité Técnico Nacional Agrícola (CTNA) que en principio tenía un carácter "consultivo y asesor" del ICA. En éste participan mayoritariamente sectores públicos y privados, pero no los sectores de la sociedad civil tales como los consumidores, las ONGs, las organizaciones indígenas y campesinas y tampoco los órganos de control. Incluye representantes de los Ministerios de Agricultura y de la Protección Social, del ICA (3),

de la Universidad Nacional de Colombia, de la Asociación Colombiana de Productores de Semillas (Acosemillas), de la Asociación Nacional de Usuarios Campesinos (ANUC) y de la Sociedad de Agricultores de Colombia (SAC).

En enero de 1999 Greenpeace hizo la primera denuncia sobre la importación de maíz Bt en Colombia pero ninguna autoridad nacional tomó cartas en el asunto y se autorizó la importación del cargamento sin realizar las evaluaciones previas, con el argumento de que no había ningún peligro puesto que este maíz era para alimentación animal.

Entre octubre de 2001 y marzo de 2002 el ICA reglamentó el procedimiento de bioseguridad para GMO de interés en salud y producción pecuaria (Resolución N° 02935), conformó un grupo intersectorial liderado por varios ministerios, precisó algunos aspectos de las competencias del CTN (Decreto N° 0002/2002) y creó el Comité Técnico Nacional Pecuário. En mayo, el Congreso de la República aprobó la Ley 740 que ratifica el Protocolo de Cartagena de Bioseguridad.

Al parecer, todos estos cambios preparaban el terreno para que el país ingresara a la lista de las naciones que cultivan transgénicos. En efecto, el 15 de marzo de 2002, el ICA aprobó la liberación comercial del algodón transgénico Nucont 33B resistente a plagas de Lepidópteros y propiedad de Monsanto, a través de un procedimiento irregular puesto que el representante de esa compañía en Colombia fue nombrado, en esa misma sesión, como vicepresidente del CTN e inmediatamente después se aprobó por unanimidad la liberación comercial del algodón Bt, a partir de los resultados de sólo dos evaluaciones de campo realizadas durante un ciclo del cultivo.

Las dos evaluaciones, realizadas en la estación experimental del ICA (Turipaná - Córdoba) entre octubre de 2000 y febrero de 2001, durante un sólo período vegetativo estudiaron tanto el efecto de esta tecnología sobre las poblaciones de artrópodos y anélidos en el algodónero como la distancia a la cual el polen del algodónero era transportado por polinizadores. Sus resultados fueron considerados estadísticamente satisfactorios aunque se detectó una planta testigo (entre 5000) que había sido modificada y a pesar también de

no analizar efectos sobre otros organismos, sobre las plantas mismas o sobre los ecosistemas y agroecosistemas adyacentes.

Posteriormente el ICA, mediante la resolución 1035 de mayo 10 de 2002, autorizó la importación de semilla para la siembra de ensayos semicomerciales del algodón Nucont 33B en 2.000 hectáreas de la región Caribe, resolución que fue demandada por miembros de la sociedad civil. A pesar de perder el fallo, el ICA autorizó la liberación comercial del algodón Bt en todo el territorio Nacional, sin tener en cuenta la resolución judicial y permitió que en el año 2003 se sembraran en el país 7.000 hectáreas de algodón Bt.

Muchas críticas cayeron sobre los estudios citados y sobre el irregular procedimiento de aprobación, incluyendo la brevedad espacial y temporal del estudio, su extrapolación a todo el país, las pocas variables consideradas, la exclusión de otros factores ambientales y la no participación de las comunidades locales.

Debido a la liberación irregular del algodón transgénico, varias organizaciones de la sociedad civil, en el ámbito nacional e internacional, solicitaron la revocatoria de esta decisión y pidieron una moratoria a la liberación de GMO en Colombia, cuestionando los procedimientos citados y la transparencia ética del CTN para aprobar dichas siembras. Ninguna autoridad competente contestó estas denuncias.

El 31 de octubre de 2002 varias ONG¹² interpusieron una “Acción Popular” ante el Tribunal Administrativo de Cundinamarca el cual falló en contra del Ministerio de Ambiente y Monsanto, por no tramitarse una Licencia Ambiental para la introducción al país del bioplaguicida algodón Bt. En la sentencia, se ordena suspender la autorización dada por el ICA para la importación y siembra del algodón transgénico en Colombia y también se ordena al Ministerio de Ambiente, exigir a la Sociedad Monsanto Colombiana INC, el trámite de licencia ambiental previa a la importación y siembra de algodón Bt.

¹² Entre ellas el Grupo Semillas liderado por el ingeniero agrónomo Germán Vélez, destacado ambientalista colombiano.

Pero ni el Ministerio de Agricultura ni el de Ambiente aceptaron este fallo. En septiembre de 2005 éste último otorgó, en menos de un mes, una licencia ambiental para un nuevo algodón transgénico de tecnología conjunta (Bt resistente a Lepidópteros y RR de resistencia al herbicida Glifosato). En octubre del mismo año ambos ministerios radicaron en el Senado de la República el proyecto de Ley 106 (que no prosperó) que buscaba eximir definitivamente el trámite de licencia ambiental para los organismos transgénicos.

Finalmente, en diciembre se expide el Decreto 4525 que reglamenta el uso de transgénicos en Colombia, el cual define los ministerios que tienen competencia en materia de bioseguridad y crea tres comités técnicos nacionales. El articulado completo de este Decreto es un remolino de inconsistencias técnicas y atomiza y diluye las funciones y las evaluaciones de bioseguridad que se deben realizar, sin tener en cuenta los aspectos de manera integral.

Luego del fallo en primera instancia del Tribunal Administrativo de Cundinamarca que derogó la autorización del ICA para introducir el algodón Bt en la región Caribe, en febrero de 2005 el Consejo de Estado, falló en segunda instancia y determinó no procedente la licencia ambiental para este caso específico, puesto que consideró que la solicitud de Monsanto y la resolución que aprobó estas siembras, fueron anteriores a la entrada en vigencia de la Ley 740 de mayo de 2002, aprobatoria del Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad en Colombia. Sin embargo dispuso que todas las solicitudes para cultivos GM posteriores a la entrada en vigencia de dicha ley, tienen la obligación de tramitar licencia ambiental ante el Ministerio de Ambiente.

Pero el Consejo de Estado da marcha atrás. El 23 de septiembre de 2005 el ministro de agricultura le hizo una consulta solicitando el concepto de esta instancia sobre la normatividad vigente para introducir organismos vivos modificados en Colombia y sobre el fundamento legal de la exigencia de licencia ambiental para transgénicos. A pesar del fallo emitido por esta instancia en febrero de 2005, el cual fue claro en precisar que los transgénicos deben tramitar licencia ambiental después de la entrada en vigencia del Pro-

toloco de Cartagena, el 7 de diciembre, el Consejo de Estado emitió su concepto, en el que explícitamente considera que los transgénicos no deben tramitar dicha licencia. Ordenó, sin embargo, realizar seguimiento y evaluación de las actividades desarrolladas por la empresa Monsanto de Colombia Inc., y la integración de una comisión conformada por el Ministerio de Ambiente, Ministerio de Protección Social y el ICA, bajo la coordinación de la Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios. Esta comisión nunca se reunió.

Además, el 3 de marzo de 2007 el entonces ministro de agricultura Andrés Felipe Arias, anunció oficialmente la autorización de siembras semicomerciales en varios departamentos del país, de dos tipos de maíz transgénico: resistente al glifosato y tolerante a algunos lepidópteros y de cultivos transgénicos semicomerciales de yuca, arroz, rosa, caña y café para 2008. Tales decisiones se tomaron sin los más mínimos estudios de bioseguridad.

Mientras tanto, estudios independientes del Grupo Semillas confirmaron la presencia de soya transgénica en alimentos (Bienestarina) de asistencia humanitaria donada por los Estados Unidos para niños pobres en 2002 y el 2 de septiembre de 2002 apareció una nota del semanario El Espectador informando que “desde hace dos años los colombianos importamos alimentos genéticamente modificados para el consumo interno y que en varios sectores de los Llanos Orientales se cultiva con semillas de maíz y soya tratadas genéticamente, sin control por parte del Estado y menos con advertencia a los consumidores. Las autoridades sanitarias y ambientales niegan que haya consumo y siembra de productos genéticamente modificados en el país. Pero reconocen que no se posee la tecnología necesaria para diferenciarlos del banco nacional de semillas...”

Del breve análisis anterior se concluye que los mayores problemas relacionados con bioseguridad de OGM en Colombia son:

- Una voluntad política del gobierno nacional (por lo menos en la administración Uribe) para aprobar a todo trance

- las plantas transgénicas, sin considerar sus consecuencias ambientales (sociedad-naturaleza).
- Regulaciones normativas que juegan a favor de los OGM, impulsadas por el gobierno nacional.
 - Un Ministerio de Ambiente débil y plegado a la voluntad de los sectores productivos y del Ministerio de Agricultura.
 - Poca capacidad técnica y operativa del aparato científico nacional para evaluar riesgos no solo al interior de las plantas modificadas genéticamente, sino a nivel ecosistémico, social, político y económico.
 - Poca reacción de la sociedad civil, generalmente mal informada.

Particularmente alarmante es la reciente aprobación de la Resolución 970 de 2010 del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) norma que, en algunos de sus artículos, literalmente prohíbe a los agricultores (artículo 13 y 14) producir, almacenar, acondicionar y transferir a título gratuito (es decir, intercambiar o regalar) semillas de cultivares distintos a los autorizados por esa entidad o poseer a cualquier título semilla que no cumpla con los requisitos de esa resolución.

El artículo 15 de esa Resolución que a todas luces se nota claramente que fue diseñada para favorecer a los productores de semillas transgénicas y que el Estado debería eliminar inmediatamente, indica textualmente que “ el agricultor interesado en reservar producto de su propia cosecha para usarla como semilla en su misma explotación o cultivo, debe: 1. Solicitar, previo al acondicionamiento, *autorización al ICA* indicando donde lo realizará, la ubicación y el área del predio donde pretende cultivar 2. Tener *una única explotación agrícola por ciclo de siembra, igual o menor a cinco hectáreas cultivables*, dependiendo de la especie 3. No haber superado la densidad de siembra establecida por especie 4. Demostrar que en la explotación ha utilizado semilla certificada o seleccionada 5. *Tener el predio donde ejerce su cultivo o explotación a una distancia mayor de 1.000 metros* respecto del predio en donde otro agricultor se encuentre haciendo uso de esta reserva sobre el mismo género o especie vegetal y 6. *Utilizarla para su propio uso y no entregarla a terceros bajo ningún título...* es decir, toda una inquisición y una prohibición expresa para intercambiar semillas,

acto milenario y autónomo de los agricultores, birlado por una norma nacida de profundos intereses comerciales.

Afortunadamente para el país, luego de instensas discusiones en el año 2013, suscitadas por denuncias de algunos ambientalistas, el Instituto Colombiano Agropecuario tomó la decisión de revisar la norma y expedir una nueva, conforme a las críticas expresadas por distintos sectores.

Ahora bien, es necesario entender que detrás de estas decisiones, normas y movimientos de intereses económicos, y por fuera de la voluntad política, existen fuerzas nacidas de la percepción que tienen los individuos sobre lo que es conveniente, bueno o ético. El mundo simbólico, el de las representaciones y los deseos, el de las construcciones teóricas y la ideología, actúa en quienes poseen el privilegio y la responsabilidad de decidir sobre los destinos de las masas de manera distinta y muchas veces en corrientes opuestas al interés general. ¿Qué tipo de ideología se esconde detrás de los funcionarios colombianos del ICA que redactaron la ley de semillas? ¿Cuál es su nivel de compromiso con las compañías transnacionales? ¿Entienden ellos qué significa la sustentabilidad ambiental de la sociedad? ¿Qué clase de mundo visualizan los defensores e incluso los detractores de los organismos genéticamente modificados?

UN MODELO ECOSISTÉMICO DE RELACIONES VISTO DESDE LO AMBIENTAL

Volvamos al análisis de las relaciones ecosistémicas en los agroecosistemas mayores y menores, con el énfasis puesto de nuevo en la biodiversidad, para ampliar la mirada hasta sus relaciones culturales complejas. Silva y Valenzuela (2003), elaboraron el siguiente modelo de impactos ecosistémicos (Figura 7) que no recoge todas las posibles prácticas, ya que, por un lado, supone la existencia *a priori* del agroecosistema y, por otro, invisibiliza algunas prácticas de poscosecha que no se realizan en el área de cultivo como tal. No obstante, el modelo sirve a los propósitos de ilustrar la complejidad de las relaciones en el nivel ecosistémico:

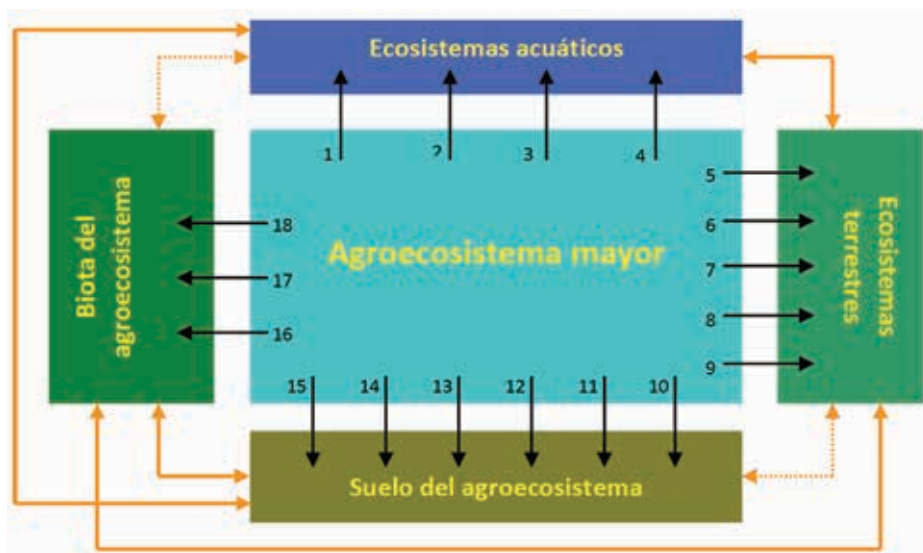


Figura 7. Modelo de impactos ecosistémicos de las prácticas agropecuarias sobre la biodiversidad. Fuente: Silva y Valenzuela (2003).

Dentro de los impactos sobre los ecosistemas acuáticos se distinguen los siguientes:

1. Cambios en la turbidez del medio acuático por ganancia de partículas en suspensión.
2. Contaminación de aguas subterráneas y, posteriormente, de ríos o lagos, por lixiviación de sustancias agregadas al suelo del agroecosistema.
3. Contaminación por desechos sólidos.
4. Dsecación de humedales.

Los impactos identificados sobre ecosistemas naturales terrestres son los siguientes:

1. Destrucción de hábitats, lo cual está relacionado con la expansión de la frontera agrícola y/o pecuaria. Esto puede incluir combinaciones de prácticas como tala y quema.
2. Contaminación por agroquímicos dentro del ecosistema.
3. Transferencia y acumulación de partículas de suelo dentro del ecosistema.

4. Introducción de especies exóticas.
5. Alteración de la abundancia de especies móviles favorecidas por el agroecosistema (plagas).

Los impactos sobre el suelo son los siguientes:

1. Erosión.
2. Pérdida de materia orgánica y desequilibrio en poblaciones edáficas.
3. Compactación de las capas arables.
4. Pérdida de la estructura del suelo.
5. Alteración de los niveles de nutrientes y equilibrios iónicos por aplicación de fertilizantes.
6. Disminución o, en algunos casos, eliminación de componentes de la biota edáfica y contaminación de suelos (persistencia de subproductos tóxicos) por aplicaciones de plaguicidas.

Los impactos sobre la biota de los agroecosistemas son:

1. Eliminación o reducción de plantas arvenses por aplicaciones de herbicidas
2. Reducción y/o eliminación de biota aérea y terrestre como consecuencia de aplicaciones de plaguicidas (insecticidas, fungicidas).
3. Reducción y/o pérdida de especies debido al uso continuo de monocultivos.

Por último, los impactos sobre cualquiera de los cuatro tipos de ecosistemas (terrestres, acuáticos, suelo o biota de los agroecosistemas) tendrán efectos indirectos en los demás (flechas de color naranja). Los impactos sobre los ecosistemas acuáticos tendrán incidencia en los ecosistemas terrestres, más aún cuando la mayoría de los remanentes de ecosistemas naturales son las zonas de ribera. Los impactos sobre estos últimos afectarán, a su vez, los ecosistemas acuáticos. De igual forma, los impactos sobre el suelo incidirán sobre la biota del agroecosistema y viceversa (flechas continuas).

Sin embargo, los impactos sobre los ecosistemas terrestres tienen poca o nula incidencia sobre el suelo del área sometida a las prácticas agropecuarias. Por otro lado, los impactos sobre la biota del agroecosistema inciden de manera muy indirecta y poco significativa en los ecosistemas acuáticos (flechas discontinuas). Adicionalmente, los impactos sobre el suelo tendrán efectos en los ecosistemas acuáticos y viceversa, así como los impactos sobre los ecosistemas terrestres tendrán efectos sobre la biota del agroecosistema y viceversa.

No es objeto de este libro el analizar de manera exhaustiva los efectos generales de las prácticas agropecuarias sobre los entornos ecosistémicos, aunque sí resulta útil mencionarlos someramente adicionando algunos comentarios sobre sus relaciones culturales generales, a la manera en que fue propuesto por Silva y Valenzuela (*op.cit.*), quienes organizaron y analizaron tales procesos en las siguientes categorías:

1. Adecuación del espacio físico

- Destrucción de hábitats: esta categoría incluye la remoción de la cobertura vegetal natural (mediante tala y/o quema), fragmentación, desecación de humedales, inundación, remoción del barbecho, entre otras.
- Preparación del suelo: incluye los diferentes tipos de labranza (mecanizada, mínima, cero), tratamiento de semillas, fertilización y abonamiento.
- Construcción de infraestructura: esto incluye la construcción de instalaciones para el mantenimiento, manejo y crianza de animales, bodegas de almacenamiento, áreas de transformación y sistemas y de riego.

2. Siembra o introducción de especies de interés

- Variedades: esta categoría hace referencia a los tipos de cultivos y sus variedades, así como las razas de uso pecuario. También comprende el origen de las semillas, es decir, si son certificadas o no o si son transgénicas; también el origen de los animales, es decir, si son razas importadas, criollas o híbridos.

- Invasión de especies foráneas en ecosistemas naturales.
- Arreglo del cultivo: contempla las posibilidades de combinación o sucesión en el tiempo de los cultivos (monocultivo, policultivo, sistemas agroforestales, sistemas silvopastoriles).

3. *Cultivo o crianza*

- Manejo y control de plagas: implica el uso de plaguicidas, medicamentos aplicados a los animales y demás sustancias químicas empleadas en el manejo y control de las poblaciones de cultivo o crianza, así como el control cultural de arvenses.
- Riego
- Manejo de residuos: implica las prácticas de disposición final de los residuos tanto sólidos como líquidos.

4. *Producción o cosecha*

- Cosecha: incluye la recolección y manejo de los productos del cultivo.
- Producción: comprende el manejo de los animales para el sacrificio o para la obtención de sus productos (leche, huevos, entre otros).
- Manejo y disposición de subproductos
- Manejo y disposición de residuos

5. *Postproducción o Postcosecha*

- Procesos postcosecha: incluye actividades típicas de cada sistema productivo (p.e. en café: secado, trillado, otros).
- Transporte
- Distribución
- Uso industrial

Ahora, permítasenos realizar un análisis ambiental parcial de algunos de los procesos ecosistémicos identificados por Silva y Valenzuela (*op. cit.*), a fin de ilustrar en algo las relaciones ambientales que tales efectos desencadenan.

Destrucción y Fragmentación de Hábitats

En la adecuación primaria del espacio físico para introducir campos de cultivo o pastizales generalmente se destruyen hábitats, actos que generan homogeneidad funcional sobre el paisaje, fragmentando ecosistemas o reduciendo su área efectiva. Ello puede deberse a la remoción de la cobertura vegetal (tala), quema, desecación de humedales o inundación de terrenos, entre otras causas, jalonadas a su vez por distintos tipos de interés económico e incluso político. Estos intereses no son más que la expresión de conflictos por la apropiación de la tierra y de los territorios, fenómeno que ha causado tanto las pérdidas referidas de biodiversidad, como la destrucción de culturas pre-colombinas completas, desde la época colonial en la que la tierra pasó de ser un activo comunitario a un símbolo de poder hasta los tiempos contemporáneos en los que la frontera agraria avanza impulsada por distintos procesos globales de urbanización, cambios de dietas, incremento de las huellas ecológicas de países ricos y acaparamiento de recursos.

La pérdida de biodiversidad por destrucción de hábitats es, con seguridad, el evento donde la magnitud de la pérdida es máxima en relación con las otras prácticas agropecuarias. Por supuesto, la pérdida es local y no implica necesariamente la extinción de las especies ni la desaparición completa del ecosistema, es decir, muchas de las especies afectadas pueden sobrevivir en los remanentes no alterados, lo cual deriva necesariamente en el problema de la fragmentación de ecosistemas (Whitemore, 1997 en: Sánchez-Barrera, 1999).

Saunders *et al.*, (1991) al igual que Perfecto *et al.*, (2009) plantean que los paisajes rurales generalmente son un mosaico de tipos de agroecosistemas (la matriz natural) y de remanentes de los ecosistemas originales. Las comunidades bióticas que poseen dichos remanentes sufren procesos específicos resultado de la fragmentación, aislamiento y disminución de la extensión original del ecosistema. Los remanentes se ven afectados tanto por las condiciones nuevas de fragmentación y aislamiento, como por las dinámicas de los agroecosistemas que los rodean.

Varios efectos principales se presentan como consecuencia de la fragmentación: la alteración del microclima dentro y alrededor del remanente, su aislamiento de los demás remanentes en el paisaje circundante y la modificación del régimen hidrológico al alterar varios de sus componentes. La remoción de la vegetación natural cambia las tasas de captación de aguas lluvias y la evapotranspiración, y en consecuencia, los niveles de humedad del suelo. Asimismo, la filtración de agua a través del suelo también se ve alterada. Todo ello tiene implicaciones profundas en la presencia de crecidas súbitas o de inundaciones en épocas de mayores lluvias y de sequías prolongadas en épocas de menores niveles de precipitación y afectan, vía cambios microclimáticos, a los agroecosistemas adyacentes y, por supuesto, a productores y consumidores.

Según los datos de la lista roja de especies amenazadas de la Unión Mundial para la Naturaleza UICN (2002), la destrucción de hábitats y la degradación de los ecosistemas afectan al 89% de todas las aves amenazadas, 83% de los mamíferos y 91% de las plantas que han sido evaluadas. Esta entidad también reporta que los hábitats con el número mayor de mamíferos y aves amenazadas son las selvas húmedas tropicales de tierras bajas y de montaña. Los hábitats de agua dulce son sumamente vulnerables y es donde muchas especies de peces, reptiles, anfibios e invertebrados están amenazadas.

Un ejemplo claro de la pérdida de biodiversidad debida a la destrucción de hábitats lo suministra el estudio en aves de la Cordillera Central Andina de Colombia realizado por Kattan en 1992. Este investigador observó que de 273 especies, el 62% estaba amenazado debido a la deforestación extensiva del bosque, lo cual se relacionaba con la dependencia de dichas especies a su hábitat natural (bosque de niebla), originalmente extensas y continuas en la zona norte de los Andes.

La disminución de especies e incluso su extinción local, puede tener consecuencias sobre los mismos agroecosistemas implantados vía destrucción de ecosistemas, porque muchas especies afectadas buscarán alimento en los campos de cultivo o dejarán de actuar sobre otras especies que podrán convertirse en plagas para los mismos cultivos.

Varias son las fuerzas motoras de tipo cultural que impulsan la expansión de la frontera agrícola en algunos países, a costa de la integridad de ecosistemas poco o nada disturbados. La UNEP (2014) indica que tanto los menores incrementos de rendimiento en los cultivos, el crecimiento poblacional, la creciente urbanización, el cambio en las dietas y la demanda de tierras para biocombustibles y biomateriales, al igual que la especulación y compra de tierras por extranjeros, son todos factores globales que explican esta tendencia de degradación de tierras y ecosistemas.

Los autores del informe indican que, durante los últimos diez años la deforestación ha ocurrido a un ritmo aproximado de 13 millones de hectáreas por año. Señalan que la expansión de las tierras de cultivo es la principal causa de deforestación en todo el mundo. La superficie de bosque primario ha disminuido alrededor de 40 millones de hectáreas desde el año 2000, mientras que las plantaciones han aumentado en alrededor de 5 millones de hectáreas por año desde 2005. De hecho, la conversión a plantaciones forestales representa el 6 y el 7% de las pérdidas de bosques naturales en los países tropicales y esta tendencia ha sido especialmente frecuente en Indonesia (Cossalter y Pye-Smith, 2003). Mientras que en Europa han aumentado los bosques desde 1990, en América del Sur, África y el sudeste de Asia siguen siendo altos los índices de deforestación. Esto es especialmente problemático debido a la enorme biodiversidad que existe en estos países. También significa que cada vez más se deterioran las funciones vitales que desempeñan los bosques en el almacenamiento y regulación de carbono, así como el mantenimiento de las regulaciones hídricas (PNUMA *et al.*, 2009).

Desecación de Ciénagas y Humedales

La desecación de ciénagas y humedales, por su parte, ha sido común en las planicies inundables de la zona Caribe colombiana y en los valles aluviales de la región Andina, especialmente de los ríos Bogotá y Cauca. La desecación de humedales elimina la gran mayoría de las especies que habitaban dichos ecosistemas. Algunas especies se verán desplazadas y deberán habitar los humedales restantes. Otras especies, aquellas

sin capacidad de movimiento, desaparecerán localmente. Finalmente, habrá algunas pocas que logran adaptarse a las nuevas condiciones y otras a las cuales la desecación les es favorable.

Desecar ciénagas y humedales para introducir praderas o cultivos, genera a la larga, efectos de *boomerang* sobre los mismos agricultores o ganaderos.

La prueba más dramática la constituye los recientes fenómenos de inundación en las zonas que bordean la laguna de Fúquene en Boyacá (en 2010 – 2011), cuyo espejo de agua se vio continuamente reducido por la apropiación que de ella hicieron los productores agrarios de la zona y el cual tiende a recuperarse naturalmente, en los períodos de lluvias intensas, causando enormes pérdidas a los invasores.

El proceso de colmatación de esta laguna fue parcialmente documentado por Cortés (1989), quien encontró que en un período de 28 años (entre 1955 y 1983) la laguna había perdido 659 hectáreas, favoreciendo a los propietarios de los predios aledaños, quienes utilizan las tierras conquistadas especialmente en siembra de pastos para ganaderías de leche. El autor, citando a Donato *et. al.* (1987) indicaba, además, que para esa fecha existían problemas de deterioro de la calidad de agua y colmatación del vaso de la laguna, fenómenos que acelerarían su deterioro hasta convertirla en área fangosa en los próximos 50 o 60 años.

Casi 23 años después de ese escrito, las fuertes inundaciones que afectaron principalmente al valle de Ubaté, le dieron la razón al profesor Cortés. Las recientes inundaciones de la Sabana de Bogotá (años 2010 y 2011), que causaron enormes pérdidas económicas a habitantes rurales y urbanos de esta aglomeración y que dieron para que, con todo el país, Colombia fuera clasificada como la tercera nación en recibir los más duros efectos del cambio climático en el planeta, son solo una muestra de los efectos no previstos de la desecación de cauces naturales, potenciados por los continuos sedimentos que llegan a los ríos como parte de la erosión de suelos en las cuencas, producto a su vez de los sistemas convencionales de manejo basados en monocultivos. La Némesis de la naturaleza actuando.

En otro contexto, en la costa norte del país, la desecación de humedales ha afectado las poblaciones de bocachico *Prochilodus magdalenae*, la especie íctica más importante a escala comercial en la pesca continental en Colombia, que pasa una gran parte de su vida en las ciénagas de la Llanura Caribe. Las grandes poblaciones de bocachico han sido no sólo el sustento de las poblaciones humanas dependientes de la pesca, sino también de una gran cantidad de especies acuáticas y terrestres, debido a que ella se encuentra en la base de la cadena trófica.

Mojica *et al.* (2002) clasifican esta especie en el ítem “En Peligro Crítico de Extinción” (la categoría de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) donde se colocan las especies más amenazadas), debido principalmente a que sus poblaciones se han visto sobreexplotadas por muchos años. En 1999, las capturas totales de bocachico alcanzaron 6.000 toneladas, lo cual corresponde aproximadamente a un 15% de las 38.000 toneladas que se alcanzaron en 1978; en otras palabras, las poblaciones de bocachico se redujeron en un 85% durante ese período de 21 años. La sobreexplotación, sumada a la destrucción de su hábitat natural (desecación de ciénagas para implantar praderas), ha conducido a esta especie al borde de la extinción, afectando a todas las demás que dependían alimentariamente de sus poblaciones naturales y a los grupos de pescadores que derivan parte de su subsistencia de este recurso, ahora escaso.

Desde otra perspectiva, la productividad para el ser humano de los humedales es mayor que la de los pastizales que los reemplazan. De una parte, la cantidad de biomasa que es posible extraer para consumo humano de los humedales, por concepto de pesca y otras actividades extractivas, es mayor que la biomasa de ganado vacuno que el pastizal es capaz de soportar. Por otro lado, los bienes y servicios que se obtienen del humedal son, por lo general, públicos y sus beneficiarios son poblaciones de pescadores de bajos recursos; en contraste, los pastizales para ganado vacuno son generalmente privados¹³.

¹³ Germán Márquez, Profesor asociado Departamento de Biología e Instituto de Estudios Ambientales IDEA, Universidad Nacional de Colombia. Noviembre del 2002.

Labranza de Suelos

Otras prácticas comunes en la agricultura cuando se trata de adecuar el espacio físico, son los procesos de labranza, dirigidos a propiciar ambientes favorables para la depositación y germinación de las semillas. En general ello incluye varios pases de arados y rastrillos para voltear y pulverizar el suelo, tendiendo a fabricar una cama de partículas edáficas sueltas.

Los efectos ecosistémicos de estas prácticas han sido ampliamente documentados por distintos autores y es generalmente aceptado que los suelos continuamente arados presentan problemas de degradación de la estructura y compactación que limitan los intercambios gases – líquidos, disminuyen su capacidad de retención de humedad en la zona de nutrición radicular, segregan las poblaciones bióticas, se erosionan fácilmente y, en consecuencia, disminuyen la producción vegetal de manera significativa.

En relación con la compactación del suelo, Ikeda *et al.*, (1997) citados por León (2000) reportaron que los números de bacterias cultivables y de *Pseudomonas* fluorescentes en los rizoplanos de melón y maíz se encontraban en mayores cantidades en plantas cultivadas en suelos compactados en tanto que los conteos bacterianos totales, sin embargo, no parecían estar afectados por la compactación. Las determinaciones de propiedades enzimáticas extracelulares, de aislamientos tomados del suelo no rizosférico y de muestras de raíces, sugieren que las poblaciones microbianas del rizoplaneo, especialmente cuando las plantas crecen en suelos altamente compactados, están constituidas por poblaciones mayores de bacterias con habilidades para utilizar eficientemente los exudados radicales.

Por otra parte, la labranza convencional de tracción animal, cuando se realiza inadecuadamente puede llevar a la pulverización del suelo, lo cual también favorece la erosión (Corpoica e Instituto Alexander von Humboldt, 1999). La labranza altera muchos aspectos del ambiente edáfico: humedad, aireación, compactación, porosidad y temperatura. Un suelo labrado es susceptible a erosión, tanto por el viento como por agua, lo cual afecta el nivel de materia orgánica

y de nutrientes inorgánicos de la capa superior, incidiendo a su vez en la biota dependiente de dichos recursos, desde los descomponedores microbianos hasta los niveles tróficos superiores, meso- y macrofauna edáfica.

La pérdida de suelos debido al empleo de prácticas convencionales de labranza es considerable. La erosión o pérdida del suelo equivale a la destrucción del hábitat para los innumerables organismos asociados al mismo, más aún cuando la erosión remueve en primer lugar la capa superficial del suelo, donde la biodiversidad edáfica es máxima.

Pero la erosión también significa pérdidas económicas. Un reciente estudio del World Research Institute (WRI, 2002), basándose en que el valor global de la producción agraria es de U.S.\$1.3 trillones y que la degradación de suelos reduce los rendimientos en aproximadamente el 10%, estima las pérdidas mundiales en US\$ 130 mil millones de dólares al año, debidas a la erosión de suelos y a sus consiguientes pérdidas en productividad agraria.

Tales efectos deletéreos pueden ser contrarrestados con el empleo de técnicas de labranza de conservación que genera menores niveles de erosión, mayor infiltración de agua, escorrentía atenuada, menores gastos en combustible y que, en sus diferentes estilos (labranza reducida, mínima o cero), aminora las perturbaciones físicas sobre el suelo. Otros beneficios reportados en suelos manejados con labranza reducida son la disminución o eliminación del uso de herbicidas, el incremento de poblaciones bióticas, el mejoramiento de la estabilidad estructural, mayor concentración de nitrógeno y carbono orgánicos, especialmente en la capa superficial, mayor densidad de partículas y de grano que aquellos con labranza convencional. Estas características les permite a los suelos con labranza reducida atrapar mayor cantidad de humedad, haciéndolos más aptos para la vida.

Es claro que ello se relaciona también con la disposición de los agricultores para aceptar o no el enmalezamiento de sus predios. En algunos sistemas de manejo, especialmente en aquellos conocidos como “agricultura de sol y de malezas”, los agricultores no utilizan ningún

tipo de herbicidas porque conscientemente dejan enmalezar sus predios como una forma de manejo.

Pero los distintos tipos de labranza y sus efectos en el medio ecosistémico se relacionan también con otras variables ambientales: con la generación y el acceso de los agricultores a la maquinaria agrícola, con el tipo de maquinaria e implementos que se consideran aptos para el medio ecuatorial, con los niveles de educación y capacitación de los operarios, con las posibilidades de reemplazar accesorios, con los tipos de suelos y pendientes en que se utilizan, con los arreglos de los cultivos e incluso con la extensión de los agroecosistemas mayores y menores y con la propiedad de la tierra.

La ideología como trasfondo vuelve a aparecer en este ítem. Las 20 millones o más de hectáreas que se cultivan en soya transgénica resistente al glifosato (soya RR) en Argentina, se han instalado gracias a la concepción, derivada de los movimientos alternativos de agricultura, de efectuar la labranza mínima o reducida y de efectuar pocos movimientos de suelo, eliminando incluso el arado de la tierra. Esta postura, que indudablemente beneficia al suelo, solo puede ser llevada a la práctica en las circunstancias del país austral si se poseen amplias extensiones de tierra plana y un contingente denso y costoso de máquinas sembradoras y cosechadoras (combinadas) y, por supuesto, una planta transgénica que resista las aplicaciones cada vez más elevadas de herbicidas. La cooptación del discurso alternativo sirve para justificar un megamonocultivo transgénico que tiene efectos indudables en la salud de la población, en la biodiversidad y en los equilibrios hidrológicos, pero que le sirve a los grandes propietarios argentinos incluso para levantar una falsa bandera de sostenibilidad.

Empleo de Fertilizantes

No cabe duda que el empleo de fertilizantes y enmiendas químicas significó uno de los mayores logros de la Revolución Verde y que ello impulsó significativamente los niveles de rendimiento de todos los cultivos en que se aplicaron, debido a que, en síntesis, reemplazan las

existencias minerales agotadas durante el uso continuo del suelo en diversos tipos de cultivos y pastizales. La bibliografía que demuestra tales beneficios, es extensa a nivel global.

No obstante, el empleo de fertilizantes químicos, cuando se realiza de manera inapropiada, puede ser contraproducente.

Por un lado, se han señalado numerosos problemas relacionados con la aplicación excesiva de fertilizantes en los campos de cultivo. Por ejemplo, existen correlaciones positivas entre enfermedades en las plantas y excesos de nitrógeno y otros compuestos inorgánicos. Otros estudios demuestran que existe un efecto de espiral en su utilización, ya que el incremento en la aplicación de fertilizantes genera necesidad de mayor cantidad de estos insumos, lo que es ecológica y económicamente desfavorable. Así mismo, existe evidencia de que una aplicación repetida de nutrientes inorgánicos puede inhibir la actividad de algunas enzimas del suelo involucradas en los ciclos de nutrientes.

Por otro lado, algunas formas químicas de los fertilizantes son fácilmente lavables y su aplicación excesiva puede llevar a la eutrofización de los cuerpos de agua adyacentes. Un ejemplo claro de esto es el caso de la laguna de Fúquene y otros cuerpos de agua colombianos (Living Lakes y Global Nature Fund, 2002).

León (2000) plantea que el impacto de los agroquímicos sobre la microbiota edáfica ha sido materia de mucha investigación, encontrándose en la literatura trabajos que muestran resultados contrastantes, ya se trate de fertilizantes solubles, abonos orgánicos, herbicidas, fungicidas o insecticidas. Muchas poblaciones decrecen y otras se incrementan con la aplicación de diversos materiales al suelo, mostrando desplazamientos o desbalances respecto a las poblaciones originales y afectando diversos procesos de síntesis, descomposición y reutilización de tales productos.

Muchos de estos fenómenos se asocian también a las posibilidades de bioremediación de suelos y a los períodos de duración (vida media) de los fertilizantes y otros materiales que se introducen al medio edáfico que afectan, por supuesto, su fertilidad y la producción general del agroecosistema.

El uso de fertilizantes depende, no obstante, de algunas variables culturales de importancia: en primer lugar, es función del poder económico y adquisitivo de los productores agrarios y está mediado por la disponibilidad de yacimientos minerales y la capacidad de la sociedad para su transformación y comercialización. Una de las mayores diferencias entre los procesos productivos del Cerrado brasileiro y la Orinoquia colombiana, que comparten muchas características climáticas, geológicas, edafológicas y ecosistémicas, es que en el primero se encuentran fácilmente yacimientos de minerales que se utilizan en la producción de fertilizantes y en el segundo no.

Una incógnita que se mueve alrededor de las posibilidades de adopción o no de los paquetes tecnológicos RV en países como Colombia, es si los agricultores campesinos de minifundio poseen o no los suficientes recursos monetarios como para adquirir y aplicar continuamente fertilizantes inorgánicos, como parte de sus modelos de agricultura.

El uso de fertilizantes también pasa por las campañas publicitarias agenciadas por las compañías productoras, generalmente de carácter multinacional y por la instalación en cada pueblo y vereda, de un punto de venta con este tipo de insumos, lo que no acontece con los abonos orgánicos que muchas veces se producen y procesan en los propios predios agrícolas. Por supuesto que su éxito se basa en los aumentos significativos en el rendimiento de los cultivos.

Introducción de Especies

La introducción de especies de interés agropecuario se inició en el país desde los tiempos de la Conquista y desde entonces puede pensarse sobre sus efectos acumulativos en sus ecosistemas, los cambios generados en las poblaciones naturales e incluso en las variaciones de la base alimenticia de los habitantes del territorio.

La actividad ganadera generó cambios en las sabanas herbáceas donde se estableció inicialmente debido, por una parte, a las presiones selectivas que favorecían especies resistentes al pisoteo del ganado

o de diseminación a través del estiércol y por otra, a los sistemas de preparación del terreno necesarios para implementar la actividad, tales como el uso del fuego para el desmonte de especies arbustivas o para combatir enfermedades del ganado. En un comienzo los pastos que se emplearon en el país eran nativos y se practicaba la ganadería extensiva y semisalvaje; sin embargo, a partir de 1850, durante la conquista de las tierras bajas y vertientes de Cundinamarca y Tolima, se introducen los pastos guinea (*Panicum maximum*) y pará (*Bracharia mutica*) que se convirtieron en un medio eficaz para detener la regeneración de los bosques (Yepes, 2000).

Las razas criollas o “razas locales de transición” que se desarrollaron, mejor adaptadas a las condiciones ambientales del trópico, como el hartón del valle en el Valle del Cauca, el blanco orejinegro en las vertientes de la cordillera Oriental, el chico santandereano en las montañas de Santander y otros, no han sido suficientemente valoradas. A finales del siglo XIX, por ejemplo, se cruzaron estas razas con algunas europeas, lo que llevó a la introgresión genética hacia la línea europea, la cual es en últimas el origen de todas.

La introducción de grandes herbívoros en zonas que originalmente nunca poseyeron esta clase de organismos, afecta necesariamente la biodiversidad que nunca coevolucionó en presencia de los mismos. Es por esto que el ganado de cualquier tipo genera impactos directos en las comunidades vegetales debido al pisoteo vía deforestación y compactación del suelo (MacLaughlin y Mineau, *op.cit.*). Tales efectos se magnifican en suelos ecuatoriales con pendientes superiores al 12-25% que, en teoría no deberían ser utilizados en ningún tipo de explotación pecuaria en libre pastoreo.

Es posible afirmar que la vegetación de los pastizales no puede mantener su integridad si la presión de pastoreo es muy alta. Se ha demostrado que la compactación del suelo por pisoteo hace el hábitat edáfico poco apto para algunos invertebrados, lo cual tiene efectos directos en las poblaciones de pequeños animales como musarañas o ranas que se alimentan de dichos invertebrados. Por otro lado, el empleo de drogas antiparasíticas para el ganado afecta marcadamente la densidad de dípteros descomponedores, así como a otros componentes de la biota. La reducción

de este tipo de entomofauna resulta en la descomposición retardada del estiércol (MacLaughlin y Mineau, *op.cit.*).

El sistema dominante de explotación pecuaria en Colombia, fue instalado como consecuencia de la visión europea de monocultivo y de la necesidad de abastecer con carne y leche a la creciente población colonizadora. Con el tiempo, el modelo se centró en la cría de ganado a campo abierto, a expensas de la desaparición de extensas áreas de bosque y con la instalación de pastizales dominados por una sola especie de pasto y sin ningún remanente denso de vegetación nativa. La imagen de los amplios potreros con un solo árbol en la mitad, en donde se apiña el ganado en busca de sombra, no es producto de la imaginación popular sino de una manera distintiva de entender el mundo, de un modelo poco inteligente, importado de Europa y que nunca fue discutido por los profesionales o los propietarios pecuarios del país.

No obstante, esta forma irracional de manejo pecuario ha sido reformulado por los investigadores del CIPAV, en cabeza del profesor Enrique Murgueitio quienes, como se discutirá más adelante, han replanteado profundamente la manera de abordar la producción de carne y leche a través de sistemas silvopastoriles intensivos, que colocan el bienestar animal como uno de sus mayores propósitos, derivando de ello una serie de acciones y efectos que aumentan significativamente tanto los rendimientos de tales productos, como las ganancias económicas y la conservación de suelos, aguas y biodiversidad. Tal proceso, avalado por multitud de estudios que confirman sus efectos benéficos, se inició a contravía de la visión reducida de la ciencia y la práctica ganadera y, a fuerza de sentido común y de perseverancia, es en la actualidad uno de los más (si no el mayor) logro científico – técnico producido por un grupo de investigación agropecuario en el país (Murgueitio *et al.*, 2009; Murgueitio *et al.*, 2011; Murgueitio, 2011).

Las Relaciones Culturales del Manejo, Regulación o Control de Plagas

Tal vez el punto de discusión más álgido entres distintos tipos de manejo de los agroecosistemas y en donde las relaciones ecosistémicas

y culturales son más evidentes, es el del manejo, regulación, control o eliminación de plagas o insectos herbívoros y enfermedades.

La sola manera de mencionar los propósitos de estas acciones (manejar, regular, controlar o eliminar organismos vivos) y sus blancos – objetivo (insectos herbívoros, plagas, enemigos, patógenos) revela, en el plano simbólico, profundas diferencias que se expresarán más tarde en la manera de enfrentarlos.

La regulación biológica de insectos y enfermedades toma connotaciones diferentes cuando se enfoca desde los planteamientos filosóficos y los principios que emanan desde los movimientos de agricultura alternativa (entre ellas la agricultura ecológica – AE)¹⁴, o cuando se realiza desde los postulados de la Revolución Verde.

El enfoque filosófico que anima la regulación o el manejo de insectos y enfermedades desde la agricultura ecológica, parte de privilegiar la vida en todas sus manifestaciones y por lo tanto de evitar, a toda costa, la muerte de los componentes vivos de los agroecosistemas.

Esta postura filosófica tiene innegables consecuencias en la manera como se entiende la presencia de plantas, invertebrados, vertebrados, artrópodos, bacterias, hongos, actinomicetos y demás seres vivos en los sistemas agrarios: en principio no se les considera como plagas o agentes de enfermedades, sino como seres partícipes de las cadenas tróficas del ecosistema, en sus múltiples funciones de herbívoros, detritívoros, movilizadores de nutrientes, polinizadores, depredadores o descomponedores de materia orgánica.

¹⁴ La agricultura ecológica es una práctica y una escuela de pensamiento agrario que privilegia la vida por encima de toda otra consideración y que, en consecuencia, se niega a utilizar plaguicidas de síntesis, organismos modificados genéticamente resistentes a herbicidas o que puedan ser utilizados en sí mismos como biocidas y que privilegia el manejo integrado de los agroecosistemas. El término es diferente al de agroecología, que, como ya se discutió en este documento, es la ciencia que estudia los agroecosistemas, desde el punto de vista cultural y ecológico. Más adelante, en este mismo libro, se discutirán con mayor detalle estas diferencias.

Por lo tanto, plantas y animales macro o microscópicos no existen en los agroecosistemas como enemigos a los que hay que matar, sino como indicadores de desequilibrios que hay que corregir o enmendar. Y aquí comienzan las diferencias significativas de esta práctica agraria con la de otras escuelas de agricultura convencional o de Revolución Verde.

En lugar de considerar malezas a las decenas o centenas de plantas que emergen en los terrenos de cultivo, los practicantes de la AE se preocupan por clasificar las arvenses, entenderlas en sus roles de indicadores biológicos y de manejarlas en sus funciones ecológicas.

La preocupación por el manejo de las arvenses, nace, precisamente, de entender la multiplicidad de funciones que cumplen. Se acepta que muchas de ellas son exploradoras de distintos niveles de profundidad del suelo y que, a través de sus raíces extraen y movilizan nutrientes de capas u horizontes subsuperficiales dejándolos disponibles en superficie; que varias son indicadoras de deficiencias o de excesos nutricionales; que ofrecen distintos tipos de hábitats para artrópodos; que juegan papel destacado en la oferta de polen, especialmente aquellas arvenses con flores; que protegen el suelo de la radiación solar o de los efectos erosivos de la precipitación; que son barreras físicas para determinados insectos... en fin. Las plantas arvenses, antaño consideradas malezas, hoy son reconocidas como factores claves para entender las dinámicas locales de manejo de los agroecosistemas.

De la misma manera, en lugar de considerar a los insectos como plagas, la AE los reconoce como parte fundamental del equilibrio agroecosistémico. Las ideas que parten de la teoría de la trofobiosis (Chabousson, 1967), según las cuales los insectos aparecen al influjo de los desequilibrios generados en la nutrición vegetal producto, a su vez, de suelos también desequilibrados, son conceptos centrales para regular poblaciones de insectos al interior de los agroecosistemas mayores y menores. El énfasis se coloca, ya no en eliminarlos físicamente, sino en comprender sus distintos papeles en el agroecosistema. Una plaga (pululación de una determinada especie sobre su hábitat), no aparece sino en cuanto es una manifestación de desequilibrios nutricionales de suelos y plantas y, en lugar de colocar en

movimiento el arsenal de productos químicos para matarlas, coloca en juego la inteligencia de los productores y de los científicos que tratan de contestar esta pregunta ¿Porqué aparece esta plaga en este cultivo? ¿Cuáles son los factores de orden ecosistémico o cultural que han permitido su aparición como plaga o enfermedad?

Pero tanto el manejo de arvenses como de artrópodos, están relacionado, de acuerdo con el enfoque de la agricultura ecológica, con muchas otras variables de selección de sitios para cultivo, laboreo de suelos, arquitectura de los cultivos (reemplazo del monocultivo por la diversidad de cultivos), manejo de la llamada “biodiversidad funcional” ó integración de la estructura agroecológica principal de los sistemas productivos agropecuarios.

En efecto, la AE se preocupa más por las prácticas que tiendan a prevenir la aparición de plagas y enfermedades, que por poseer un arsenal de productos biocidas, así estos sean preparados con insumos biológicos en las mismas unidades productivas o que se trate de bio-plaguicidas o de controladores biológicos.

En este sentido el término “regulación de plagas”, cobra una connotación diferente, más cercana al concepto de manejo integrado de agroecosistemas que a la acción deliberada de un organismo sobre otro.

Las decisiones iniciales de los agricultores ecológicos sobre la selección de sitios de cultivo; la instalación de barreras o setos con distintas funciones; la selección de plantas trampa, en especial aquellas con flores y sus distintos momentos de siembra; las fuentes y calidad de aguas para riego; la obtención de semillas ecológicas (que, dicho sea de paso, es uno de los mayores obstáculos que enfrentan los agricultores ecológicos) y las operaciones de laboreo del suelo (siembra directa, labranza mínima, momentos de labranza, instrumentos) son aspectos esenciales en ese manejo integrado de agroecosistemas que juegan a favor de la reducción o de las posibilidades de manejo de plagas y enfermedades.

Otros factores claves del proceso de regulación o manejo de plagas y enfermedades pasan por el abonamiento del suelo, que parte tanto

del conocimiento profundo de las cualidades de la tierra que poseen los agricultores ecológicos de pequeña escala, como del uso eficiente de análisis de suelos. Aquí, el autor llama la atención sobre el enfoque físico-químico que se sostiene en casi todas las entidades que realizan análisis de suelos, enfoque que invisibiliza el componente biológico y que no permite tener ideas claras sobre los equilibrios poblacionales de microorganismos, sin contar con que la meso y la macrofauna edáfica por regla general desaparecen de estos análisis.

Abonar el suelo tiene varios significados en la agricultura ecológica: por una parte, es la forma de otorgarle al medio edáfico tanto las posibilidades de equilibrar sus nutrientes minerales, sus agregados órgano-minerales y sus poblaciones bióticas como de mejorar o mantener sus cualidades físicas. Por estas razones es que muchos edafólogos pregonan que “la estructura del suelo es la llave de su fertilidad”. Se abona, entonces, no solo para que la planta se nutra, sino también para nutrir y equilibrar el suelo, para mejorar sus cualidades como retenedor de nutrientes y de agua y para facilitar los intercambios líquidos y gaseosos. Se abona para permitir que los agregados del suelo se unan entre sí y mejoren su estructura.

Pero también se abona para aumentar la capacidad edáfica de regulación de organismos patógenos, que encuentran allí distintas poblaciones bióticas que producen antibióticos, enzimas, antioxidantes, compuestos que modifican el pH, sideróforos, solubilizadores de elementos, quelatantes y otras sustancias a través de las cuales regulan la presencia de otros organismos o que ejercen acciones directas de depredación y control poblacional. El abono alimenta las relaciones tróficas y permite una explosión de vida que en sí misma genera salud, tanto del suelo como de las plantas.

La acción combinada de los factores mencionados genera un “efecto sistema” que incide tanto en la sanidad de los cultivos como en los procesos productivos y de conservación. En la medida en que este “efecto sistema” se manifiesta, también es posible intentar evaluaciones de su expresión, apelando a conceptos aglutinadores como el de sustentabilidad o sostenibilidad.

En el otro extremo de la cuerda aparece la escuela de la agricultura convencional o RV que pretende aniquilar y de hecho aniquila toda manifestación de desequilibrios poblacionales de insectos y toda aparición de síntomas de enfermedades limitantes para la producción. En este paradigma, son esenciales los plaguicidas de síntesis química, sustancias diseñadas para eliminar algún tipo de organismo, al menos en el área donde se aplican.

No es el propósito de este libro discutir los múltiples efectos ambientales de los plaguicidas. Sin embargo, la literatura mundial es profusa en referenciar sus efectos en distintos compartimentos y procesos ecosistémicos y aún en el campo de las relaciones económicas y sociales. Algunos de estos temas (sin valoración positiva o negativa) se listan a continuación.

- Contaminación de suelos, aguas y frutos con consecuencias para la salud humana.
- Intoxicaciones crónicas y agudas en seres humanos y no humanos.
- Percepción diferencial de distintos actores (productores, consumidores, decisores políticos, agencias de financiación, comercializadores) sobre los efectos de plaguicidas en la salud, la producción y la economía (balanzas comerciales, PIB).
- Costos elevados de adquisición y aplicación de productos fitosanitarios – influencia en costos de producción.
- Eficiencia energética reducida.
- Incidencia en rendimientos de los cultivos.
- Cambios que producen en las estructuras comunitarias de los ecosistemas modificando la disponibilidad de recursos para herbívoros y afectando, por consiguiente, las cadenas tróficas.
- Niveles de precisión cuando se aplican por aspersión o rociado desde aviones.
- Movimiento a través del suelo, aire, agua superficial y subterránea, sedimentos, alimentos y organismos no blanco, incluidos los seres humanos.
- Biomagnificación y bioacumulación.
- Alteraciones y toxicidad de sus subproductos.
- Vías y mecanismos de degradación.

- Resistencia a distintos agentes de degradación y vida media.
- Efectos secundarios de su fabricación.
- Impurezas que contienen en su formulación.
- Declinación de poblaciones silvestres, intoxicaciones en aves migratorias, peces y mamíferos.
- Reducción en la diversidad de especies vegetales en los bordes de cultivo.
- Efectos en insectos herbívoros y no herbívoros y en la macrofauna edáfica (lombrices y artrópodos de suelo).
- Reducción que generan en la abundancia y diversidad de polinizadores.
- Desequilibrios que provocan en la composición de especies bacterianas y fúngicas debido a efectos diferenciales en dichos organismos.
- Influencia en la calidad de los productos agrícolas y por consiguiente en su inocuidad.
- Restricciones que impone el comercio internacional a productos alimenticios para garantizar su inocuidad química y biológica.
- Afectación de la fertilidad de los suelos.
- Desequilibrios que generan en la microflora edáfica y en los procesos de nitrificación, denitrificación, amonificación, fijación de nitrógeno y oxidación de azufre, entre otros.
- Influencia en la supervivencia de bacterias, hongos y actinomicetos edáficos y en la ocurrencia de enfermedades de cultivos, al interferir en los equilibrios ecológicos de la microbiota asociada a las plantas (simbiosis y asociaciones planta-microbiota epífita-rizosfera-material orgánico asociado).
- Eliminación o reducciones significativas en las poblaciones de microorganismos benéficos de la rizosfera.
- Adaptación de cepas resistentes a distintos plaguicidas.
- Cambios en la composición genética de las poblaciones microbianas en el suelo hacia organismos que expresan enzimas capaces de degradar plaguicidas.
- Inhibición de poblaciones de actinomicetos y promoción de bacterias fitotóxicas.
- Contaminación atmosférica.

Más allá de estos efectos, lo que interesa a propósito de las ideas que se desarrollan en este capítulo, son las relaciones que existen entre las distintas dimensiones sociales, económicas, tecnológicas, ecosistémicas y simbólicas alrededor del uso de plaguicidas.

Como ya se anotó, en la esfera de las motivaciones simbólicas existen grandes diferencias sobre la apreciación del uso de estas sustancias. Pero también existen otras relaciones claves, por ejemplo, al momento de concebirlas, fabricarlas y aplicarlas.

León (2007) señala, en este sentido, cómo la fabricación y consumo de plaguicidas genera otras relaciones poco estudiadas pero que tienen consecuencias en los planos económico, político e institucional. Entre ellas señala la maquila (19 empresas en Colombia para el año 2004), la importación directa (173 empresas en Colombia, para ese mismo año) y los procesos de producción general, que incluyen coadyuvantes, fungicidas inorgánicos, bolsas plásticas con insecticidas, cebos tóxicos, herbicidas, insecticidas microbiales y extractos de plantas (67 empresas). En esa misma fecha se encontraban registradas 26 firmas exportadoras, 10 se dedicaban a la distribución comercial y 8 al envasado de plaguicidas. Prácticamente todas las cabeceras municipales de Colombia poseían en ese entonces por lo menos un almacén general de ventas de productos del campo que incluyen la distribución de plaguicidas.

Aunque es difícil encontrar estadísticas precisas, el autor señala que estas empresas generan importantes volúmenes de ventas y emplean significativas cantidades de recursos humanos calificados, en especial agrónomos, médicos veterinarios y técnicos agropecuarios que no debieran ser olvidados en los balances culturales del uso de plaguicidas. Presentaba datos de BPR Asociados sobre ventas de “Químicos y Derivados”, que para el 2004 fluctuaron entre casi \$727.000 millones (Monómeros Colombo – Venezolanos) y \$ 70.016 millones de pesos (Proficol S.A.) para las primeras 21 empresas del ranking. Firmas como Bayer Cropscience facturó en 2004 algo más de \$395.000 millones de pesos en ventas en tanto que Dow Agros-ciencias hizo lo propio en \$299.000 millones, Syngenta en \$173.000

y BASF \$162.000. Alrededor de 173 empresas estaban registradas en Colombia para ejercer este tipo de comercio (León, *op. cit.*).

El poder que se deriva de estas agroindustrias tiene significado a nivel de las decisiones políticas que se toman en el sector y que llegan, incluso, a los estamentos académicos. Para nadie es un secreto que muchas de estas empresas proveen empleos directos y financian investigaciones y tesis de grado de estudiantes y profesores universitarios, que valoran en campo una diversidad de cuestiones relacionadas con la eficacia, eficiencia y efectos generales de los plaguicidas. Bastaría analizar las tendencias decadales de la financiación de tales trabajos en una muestra representativa de universidades, para darse cuenta de la influencia histórica del sector privado en la direccionalidad de la investigación sobre plaguicidas.

El interés económico mueve a los expertos, en general químicos, fisiólogos, patólogos y agrónomos a trabajar sobre distintos materiales a fin de identificar principios activos, dosis y efectos letales o subletales de sustancias con potencial biocida y concomitante apoyo financiero brindado por compañías multinacionales para adelantar tales investigaciones y prospectar su potencial uso en términos agronómicos y económicos. Estas motivaciones se comprenden al tenor de las diferencias de salarios entre el sector privado y el público y a los deseos de reconocimiento y riqueza de los investigadores. Lo que queda difícil de entender es cómo, después de ver los efectos tóxicos en seres humanos y no humanos, persistan investigadores que alquilan su inteligencia y capacidad para fabricar venenos, cuya función última es matar, así sea en nombre de la producción de alimentos. La ética, ese campo lejano y oscuro de los simbolismos humanos, parece no tener cabida en las decisiones de estos especialistas.

De otra parte y entendiendo que la publicidad juega un papel de primera línea en la comprensión de los patrones de consumo de la sociedad y en el delineamiento de la opinión pública en relación con procesos que afectan los comportamientos individuales, León (*op. cit.*) menciona que las casas matrices de agroquímicos llevan a cabo constantes procesos de publicidad sobre sus productos, que pueden verse tanto en vallas y avisos publicitarios ubicados en distintos sitios rurales

(carreteras, piedras del camino o tiendas veredales) como en cuñas de radio o televisión e incluso en el patrocinio de días de campo, congresos de profesionales y de eventos de lanzamiento de sus productos, apelando también a continuos procesos de acompañamiento técnico por parte de profesionales del campo.

Lo anterior es perfectamente legítimo y no generaría mayores divergencias, además de las ya anotadas, si no es porque que estas estrategias publicitarias no le permiten a los agricultores sopesar, en términos de igualdad, los postulados agronómicos del manejo integrado de plagas (MIP), del manejo integrado de agroecosistemas (MIA) o de las propuestas de agricultura ecológica (AE), que no reciben apoyos publicitarios de ninguna clase, excepto aquellos relacionados con cursos de capacitación o cartillas institucionales.

Es posible agregar, igualmente, que el manejo de plaguicidas en el país no responde, en términos de seguridad industrial, ni siquiera a los estándares de protección que recomiendan los fabricantes. La imagen común en los campos colombianos es la de campesinos fumigando venenos sin ninguna clase de mascarillas, guantes, overoles o cascos que impidan el contacto directo o la inhalación de estos productos.

Estos comportamientos están ligados a los bajos niveles de educación básica de la mayor parte de los agricultores, cuyas deficiencias en lecto-escritura en muchos casos les impiden acceder a las instrucciones de los fabricantes las cuales, de todas maneras, corresponden a lenguajes técnicos especializados de difícil comprensión. Ello implica que, como sucede frecuentemente, los agricultores empleen varias veces el mismo Ingrediente Activo que viene presentado en distintos tipos de productos comerciales.

A manera de Síntesis: el Agroecosistema Complejo

Las páginas anteriores y las Figuras 5 y 6 solamente mostraron un esbozo de la altísima cantidad y complejidad de interrelaciones que se suscitan alrededor de los agroecosistemas mayores (las fincas) y menores (los campos de cultivo), algunas de las cuales se estudiarán

con mayor detalle en los capítulos siguientes y otras quedarán solamente como una mención a la espera de ser abordadas en el futuro.

Lo cierto es que comprender tales procesos de múltiples causalidades y consecuencias, a la luz del pensamiento ambiental, constituye uno de los mayores retos de la agroecología, puesto que de ellos se espera obtener hipótesis y teorías coherentes y predecir comportamientos, que ayuden a diseñar, establecer y promocionar agroecosistemas de menores impactos ambientales y de mayores beneficios para la sociedad en general.

Por supuesto que tales esfuerzos demandan la constitución de grupos interdisciplinarios y el acercamiento definitivo de los agroécólogos a las humanidades o, si se quiere, a las ciencias humanas.

El agroecosistema no es solamente el campo de las interrelaciones biofísicas o ecosistémicas, no es solamente el lugar en que se establecen relaciones suelo-planta-animal o en el que se estudian los ciclos y postulados básicos de la ecología de poblaciones, de los ciclos minerales o de las cadenas tróficas. No. El agroecosistema es mucho más que eso: es la conjunción del mundo ecosistémico y del mundo cultural. Es la síntesis, la singularidad, la emergencia de un campo extraordinariamente complejo de relaciones, en el que ya no es un ecosistema, conservando su esencia biótica, pero tampoco es un artefacto material inanimado, desprendido de las cualidades que le otorga el accionar humano. El agroecosistema, en esta visión compleja, es la simbiosis cultural de los ecosistemas.

Para finalizar esta sección, puede decirse de las interrelaciones de los agroecosistemas en general que:

- Son complejas, en la medida en que relacionan los mundos ecosistémicos y culturales.
- Generan muchas vías de impacto, que se producen al unísono y que generan efectos sinérgicos y acumulativos.
- Son dinámicas y continuamente generan cambios, difíciles de estudiar en límites definitivos de tiempo y espacio.
- No son lineales.

- Difícilmente predecibles.
- Involucran diversos actores que poseen disímiles visiones del mundo, aún perteneciendo a clases sociales y económicas similares.
- Afectan y son afectadas por otras esferas decisionales, ubicadas tanto en espacios virtuales como materiales (biofísicos).
- Poseen varios hilos conductores que facilitan su estudio: los cambios tecnológicos, los flujos de materia, los ciclos y eficiencias energéticas, los procesos sociales, económicos y políticos, los cambios ecosistémicos. Ello, conservando siempre la dependencia e integralidad de sus variables.
- Pueden ser aprehendidas con mayor facilidad por grupos interdisciplinarios.
- Para su estudio e interpretación requieren el concurso de distintas visiones del mundo y de diversos modos de generar y transmitir conocimientos.
- Son definitivas para marcar el rumbo de los estilos de sostenibilidad ambiental de las sociedades rurales.

III. ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DE LOS AGROECOSISTEMAS

De las páginas precedentes se deriva fácilmente que los agroecosistemas mayores poseen una estructura definida por elementos en el orden ecosistémico (suelo, agua, cultivos, pasturas, biodiversidad asociada y funcional, animales domésticos y silvestres, microorganismos) y elementos en el orden cultural (mercado, instituciones, propietarios, consumidores, comercializadores, decisores políticos y otros actores sociales, sistemas simbólicos y tecnologías disponibles), elementos todos que se entrelazan para cumplir con distintos tipos de funciones que se podrían dividir, de manera preliminar, en tres principales: funciones de producción, ecosistémicas y otras de tipo cultural.

Este capítulo examina algunas de tales funciones enfatizando en aquellas que corresponden al orden cultural.

FUNCIONES DE PRODUCCIÓN Y ECOSISTÉMICAS

Podría entonces legítimamente afirmarse que las interacciones complejas que se observan en estos elementos generan una función primordial y relevante sobre todas las demás que se puedan identificar en los agroecosistemas: la función de producción de bienes y servicios agrarios (alimentos, fibras, materias primas, biomateriales y biocombustibles, entre otros).

Esta función productiva, a su vez posee distintas características y ha sido percibida de manera cambiante a lo largo de los períodos históricos de la humanidad. En el momento de las revoluciones neolíticas, que marcaron la transformación cultural de cazadores – recolectores a agricultores, la producción de alimentos fue el motor primordial y la esencia misma de la actividad agraria, acompañada posteriormente por la producción de fibras (algodón, fique y palmas especialmente).

La ecología acertó al identificar estos procesos con la producción primaria bruta y con la producción primaria neta (biomasa disponible para los consumidores) y replanteó el concepto de producción material de alimentos y fibras en otro concepto relacionado con la captura y transformación de la energía. De esta manera, la función de los agroecosistemas se puede entender también con tales procesos energéticos, lo que ha valido para que se propongan metodologías de evaluación de la eficiencia energética de los agroecosistemas mayores y menores, obviamente bajo diferentes modelos o sistemas de manejo.

En este sentido Altieri (2010) indica que...la función de los agroecosistemas se relaciona con el flujo de energía y con el ciclaje de los materiales a través de los componentes estructurales del ecosistema el cual se modifica mediante el manejo del nivel de insumos. El flujo de energía se refiere a la fijación inicial de la misma en el agroecosistema por fotosíntesis, su transferencia a través del sistema a lo largo de una cadena trófica y su dispersión final por respiración. El ciclaje biológico se refiere a la circulación continua de elementos desde una forma inorgánica (geo) a una orgánica (bio) y viceversa...”. El autor propone los siguientes postulados, básicos para entender la función de los agroecosistemas bajo el punto de vista de los flujos energéticos:

1. La cantidad total de energía que fluye a través de un agroecosistema depende de la cantidad fijada por las plantas o productores y los insumos provistos mediante su administración. A medida que la energía se transfiere de un nivel trófico a otro se pierde una cantidad considerable para la futura transferencia. Esto limita el número y cantidad de organismos que pueden mantenerse en cada nivel trófico.
2. El volumen total de materia viva puede ser expresado en términos de su biomasa. La cantidad, distribución y composición de biomasa varía con el tipo de organismo, el ambiente físico, el estado de desarrollo del ecosistema y de las actividades humanas. Una gran proporción del componente orgánico en el ecosistema está compuesto de materia orgánica muerta, en el cual la mayor proporción es material de las plantas.
3. Los agroecosistemas tienden hacia la maduración. Estos pueden pasar de formas menos complejas a estados más complejos.

- Sin embargo, este cambio direccional tiende a ser inhibido en la agricultura moderna al mantener monocultivos caracterizados por la baja diversidad y la baja maduración.
4. La principal unidad funcional del agroecosistema (*mayor*¹⁵) es la población del cultivo (*agroecosistema menor*). Esta ocupa un nicho en el sistema, el cual juega un rol particular en el flujo de la energía y en el ciclaje de nutrientes, aunque la biodiversidad asociada también juega un rol funcional clave en el agroecosistema.
 5. Un nicho dentro de un agroecosistema dado no puede ser ocupado simultánea e indefinidamente por una población autosuficiente de más de una especie.
 6. Cuando una población alcanza los límites impuestos por el ecosistema (*o agroecosistema*), su número debe estabilizarse o, si esto no ocurre, debe declinar (a menudo bruscamente) debido a enfermedades, depredación, competencia o poca reproducción.
 7. Los cambios y las fluctuaciones en el ambiente (explotación, alteración y competencia) representan presiones selectivas sobre las poblaciones.
 8. La diversidad de las especies está relacionada con el ambiente físico¹⁶. Un ambiente con una estructura vertical más compleja alberga en general más especies que uno con una estructura más simple. Así, un sistema silvicultural contendrá más especies que en un sistema basado en el cultivo de cereales. De manera similar, un ambiente benigno y predecible, alberga más especies que en un ambiente más impredecible y severo. Los agroecosistemas tropicales muestran mayor diversidad que los templados.
 9. En situaciones de cultivos que están aislados, las tasas de inmigración animal se tienden a equilibrar con las tasas de extinción. Mientras más cerca esté el cultivo isla a una fuente de población, mayor será la tasa de inmigración por unidad de tiempo. Mientras más grande sea el cultivo isla, mayor será su capacidad de carga para cada especie. En cualquier

¹⁵ Cursiva del autor

¹⁶ No solamente con el ambiente físico, como se verá a lo largo de todo este documento.

situación isla, la inmigración de las especies declina a medida que más especies se establecen y menos inmigrantes representan nuevas especies.

No obstante, el plano material se impone sobre las concepciones energéticas y la sociedad moderna ha ampliado la función de los agroecosistemas, a otros campos, tanto de la misma producción como de otras relaciones culturales (en donde, por supuesto se cumplen las formulaciones teóricas de la ecología).

En el primer caso, la sociedad le ha impuesto a los agroecosistemas la función de producir bienes y servicios diferentes a los alimentos y las fibras. Se demandan ahora biomateriales y biocombustibles entre otras materias primas diversas. Estas exigencias, ameritan sendas reflexiones:

Producción de Biomateriales

El caso de los biomateriales, aunque muy reciente y poco documentado, ha sido considerado de alta prioridad por diversos gobiernos del mundo. De hecho, la Unión Europea considera a los productos basados en la biomasa como uno de los seis mercados mundiales con mayor futuro, debido a que mientras que la energía de los combustibles fósiles puede ser reemplazada utilizando otras materias primas, solamente estos biomateriales pueden reemplazar a otras materias primas en industrias tan claves como la química (SRU, 2007 citado por UNEP (2014)). Mientras que la industria química es un "pequeño usuario" de petróleo (alrededor del 4% del consumo total en Alemania), su valor económico es alto (aproximadamente igual al del sector alimentario en la Unión Europea), por lo que el uso de biomasa es muy lucrativo.

En la actualidad, aproximadamente el 8% de las materias primas utilizadas en la industria química europea se basan en recursos renovables (Rothermel, 2006). Los Estados Unidos también estiman una participación del 8% de la biomasa como materia prima en la indus-

tria química base y su objetivo es aumentarla alrededor del 215% en 2030 (BRDI, 2006).

Después de las industrias ligadas a las explotaciones comerciales de los bosques, la industria química es, sin duda el mayor usuario de biomasa. Los productos existentes (papel, celulosa, detergentes y lubricantes), biomateriales modernos (productos farmacéuticos, aceites industriales, biopolímeros y fibras) y productos innovadores (madera-plástico-compuestos, bio-plásticos) constituyen los mercados con mayores grados de crecimiento. Por ejemplo, el mercado de la Unión Europea para los bio-plásticos duplicó su tamaño entre 2005 y 2008. A diferencia del caso de los biocombustibles, existe poca literatura sobre las potenciales consecuencias sobre el medio ambiente de una industria extendida de biomateriales (Jering *et al.*, 2010; UNEP, 2014).

Producción de Agrocombustibles

El caso de los biocombustibles está mejor documentado y su análisis amerita, en este documento, unas cuantas páginas:¹⁷ se trata de un boom mundial que, en el fondo, está afectando la destinación de tierras agrícolas y generando competencias con otros usos.

En 2008, alrededor de 35,7 millones de hectáreas (2,3% del total de las tierras agrícolas) estaban siendo utilizadas para este tipo de cultivos para abastecer a unos 5,46% del total de la demanda mundial de gasolina y el 1.5% de diesel (UNEP, 2014).

De acuerdo con estos autores, las estimaciones de las futuras necesidades de uso del suelo, disponibilidad de tierra y el uso potencial de suministro de energía se podrán incrementar de forma significativa. Fischer (2009) citado por UNEP (2014) modeló los requisitos de uso

¹⁷ Parte de esta discusión se basa en el documento del autor "Between development and environment: uncertainties of agrofuels. *Journal of Science, Technology and Society*, junio 2009. Vol 29 No 3 226 – 235. Versión en español: "Entre el desarrollo y el ambiente: incertidumbres de los agrocombustibles". En: *Agroecología*. Universidad de Murcia, 2008 Vol 3 pp 77 – 85

del suelo de diferentes escenarios de agrocombustibles. Sus resultados muestran que, en promedio, alrededor de dos tercios de los cereales para producir bioetanol se obtienen actualmente de la expansión de tierras de cultivo. Si se cumplieran todos los objetivos de producción de biocombustibles para el año 2050, se requerirían 48 millones de hectáreas de tierras de cultivo adicionales, un aumento de casi el 30% en comparación con los escenarios sin biocombustibles. Sin embargo, otros autores llegan a conclusiones diferentes. Ravindranath *et al.*, (2009) también citados por UNEP (2014), estiman que el uso de biocombustibles de primera generación para proporcionar el 10% de la demanda mundial de combustible para transporte en 2030, requiere un adicional de 118 a 508 millones de hectáreas de tierras de cultivo.

Para Colombia, un reciente estudio de Castiblanco y Etter (2011), utilizando una combinación de metodologías de regresión logística, análisis de series de tiempo y análisis de cambio de coberturas, encontró que en las tres principales zonas productoras (Norte, Central y Oriental) la transición de cobertura se ha dado principalmente de pastos hacia el cultivo de palma y en menor proporción desde áreas agrícolas heterogéneas y bosque natural. Los autores estiman que para el año 2020 la probabilidad más aceptable de expansión alcanzaría 520.000 ha, con máximo de 647.687 ha, resultados que contrastan con cálculos realizados por FEDEPALMA entidad que proyecta un área potencial de 1.000.000 de has de aceite de palma cultivadas para el 2020. Se observa que con un incremento de 17.335 ha adicionales por año proyectadas por el modelo de series de tiempo, resulta poco viable atender la mezcla de B20 proyectada por las entidades oficiales y gremiales para el año 2012.

Independientemente de las disputas sobre la cantidad de tierra que será necesaria utilizar para estos fines, existe un consenso de que los biocombustibles requerirán más tierras de cultivo de las que existen en la actualidad.

La sociedad mundial ha virado hacia la utilización de biomasa vegetal para la producción de combustibles, no porque haya sido motivada por la conciencia ambiental del planeta referente a la real escasez de combustibles fósiles y las evidencias incontestables del cambio

climático global, sino porque los biocombustibles y en particular los agrocombustibles son una oportunidad de negocio, con un mercado mundial virgen e insatisfecho.

Parte de las pruebas que avalan la afirmación anterior es que, por lo menos en Colombia, las normas que obligan al consumo del 10% de etanol (E10) y del 5% de biodiesel (B5) en las gasolinas y aceites para vehículos automotores, fueron promulgada en el año 2001, mucho antes que los ambientalistas se hubieran dado cuenta de su significado y ya para el año 2005 se habían puesto en marcha las primeras plantas de extracción, de la mano del sector empresarial, apoyado en políticas y acciones gubernamentales a favor de esta nueva utilización de cultivos energéticos.

Apelando al ya citado enfoque ambiental, son múltiples los factores culturales y ecosistémicas que surgen para interrogar a este modelo de producción de cultivos energéticos, que ha entrado a configurar una función novedosa de los agroecosistemas.

Las cuestiones a debatir incluyen desde los balances energéticos completos y comparativos tanto con el uso de gasolinas, diesel o petróleo como con los usos que se les da normalmente en la producción de alimentos o aceites domésticos, sus efectos en la captura de carbono y los procesos de contaminación y/o degradación de suelos y aguas hasta la vocación y régimen de propiedad de las tierras aptas para tales cultivos, competencia con la producción de alimentos, relaciones sociales que nacerán al influjo de las nuevas rutas comerciales y de la infraestructura que se requiere para la producción o los efectos políticos e institucionales que supone la expansión de la frontera agrícola.

El debate tiene por lo menos dos puntos de vista contradictorios: de un lado se colocan quienes ven en esta opción la posibilidad de reducir las emisiones de CO_2 , NO_x , SO_x y otros gases de efecto invernadero y por lo tanto de mitigar el calentamiento global, rebajar la presión sobre los yacimientos finitos de petróleo, gas natural y carbón y generar posibilidades de desarrollo local a través de la ampliación de la frontera agrícola y de los desarrollos tecnológicos asociados a esta nueva industria. De manera concomitante, se podrán incorporar nuevas tierras a la

producción agraria las cuales, debido a distintos tipos de limitaciones, permanecían incultas. Se considera, en este sentido, que por medio de la promoción de los cultivos energéticos se podrán enfrentar al unísono problemas de pobreza, carencias de infraestructura, ingresos rurales y en consecuencia se podrán mejorar los ingresos y la calidad de vida de los productores.

De otro lado están quienes creen que la instalación de estos cultivos puede generar incrementos de CO_2 y NO_x si se considera todo el ciclo de vida del producto, aumentar los procesos de deforestación en áreas frágiles, desplazar la producción de alimentos en zonas de vocación agrícola e incrementar los precios de venta de productos alimenticios básicos, reforzando además la concentración del capital en las grandes corporaciones, todo ello sin afectar los actuales modelos de desarrollo basados en el alto consumo de energía fósil. En el largo plazo, estos cultivos podrían resultar desfavorables tanto para el medio ecosistémico como para las economías campesinas que serían desplazadas por grandes extensiones de estos cultivos e incluso podrían afrontar pérdidas de ingresos o de niveles de empleo rural.

Varios autores han aportado evidencias globales sobre los efectos citados (Holt, 2007; Altieri y Bravo, 2007) pero aún quedan muchos aspectos en el terreno de la controversia, especialmente por carencia de datos sobre las consecuencias de estos cultivos en distintos departamentos ecosistémicos y culturales.

Los desacuerdos se inician incluso en la manera de nombrarlos y ello constituye un primer dilema ideológico: los contradictores indican que el término biocombustible genera falsas expectativas en la opinión pública, enmascarando los impactos desfavorables que ellos prevén. En su lugar proponen el uso de la palabra agrocombustible (AC), la cual podría representar con mayor fidelidad la relación del uso de cultivos agrícolas como sustitutos de combustibles fósiles. Lo cierto es que se trata de dos tipos de insumos diferentes: lo biocombustibles se refieren a todo tipo de biomasa a partir de la cual se pueda extraer energía (algas, desechos orgánicos, residuos de madera) en tanto que los agrocombustibles señalan la intención dirigida de sembrar cultivos exclusivamente para la producción de combustibles.

El proceso se está instalando en velocidades muy altas dejando poco margen de reacción en los países productores. Holt (*op. cit.*) indica que existe una rápida capitalización y concentración del poder en muy pocas empresas multinacionales del petróleo, granos, vehículos e ingeniería genética, las cuales han incrementado sus inversiones en agrobiocombustibles ocho veces entre 2004 y 2007.

El autor indica, además, que esto se debe a políticas específicas de los países desarrollados: "...los combustibles renovables deberán proveer el 5,75% del combustible para transporte de Europa hasta el 2010 y el 10% hasta el 2020¹⁸. El objetivo de los Estados Unidos es alcanzar los 35 billones de galones por año (aproximadamente 122 billones de litros por año). Estas metas sobrepasan significativamente la capacidad agrícola del Norte industrializado. Bajo este contexto, Europa requeriría destinar 70% de sus tierras agrícolas a la producción de cultivos para la producción de agrocombustibles. Toda la cosecha de maíz y soya de los Estados Unidos necesitaría ser procesada como etanol y biodiesel...".

Una implicación fundamental de esta política global, formulada en los países centrales y de economías más fuertes, es que los países dependientes como Colombia se abocan a sufrir un rearrreglo significativo en sus patrones de uso de la tierra, vale decir, en sus procesos de producción agropecuaria con consecuencias definitivas no solo sobre el ordenamiento territorial, sino sobre las relaciones de producción, la ocupación del espacio productivo, las vías de comercio y, en general, sobre el modelo de desarrollo agrario, lo cual impactará, sin duda alguna, el modelo general de desarrollo en estos países periféricos y en particular el de Colombia.

No en vano un reciente estudio de la universidad de Wisconsin (Johnston y Holloway, 2006) que evaluó el potencial de exportación de biodiesel entre 223 países, a través de varios indicadores de tipo económico, energético y social (producción, precios, rendimientos,

¹⁸ Debe aclararse acá que, debido a las fuertes protestas mundiales desatadas en el primer semestre de 2008 en varios países principalmente de África y Latinoamérica como consecuencia de la elevación del precio de los alimentos, la Unión Europea consideró rebajar sus metas al 4% para el año 2015.

empleos, estatus del pago de la deuda externa, seguridad, percepción de la corrupción, volúmenes, emisiones de carbono entre otros), indica que Colombia se encuentra en el sexto puesto de la lista *Top Ten* de los países en vías de desarrollo con mayores potenciales de exportación de biodiesel y entre los primeros tres con mayor rentabilidad en este agronegocio.

De cumplirse con esta indicación (y todo en la política agraria nacional parece reconfirmarlo), Colombia se constituiría rápidamente en un país productor de AC, obligando de nuevo a repensar el sector agrario, no solamente en su rol fundamental de sector productivo y jalonador a su vez de procesos de paz nacional y desarrollo socioeconómico, sino en lo que le corresponde como motor de la reconfiguración espacial de las actividades productivas y, por ende, como actor principal del ordenamiento territorial.

Y no es la primera vez que fenómenos socioeconómicos complejos pueden incidir de manera significativa en la reconfiguración productiva del territorio, dejando sin valor muchos esfuerzos de la sociedad civil y del Estado por regular el acceso y el uso de las tierras. Acá puede recordarse la narcoreforma agraria que sufrió Colombia al influjo del dinero mal habido del narcotráfico y que supuso una repartición nueva de aproximadamente 4 millones de hectáreas que se concentraron en pocas manos (Fajardo, 2002; Reyes, 1997), cuando los esfuerzos por realizar la reforma agraria legal e integral no cubrieron más allá de 253.496 hectáreas repartidas por el Estado entre 1971 y 1992 (Mondragón, 1996 citado por Fajardo, *op. cit.*)¹⁹.

Por lo tanto, las nuevas presiones sobre acceso a bienes naturales que sufrirá el país debido a las demandas de combustibles provenientes de los cultivos energéticos, supone que tierras aptas o no, de mayor o menor dificultad de acceso y con restricciones o potencialidades de distinto orden en el campo biofísico para albergar estos cultivos, se adscriban al modelo exportador de energía, con la posibilidad de saltarse, incluso, las regulaciones del ordenamiento territorial tan

¹⁹ Los datos citados por Fajardo (2002), son los siguientes: 4.400 hectáreas adquiridas por el Estado en 1981; 25.111 en 1985; 54.704 en 1987; 73.183 en 1973 y 96.098 en 1992.

arduamente construidas en los espacios de debate público municipal en los últimos años. Probablemente algo parecido a la expansión de la soya en Argentina, que cubre más de 20 millones de hectáreas (casi cuatro veces el área cultivada de Colombia) y que ha desplazado parcialmente la producción de alimentos en ese país.

Por otra parte y atendiendo quizás a los reparos más importantes que se levantan desde distintas ópticas al uso masivo de AC, se requieren evaluaciones especiales que demuestren la viabilidad de estos cultivos en zonas en donde no compitan con la producción de alimentos y que al mismo tiempo ofrezcan posibilidades de conexión eficiente con los mercados nacionales e internacionales. Acá resulta clave entender la vinculación de los AC con la seguridad y la soberanía alimentaria, en función de las características propias de cada región natural del país, tema que da paso a otra reflexión adicional, de tipo cultural: la posesión de la tierra.

Para nadie es un secreto que Colombia posee uno de los más elevados índices mundiales de concentración de la tierra en pocas manos y entre los especialistas crece el temor que, con el impulso a los AC, especialmente a la palma de aceite, se consolide el latifundio colombiano en proyectos que por su naturaleza son de largo plazo y que requieren amplias extensiones de tierra para ser competitivos. Nadie garantiza tampoco que, al influjo del mercado, los campesinos andinos en donde se produce la mayor parte de la caña panelera, vayan a ser privilegiados por el Estado para acceder a tierras previamente utilizadas.

Por otra parte, quedan las dudas de si la expansión de la frontera agrícola se hará a costa de coberturas vegetales boscosas, aumentando la deforestación, como se ha documentado ya en otros países o si por el contrario, esta ampliación se hará en terrenos abiertos, susceptibles de ser colonizados, como pasa en las extensas planicies situadas al este de la cordillera oriental (Orinoquia colombiana).

No obstante, más allá de las deforestaciones masivas en Indonesia y Malasia y del corte de alrededor 5.000 hectáreas de bosque nativo en la zona del Chocó Biogeográfico, impulsado más por el fenómeno del

paramilitarismo en Colombia que por la misma industria palmera, no se espera que ni el gobierno ni la agroindustria promuevan los cultivos energéticos en las regiones naturales con selvas tropicales.

Los desacuerdos continúan incluso en valoraciones parciales de los efectos de los Ac sobre algunos elementos ecosistémicos.

Aunque en varios círculos críticos se afirma que la biodiversidad se afecta significativamente por la introducción de plantaciones de palma, otros investigadores consideran que, bajo los actuales esquemas de cultivo de palma de aceite que se realizan en casi 350.000 hectáreas a lo largo del país, sus efectos globales sobre la biodiversidad serían positivos, debido, entre otras cosas a que el suelo no se ara por espacios de hasta 25 años o más, se mantienen coberturas rastreras de kudzu (*Pueraria phaseoloides*) o de maní forrajero (*Arachis pintoi*), se privilegian las plantas nectaríferas, se utilizan pocos agroquímicos tóxicos y se utilizan prácticas de reciclaje de materia orgánica (León, Borrero y Valvuela, 2006).

Evidentemente que existen productores que no siguen estos comportamientos, pero en la mayor parte de los casos, los productores palmeros consideran y efectivamente aplican tales prácticas. Y es también claro que la referencia que se hace involucra a los palmeros legales, es decir, a aquellos productores que no tienen vínculos con grupos al margen de la ley quienes, no solamente han deforestado selvas tropicales para introducir cultivos de palma, sino que utilizan las plantaciones como un instrumento de terror y como un acto de soberbia para establecer su dominio sobre tierras y seres humanos.

Otras incertidumbres de los agrocombustibles

Pero es que las dudas sobre los efectos ambientales de las actividades ligadas a los AC van más allá y se insertan en el corazón de las relaciones económicas y sociales de las comunidades agrarias, en particular del campesinado y de las comunidades afrocolombianas. ¿Cómo afectarán estas nuevas condiciones el acceso de los campesinos pobres a alimentos básicos como el maíz, la yuca o la panela, cuando sus precios se eleven como consecuencia de

las demandas mundiales? ¿Se concentrará aún más el capital y la propiedad de la tierra en el país? ¿Cómo serán las condiciones de trabajo asalariado en las nuevas plantaciones o en los extensos campos de monocultivo?

El punto de las relaciones laborales es crucial, no sólo por cuestiones de justicia social básica sino porque se trata de un asunto que será tema central de posibles certificaciones futuras. Al respecto, cabe anotar que Colombia enfrentó una huelga de trabajadores de la caña de azúcar que se inició en septiembre de 2008 (corteros de caña), quienes exigían la terminación de contratos mediante cooperativas y en su lugar se establecieran relaciones laborales directas empresas - trabajadores, que garantizaran las prestaciones sociales estipuladas por la ley.

Las preguntas sobre los efectos económicos y sociales son válidas a la luz de lo que ocurrió, por ejemplo, con los precios de la panela, que en algunos lugares de Colombia casi se duplicaron en el segundo semestre de 2007 (Figura 8) como consecuencia solamente del anuncio de la reconversión del cultivo hacia la producción de etanol (precios que posteriormente cayeron, impulsados por el aumento del cultivo en nuevas áreas, las dificultades en el inicio de la construcción y

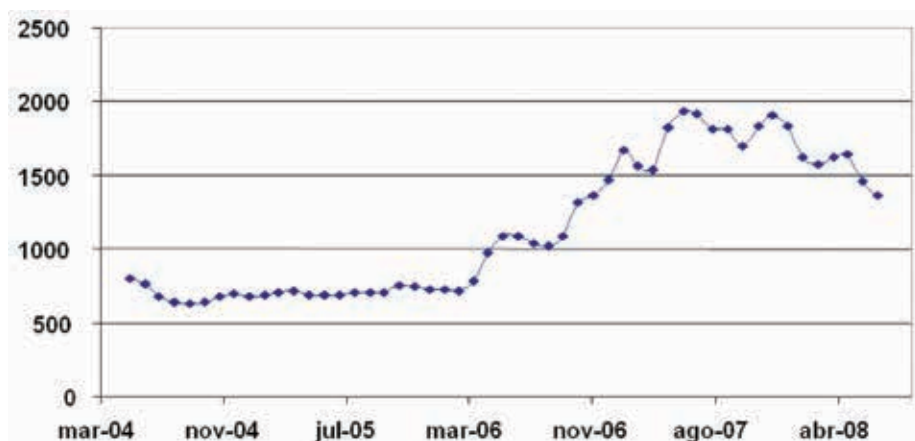


Figura 8. Variación precios de panela (pesos/kilo) en Colombia (2004 – 2008) (Fuente: Anuario estadístico Ministerios de Agricultura y Desarrollo Rural).

puesta a punto de plantas extractoras y en general por los obstáculos que genera la producción de caña panelera en áreas montañosas, poco conectadas y con deficiente infraestructura de comercialización y transporte), de los escandalosos aumentos del 400% en los precios de las tortillas mexicanas a comienzo de 2007 o de las evidencias de pésimas condiciones de trabajo en los campos de azúcar de Brasil en donde incluso han muerto trabajadores recolectores de caña.

Solo para señalar una paradoja adicional de los que plantean los AC, puede argumentarse que los altos precios de los AC les servirán a los agricultores campesinos o agroindustriales que, por primera vez en décadas verán cómo aumentan sus precios de venta, aunque sus productos no se utilicen para alimentar la canasta familiar sino automóviles. En la misma medida en que aumenten los precios de los productos agrícolas, beneficiando a los agricultores, los pobres urbanos que dependen de algunos de estos productos, sufrirán aumentos progresivos en los precios de productos básicos para la subsistencia. Un reciente informe sobre el Desarrollo Humano Sostenible en las grandes ciudades del país, indica que los pobres urbanos dedican más del 37% de sus ingresos a la adquisición de alimentos, con lo cual cualquier aumento de precios les afecta directamente su capacidad para nutrirse adecuadamente.²⁰ (González, *com.per.*).

Como ya se anotó más arriba, el caso es particularmente cierto para la panela, producto obtenido del procesamiento de la caña de azúcar en las regiones andinas de alta montaña, que se cultiva en más de 350.000 hectáreas y que tiene tanto o más influencia que el café en las economías campesinas colombianas. La panela es consumida en casi todo el país, como alimento energético directo y como proveedor de fibra, proteína y vitaminas, esencialmente por las capas más pobres de la población, en donde en muchos casos, es el único alimento diario. Si los precios se elevan, como resultado de la sustracción de tierras y de la producción de caña orientada ahora hacia el bioetanol, las consecuencias podrán ser muy fuertes para tales pobladores.

²⁰ Jorge Iván González, director del estudio sobre desarrollo humano en la ciudad de Bogotá.

Pero para bajar otras cifras desde la equidad social y la economía, es conveniente preguntarse sobre quiénes recaen los mayores porcentajes de ganancias de este tipo de proyectos.

De acuerdo con Mondragón (2007) la producción de alcohol carburante es el resultado de la amplia capacidad de maniobra del capitalismo burocrático en Colombia.

El Estado colombiano ha generado una serie de instrumentos políticos que promueven directamente a los sectores productores de caña de azúcar y el aceite de palma, que son las principales materias primas utilizadas en el país para los biocarburantes. Entre otras, la Ley 788 de 2002 exige a los productores del Impuesto al Valor Agregado (IVA), fijado en un 16% sobre el precio al productor, fiscal global, definido como un valor fijo por galón y un recargo del 25% sobre el precio final estimado de la de consumo, descontando el valor del IVA (Rudas, 2008).

Estos incentivos han generado controversia, ya que algunos analistas creen que el esfuerzo presupuestario realizado por el gobierno para apoyar estas iniciativas es muy alto, en comparación con los soportes dado a la política global de medio ambiente del país. De hecho, Rudas (*op.cit.*) indica que el Estado aporta a la producción de alcohol combustible cerca de \$ 206.000.000.000 pesos por año o 103 millones de dólares, equivalente a una vez y media el presupuesto total del Sistema Nacional Ambiental (SINA). Al continuar con esta política, el subsidio se incrementaría a \$ 400.000.000.000 de pesos en 2018 Equivalente a 200 millones de dólares (tasa de cambio de 1 dólar por 2.000 pesos).

Pero al mismo tiempo en varias regiones del país se utiliza otro modelo de cooperativas y de alianzas productivas entre pequeños, medianos y grandes productores de cultivos energéticos, especialmente de palma africana, que pueden resultar muy positivos para los trabajadores y los pequeños productores agrarios del país.

Esta es otra paradoja del proceso: por un lado, se privilegian sectores poderosos de la agroindustria al tiempo que se abren posibilidades reales de participación para diversos grupos minoritarios. En el

Chocó Biogeográfico mientras muchos pobladores de comunidades negras humilladas y violentadas por los paramilitares que utilizan la palma aceitera como excusa para apropiarse ilegalmente de territorios, resisten estas actuaciones, otras comunidades afrocolombianas demandan del Estado ayudas para instalar nuevas plantaciones en áreas con dificultades ecosistémicas para el cultivo.

En la zona de Tumaco, por ejemplo, a pesar de la presencia de la pudrición del cogollo, enfermedad que resulta limitante para el establecimiento de plantaciones de palma, muchos agricultores afrodescendientes insisten en cultivarla y demandan nuevos híbridos y variedades a las entidades de investigación, debido a que, pese a la destrucción de palmas jóvenes y adultas, los balances costo / beneficio les son positivos en lapsos incluso de dos o tres años.

En Colombia se han identificado 83 alianzas productivas a las cuales pertenecen 4586 pequeños agricultores. Alrededor del 25% de las nuevas áreas plantadas entre 1998 y 2005 (aproximadamente 52.000 ha) corresponden a este tipo de asociaciones. La evidencia aportada por Cano *et. al.*, (2006), sugiere que diferentes modelos de alianzas productivas han sido implementadas con efectos positivos sobre la competitividad de la cadena y la distribución equitativa de beneficios en este sector.

Este panorama requiere que Colombia inicie de manera urgente el estudio de las posibilidades, ventajas, desventajas, consecuencias, impactos y efectos que generaría la expansión de los cultivos energéticos tanto en el campo ecosistémico como en sus aspectos sociales, económicos, políticos e institucionales, es decir, en una sola palabra, en el campo ambiental, lo cual reafirma la complejidad que se esbozó en los párrafos anteriores.

Energía y sistemas de producción

Por otra parte, el país debe prepararse para dilucidar preguntas claves en relación con los balances energéticos de estos agrobiocombustibles, que es la primera razón por la cual se impulsa su utilización. Los balances energéticos, no obstante, dependen de varios factores

determinantes tanto de tipo biofísico, como por ejemplo su ubicación en distintas regiones geográficas, bajo diferentes condiciones climáticas y de suelos, como de otros aspectos socioeconómicos referidos a la propiedad de la tierra, presencia de infraestructura o sistemas de manejo (tipo y grado de intensidad de los factores tecnológicos utilizados, incluyendo por supuesto las prácticas agronómicas).

La complejidad del asunto aumenta cuando se hace referencia a los efectos que podría tener la introducción de AC en los balances de captura / emisión de carbono y sus reales efectos en la actual disputa sobre el cambio climático. Rodríguez (2008) aporta evidencias tomadas de distintos autores que muestran que, a escala global, los balances de carbono han resultado negativos, especialmente por las deforestaciones de bosques nativos en Malasia e Indonesia en donde la deuda de carbono alcanza decenas y centenas de años, puesto que se han afectado turberas o zonas de suelos húmíferos, muy ricos en carbono (recuérdese que el suelo es el principal sumidero terrestre de carbono) y que, a escala regional, países como Brasil han adquirido, por las mismas razones de deforestación y afectación de suelos, deudas de carbono de hasta 34 años (Figura 9).

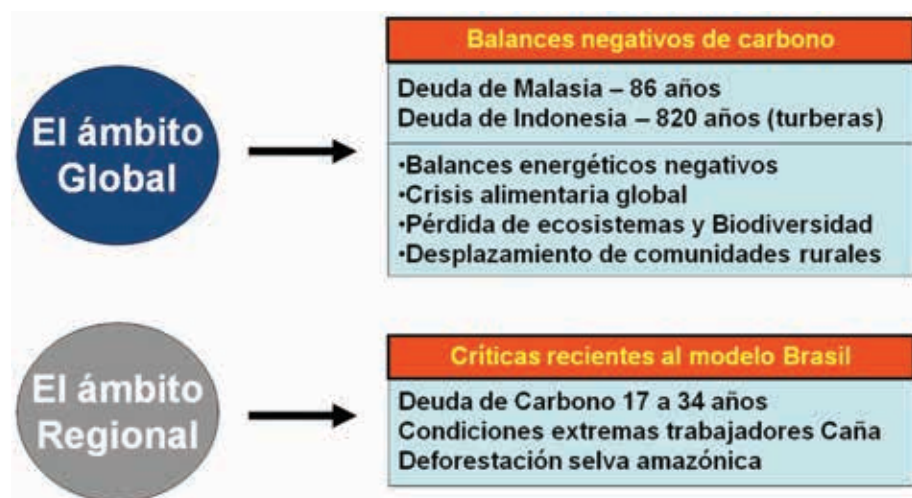


Figura 9. Algunas afectaciones globales y regionales de los agrocombustibles (Fuente: Rodríguez, 2008).

Si se parte de la idea que las plantas verdes captan el CO_2 de la atmósfera a través de la fotosíntesis y que luego solo una porción de la planta se utiliza en la producción final de etanol, entonces podría ser cierto que usar caña o maíz para estos fines, resultaría en menores liberaciones de CO_2 y por lo tanto en aspectos positivos para el control del cambio climático global. Pero ello es posible que no sea así, dado que en cada paso del cultivo se consumen otros materiales que emiten CO_2 a la atmósfera y en ocasiones NO_x , este último contaminante con un poder cientos de veces mayor que el propio CO_2 para generar efecto invernadero.

Debe anotarse que las evaluaciones de este tipo, necesariamente deben incluir en los análisis todo el ciclo de vida del producto, es decir, desde las primeras acciones de adecuación de terrenos para la siembra hasta la utilización final del agrobiocombustible en distintos tipos de vehículos, contemplando también los subproductos o desechos. En este contexto es necesario reconocer que los AC no se cultivan solamente para reemplazar el uso de la gasolina o del diesel en vehículos automotores, aunque ésta sea la principal razón de su promoción internacional. También pueden utilizarse en fuentes fijas, como por ejemplo agroindustrias, industrias de todo tipo y áreas de servicios. En consecuencia, las valoraciones energéticas y del ciclo de carbono deberían incluir comparaciones con diferentes fuentes de energía, incluyendo termoeléctricas, hidroeléctricas o fuentes alternativas (eólica, solar).

Las condiciones ecosistémicas o biofísicas inciden en la producción de biomasa vegetal y por ende en las posibilidades de generación de energía, a través de las restricciones que imponen los suelos, la disponibilidad de agua o las variaciones de temperatura y radiación solar en diferentes regiones naturales.

Los sistemas de manejo, a su vez, afectan de manera diferencial los balances energéticos y de emisión de carbono en función de la intensidad y grado de utilización de tecnologías agrarias disponibles, vale decir, de su incorporación intensiva o no de insumos (semillas, fertilizantes, herbicidas, fungicidas, insecticidas), maquinaria agrícola y riego. En últimas, tales balances serán diferentes en la medida en que el sistema de manejo se adscriba al modelo de revolución verde,

intensivo en capital y tecnología o a aquellos otros de las agriculturas alternativas de bajos insumos (agricultura ecológica).

Por ahora, la literatura disponible de tipo internacional está dividida entre quienes afirman que los balances son negativos y quienes sostienen lo contrario.

En el primer caso, Altieri y Bravo (*op. cit.*) citan a Pimentel y Patzek (2005), quienes, utilizando datos de todos los 50 estados de los EE.UU. y tomando en cuenta todos los “inputs” de energía (incluyendo la manufactura y reparación de maquinaria agrícola y equipamiento para fermentación y destilación), concluyeron que la producción de etanol no provee un beneficio energético neto. Por el contrario, estos

Tabla 2. Algunos trabajos publicados con balances energéticos positivos y negativos de cultivos usados como agrocombustibles (Uribe, 2008).

Cultivo	País	Balance (out / in)	Fuente
Maíz	USA	0,26	Pimentel y Patzek, 2005
Maíz	USA	0,75	Pimentel, 2001; 1991
Maíz	USA	0,93	Keeney y Deluca, 1992
Maíz	USA	0,96	Ho, 1989
Maíz	USA	1,19	Shapouri, <i>et al.</i> , 1995
Maíz	USA	1,23	Marland y Turhollow, 1990
Maíz	USA	1,27	Shapouri, Duffield y Wang, 2002
Maíz	Canadá	1,32	Agrifood, 1999
Maíz	USA	1,33	Wang <i>et al.</i> , 1999
Maíz	USA	1,37	Lorenz y Morris, 1995
Soya	USA	0,39	Pimentel y Patzek, 2005
Girasol	USA	1,32	Pimentel y Patzek, 2005
Canola		4,55	Richards, 2000
Trigo	UE	0,97	European Commission, 2004
Trigo	USA	1,1	Levington, 2000
Trigo	USA	1,23	Levy, 1993
Trigo		5,88	Richards, 2000
Caña de azúcar	Brasil	8,33	Macedo <i>et al.</i> , 2003
Palma Aceite	Colombia	6,67	MADR, sin fecha
Caña de azúcar	Colombia	8,33	MADR, sin fecha
Maíz	USA	0,26	Pimentel y Patzek, 2005
Maíz	USA	0,75	Pimentel, 2001; 1991
Maíz	USA	0,93	Keeney y Deluca, 1992

autores revelaron que requiere más energía fósil producirlo que la que produce. En sus cálculos, la producción de etanol de maíz requiere 1.29 galones de combustibles fósiles por galón de etanol producido y la producción de biodiesel de soya requiere 1.27 galones de energía fósil por galón de diesel producido. En suma, debido a la relativa baja densidad energética del etanol, aproximadamente 3 galones de etanol son necesarios para reemplazar 2 galones de gasolina.

En el segundo caso, varios autores, partiendo de la crítica al trabajo de Pimentel y Patzek, sostienen que tales balances son positivos si se consideraran distintos factores tecnológicos o aproximaciones metodológicas diferentes (Farrel *et. al.*, 2006; Hill *et. al.*, 2006 y Dale, 2007). En la Tabla 2 se puede observar una lista de trabajos (citados por Uribe (2008) que demuestran efectos a favor y en contra de tales balances, aunque debe advertirse que ellos en general se hicieron con metodologías, procedimientos y en condiciones ambientales diferentes, lo cual dificulta su nivel de comparabilidad.

Mientras que el debate mundial avanza sobre estos temas, en Colombia a duras penas se están iniciando estudios de esta categoría.

De manera concomitante con el aspecto señalado, es factible prever que los sistemas de manejo de los AC evolucionen hacia procesos de intensificación tecnológica principalmente en el uso de insumos (semillas, agroquímicos, maquinaria), como respuesta a las demandas del mercado. En efecto, en la medida en que las normativas nacionales obliguen a los ciudadanos a utilizar mezclas de biodiesel o bioetanol para sus desplazamientos cotidianos, aumentará la demanda mundial por este tipo de productos y en consecuencia los operadores privados responderán con aumentos en la producción, lo que se logra o bien incorporando más tierras o bien incrementando los insumos que inciden en la producción global de los AC.

Se esperaría, entonces, con cierto grado de confiabilidad, que los sistemas agrarios de maíz, caña de azúcar y caña panelera, remolacha azucarera, yuca, soya y palma africana, entre otros, inicien demandas fuertes sobre maquinarias agrícolas, sistemas de riego, semillas mejoradas, fertilizantes químicos y plaguicidas en general y su utilización

intensiva genere o exacerbe los ya bien documentados procesos de degradación de bienes naturales vía erosión o compactación de suelos, contaminación de aguas o pérdidas de biodiversidad (León, 2007).

En este sentido no es aventurado afirmar que las plantas transgénicas, modificadas en sus genomas para aumentar la producción de aceites o azúcares, sustancias a partir de las cuales se obtiene el biodiesel y el bioetanol, serán demandadas y utilizadas masivamente en este escenario futuro de mercado global. Las consecuencias de tales fenómenos aún no se pueden dimensionar, pero a la luz del estado actual de la investigación biotecnológica y de las incertidumbres científicas que rodean las evaluaciones de riesgo, es previsible que se afecten de alguna manera tanto las especies silvestres emparentadas, las mismas plantas modificadas y los agroecosistemas o ecosistemas relacionados incluyendo cadenas tróficas y organismos particulares. Insistamos acá sobre el significado que tiene para la sociedad el hecho que la ciencia actual no sea capaz de discernir los riesgos que plantea la transformación genética de plantas.

En efecto, varios investigadores críticos del modelo y con formación probada sobre biotecnología indican que existen fenómenos al interior de las plantas modificadas, esencialmente a nivel de sus genomas, de los procesos de transcripción y traducción final en proteínas y aún a nivel de cambios metabólicos inesperados, que pueden afectar la calidad de los alimentos producidos a través de sustancias alergénicas, nuevos metabolitos, silenciamiento o sobreexpresión de genes y otros procesos como la metilación de la citosina, esta última relacionada con distintos fenómenos como cambios en la estructura de la cromatina, actividad de promotores, modificación de histonas, metilación *de novo* en DNA alterado o en sus secuencias en los genomas insertados, estabilidad de transgenes, desarrollo embrionario o biología de tumores, muchos de ellos poco estudiados (Doerfler, 2007; Traavik y Heinemann, 2007; Pusztai y Bardocz, 2007).

En síntesis, la intensificación de la agricultura que se prevé bajo las demandas de ABC generará efectos de distinto orden y magnitud en la base de sustentación ecosistémica de la agricultura nacional, a no

ser que desde ahora se tomen medidas para contrarrestarlas, cosa bastante improbable en un país signado por el desorden.

Cabe en este análisis una pregunta capital que puede diferenciar o no la producción de los AC en relación con sus sostenibilidad energética: ¿Qué pasaría si los sistemas de cultivo de los AC, en lugar de generarse vía intensificación de insumos, semillas, tecnología y capital, viraran hacia prácticas de agricultura ecológica (AE)? ¿Es esto posible?

Examinemos de otra manera la última cuestión: ¿En un ambiente idealizado de competencia económica impulsado por demandas crecientes de ABC a escala planetaria, los cultivos ecológicos podrían atender esta demanda? ¿Ello es compatible con las ideas filosóficas que dieron origen y que respaldan la práctica continua de la agricultura ecológica?

Las respuestas se mueven en dos vértices: el de la producción *per se* y el de la ideología.

A nivel de la producción la hipótesis a defender es que, desde luego que es posible producir biomasa suficiente y eficiente desde el punto de vista energético a partir de sistemas ecológicos de producción. Desde hace varios años muchos investigadores agrarios vienen insistiendo en que la producción ecológica de cultivos puede generar excedentes de biomasa más allá de las producidas en el campo de la agricultura convencional y transgénica.

Es factible, sin embargo, que toda esta biomasa que provenga de los campos altamente diversificados de los sistemas ecológicos (Hole, 2005; Poveda, 2006) no sea apta para convertirla en etanol o biodiesel puesto que en la AE se permite y alienta el crecimiento de policultivos y de arvenses, disímiles en su configuración estructural y en sus representaciones varietales y de especies, precisamente como una manera de controlar los desequilibrios que se presentan en el monocultivo. Pero también es cierto que muchas escuelas de AE permiten y trabajan sobre monocultivos específicos. En el primer caso, las tecnologías de transformación podrían adaptarse a distintas ofertas de biomasa y en el segundo, es posible hablar de AE parcial. Con las dos, podría producirse AC.

Aquí entra el aspecto ideológico, centrado en las propuestas éticas y filosóficas de las agriculturas alternativas, en especial de la AE. Aunque una vez más no existan estadísticas que soporten la discusión, es posible afirmar que la actual oposición a los ABC proviene en parte de grupos ambientalistas ligados a la producción ecológica, que no entienden cómo aquellos pueden ser compatibles con un sistema de valores que defiende la soberanía alimentaria, el protagonismo de los campesinos, la conservación y renovación de los bienes naturales y que se opone al uso de plaguicidas o de plantas transgénicas.

La cuestión es dura de resolver porque conlleva una paradoja: por un lado, es posible que el balance energético, que define la sostenibilidad física de los AC, se logre solamente a través de sistemas de agricultura ecológica pero, al mismo tiempo, este sistema posee una serie de valores éticos y morales y de prácticas agrarias que se oponen al monocultivo y a prácticas de fertilización química de síntesis, uso de plaguicidas y adopción de plantas transgénicas, componentes fuertes de los paquetes tecnológicos necesarios para responder a las previsibles demandas de aumento de producción y productividad en el sector agrario, en escenarios muy factibles de elevadas demandas mundiales por AC.

Por ahora y a manera de síntesis se puede prever que el debate entre los que aceptan con entusiasmo estas nuevas opciones tecnológicas para producir energía a partir de cultivos energéticos y quienes las critican con distintos argumentos, va a recrudecerse en atención a que la demanda mundial, favorecida por normas nacionales de obligatorio cumplimiento, también podría aumentar de manera irreversible.

A la luz de las anteriores reflexiones y aceptando que este nuevo escenario es prácticamente irreversible, parece poco probable que exista un modelo alternativo para los AC en el que se puedan encontrar opciones de uso de la tierra en áreas que no compitan por la producción de alimentos, con infraestructura adecuada, que incluya la garantía estatal de relaciones de producción justas, con acceso de campesinos a tierras agrícolas de elevada vocación agraria y dentro de sistemas de manejo que eliminen los efectos indeseables del uso masivo de plaguicidas, maquinaria agrícola o plantas transgénicas,

previo análisis de las reales implicaciones energéticas y de emisión de gases invernadero en los cultivos y áreas seleccionadas.

La producción de agrocombustibles es, pues, una de las más importantes funciones asignadas por la sociedad contemporánea a los agroecosistemas, funciones que acarrearán una elevada complejidad de relaciones e intereses. Pero también los agroecosistemas cumplen o en principio deberían cumplir con otras múltiples funciones, señaladas a continuación como sus funciones culturales.

LAS FUNCIONES CULTURALES DE LOS AGROECOSISTEMAS

Un término que se puso de moda desde finales del siglo XX y comienzos del presente entre los teóricos del desarrollo rural fue el de la multifuncionalidad de la agricultura (MFA), con el cual se quería señalar que esta actividad cumplía con propósitos que se superponían a la mera producción de bienes agrarios. Bonnal *et al.*, (2003) describen con mucha claridad, el origen y desarrollo de este concepto, que nació junto con el de Nueva Ruralidad, pero a los cuales se les atribuyen orígenes distintos.

Los autores indican que el concepto es típicamente europeo y es el producto de las rápidas mutaciones que registró el sector agrícola desde la segunda guerra mundial. En efecto, a través de una serie de medidas excepcionales tomadas en la posguerra, Europa, con la ayuda de Estados Unidos, reconstruyó su sistema agrario, con procesos eficientes de ordenamiento territorial que reconfiguraron la propiedad y las extensiones de los predios, mecanización agrícola, riego, fertilización y control de plagas y enfermedades, acompañados de sistemas poderosos de crédito agrario con intereses favorables, educación y acompañamiento institucional en todos los órdenes, incluidos el de la investigación científica, la formación de técnicos y productores y la transferencia horizontal de tecnologías.

La Comunidad Económica Europea permitió y fomentó estas profundas modificaciones a partir de 1957 (Tratado de Roma) gracias a una política pública fuerte y solidaria que desembocó en un ambiente pro-

tegido frente a los mercados internacionales que le permitió, a sus países miembros, recuperar la autosuficiencia alimentaria en el transcurso de las décadas 60 y 70 y mejorar considerablemente la productividad del trabajo y de la tierra, lo que desencadenó una verdadera revolución agrícola: los volúmenes se multiplicaron por un factor de 2 a 5 entre 1961 y 2000 según los grandes tipos de productos, mientras que el número de activos agrícolas disminuía en un 80% y el área cultivada en un 15% (Bonnal *et al.*, *op. cit.*).

Los efectos de esta transformación, expuestos por los autores citados, fueron altamente positivos en los planos social, económico, territorial y político, que funcionaron muy bien hasta los años 1970, período en el cual aparecieron los primeros signos de agotamiento del modelo de crecimiento, a saber: la saturación progresiva de los mercados agrícolas, el costo exponencial de las medidas de apoyo, el debilitamiento de las reglas de la solidaridad comunitaria, la acumulación de excedentes agrícolas, la aparición de externalidades negativas en el plano ambiental y el rechazo internacional creciente de los efectos negativos que el proteccionismo europeo generaba en los sectores agrícolas del resto del mundo.

El surgimiento del concepto sobre la multifuncionalidad de la agricultura está directamente ligado con esta historia particular. Los excesos de productivismo generaron efectos ambientales y sociales objetivamente indeseables (“desertización” de los campos, contaminación de la capa freática, crisis sanitarias y alimentarias: vaca loca, pollos con dioxina) y, simultáneamente, aceleraron en las sociedades civiles el proceso de concientización de la necesidad de una búsqueda de nuevos referentes y de nuevos valores y las sensibilizaron paulatinamente al debate sobre el desarrollo sostenible. Así, las discusiones relacionadas con la MFA llevan consigo gran parte del cuestionamiento del modelo de desarrollo agrícola europeo: los modelos técnicos, los modos de intervención en el territorio, las características intrínsecas de los alimentos que se deben producir, el papel de la intervención pública comunitaria (Bonnal *et al.*, *op.cit.*)

De acuerdo con lo expuesto por estos autores, la noción de “Multifuncionalidad de la Agricultura” se refiere, entonces, a la totalidad

de productos, servicios y externalidades (funciones realizadas por la agricultura que no generan bienes que puedan ser intercambiados en mercados establecidos), creados por la actividad agrícola y que tienen un impacto directo o indirecto sobre la economía y la sociedad en su conjunto.

En términos de Cáceres (2004), la multifuncionalidad es un concepto que se utiliza para superar la concepción meramente productiva de alimentos y materias primas, apelando a dos dimensiones más de la actividad: sus funciones ambientales, referidas a la protección del medio ambiente, de los bienes naturales, los ecosistemas y los paisajes agrarios y sus funciones territoriales, referidas a su valor para generar equilibrio territorial y conservar el tejido socioeconómico de los espacios rurales.

Otros autores identifican la multifuncionalidad de la agricultura con la prestación de servicios comerciales y no comerciales, en donde aparece la “defensa del medio ambiente y de los valores paisajísticos”, salvaguarda de la biodiversidad, creación de condiciones favorables a la seguridad alimentaria y contribución a la viabilidad de las áreas rurales. IAASTAD (2011) por ejemplo, indica que ella se refiere a la prestación de servicios ambientales, mejoras en los paisajes y legados culturales.

Tales concepciones se tornan un tanto vagas a la hora de la implementación de políticas y de su valoración económica. Un interesante artículo de Atance y Tió (2000), a partir de la definición aceptada por la Comunidad Europea de Naciones (la MFA es la producción de materias primas y alimentos en condiciones competitivas y de seguridad alimentaria, la conservación del medio ambiente y del paisaje rural y la contribución a la viabilidad de las áreas rurales y a un desarrollo territorial equilibrado), muestra las dificultades de valorar las externalidades de la agricultura que es, en términos económicos, lo que en última instancia le interesa a los formuladores de política.

Cuando se toma esta vía de ampliar las funciones de la agricultura (y por supuesto de los agroecosistemas) se desemboca fácilmente en los debates sobre el desarrollo rural como alternativa a la producción

agraria, apelando a la idea general de la funcionalidad del territorio rural, en el que encuentran cabida otras actividades diferentes a la producción primaria de corte agrario.

Dentro de esta concepción aparecen los asentamientos humanos, el desarrollo de grandes proyectos de infraestructura y de servicios, la extracción de recursos fósiles, la explotación de yacimientos mineros, el turismo o la recreación.

Estos últimos factores y variables que se incluyen en la idea general del desarrollo rural, por supuesto que están relacionados de una u otra forma con las actividades agrarias y afectan y a su vez son afectados por ellas, pero en sí mismas no pueden ser considerados como funciones de los agroecosistemas.

Existen, en cambio, otras funciones culturales que difícilmente son percibidas o aceptadas por la sociedad. Destaquemos solo tres de ellas: la producción de alimentos sanos, la conservación y uso de la biodiversidad y la conservación de valores morales.

La Producción de Alimentos Sanos

Parece una perogrullada, pero el asignarle a los agroecosistemas una función de producción de alimentos sanos, es una manera de reafirmar, desde la ética, que esta es su verdadera y más importante función, que sobrepasa incluso la muy extendida y acogida función de producción.

La salud humana está íntimamente relacionada con la comida y los hábitos alimenticios y ellos con la calidad de los alimentos, lo cual está determinado, a su vez, tanto por la calidad del suelo y del agua utilizada en la producción como por los tipos de manejo (con o sin plaguicidas) fitosanitario que se realicen. Pero no solamente con esto: la salud de los seres humanos se ha convertido en un negocio rentable y lucrativo, que mueve millones de dólares alrededor del mundo y en el que están involucrados, de distintas maneras, gobiernos nacionales, instituciones públicas y privadas, empresas transnacionales, cuerpos

científicos, trabajadores de la salud, comercializadores, consumidores, agroindustrias, industrias farmacéuticas, planificadores y, en general, una compleja red de actores que colocan la discusión del tema en un nivel de mayor complejidad, más allá del acto agrario mismo, pero en donde la porción agroecosistémica es fuertemente relevante.

Tal vez el asunto relativamente más visible de la salud humana y los agroecosistemas sea el uso y abuso de plaguicidas que generan intoxicaciones agudas o crónicas, las primeras producto de contactos súbitos con venenos y las últimas relacionadas principalmente con exposiciones por largos periodos de tiempo y generalmente de carácter ocupacional.

Extensa es la bibliografía que se ha escrito sobre el tema y modestos, por decir lo menos, los esfuerzos culturales para evitar o eliminar el uso de plaguicidas. El tema aún genera fuertes controversias entre los defensores del desarrollo sin límites y quienes presentan posiciones a favor de la conservación de la naturaleza y de la calidad de vida de la población humana. A pesar de los innegables efectos ambientales del uso de estas sustancias en la agricultura y del desarrollo de soluciones alternativas de manejo fitosanitario, aún subsiste un poderoso sector económico que, basado en el éxito comprobado de los plaguicidas en el control de plagas y enfermedades, aumenta continuamente sus ventas al igual que incrementa los efectos de los agrotóxicos sobre suelos, aguas, fauna, flora y seres humanos.

Los plaguicidas hacen parte del modelo de agricultura de revolución verde que ha sido ampliamente discutido en Colombia tanto en sus aspectos positivos como negativos. De todas maneras, a pesar del reciente surgimiento de movimientos sociales que impugnan su utilización indiscriminada, existe un consenso tácito de las dificultades que enfrenta la pretensión de abolir estas sustancias del panorama agrícola nacional, más aún cuando el futuro está signado por los Tratados de Libre Comercio que firmará el país tanto con Estados Unidos y la Unión Europea como con el resto de países americanos y varios asiáticos, que flexibilizará aún más la entrada de plaguicidas al territorio nacional. Los esfuerzos de muchas vertientes de académicos, productores y políticos se enfocan ahora hacia prácticas de agricultura limpia con reducción de plaguicidas, dado que existe un

reconocimiento más o menos amplio de los efectos que causan estas sustancias en los ecosistemas y en la salud de la población.

León (2007) realizó una síntesis de algunos problemas que afectaban la salud de productores y consumidores de alimentos en Colombia, citando los siguientes estudios que contienen datos verdaderamente alarmantes:

- Citando cifras de Rapal (2003), el autor indicaba que cada año ocurrían en el mundo alrededor de 3 millones de casos de envenenamiento causados por plaguicidas, con una mortalidad probable del 1% (30.000 muertos). Para 1995 la Organización Mundial de la Salud (OMS) calculaba que 25 millones de trabajadores agrícolas sufrirían un episodio de intoxicación por plaguicidas y que éstos serían responsables de 437.000 casos de cáncer y de 400.000 muertes involuntarias. El 99% de los envenenamientos y muertes ocurre en las naciones en desarrollo
- En seres humanos el IDEAM (1998) reporta que se han comprobado efectos de carácter cancerígeno, mutagénico, somáticos, reproductivos y trastornos en el sistema nervioso que se manifiestan en neuropatías, encefalopatías, perturbaciones visuales, delirios y convulsiones, entre otros. Las víctimas no son solamente los trabajadores del campo sino igualmente los consumidores finales de los productos agrícolas, es decir, la totalidad de la población.
- De acuerdo con el perfil ambiental de Colombia elaborado por Colciencias en 1990, entre 1978 y 1989 se atendieron anualmente 618 casos por intoxicaciones con plaguicidas, 14% de los cuales fueron fatales (63 muertes / año).
- Un estudio realizado por investigadores de la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia en ese departamento, que cubrió el período comprendido entre 1978 y 1986, encontró 3.988 casos de intoxicación por agroquímicos, provenientes en su mayoría de cascos urbanos, afectando

- principalmente a hombres con edades entre 15 y 59 años. Los productos organofosforados y los carbamatos (inhibidores de la colinesterasa) aparecieron como los principales causantes de dichas intoxicaciones, con una participación del 84%, mientras que los organoclorados (DDT (difenildiclorotolueno), DDE (difenildicloroetano) y varios drines....) fueron responsables del 3.6% de las mismas. En el mismo periodo, el número de muertes por plaguicidas en Antioquia fue de 568, dando como promedio 63 personas al año (Colciencias, 1990).
- En la leche vacuna también han aparecido evidencias de contaminación por plaguicidas, principalmente de DDT. Un estudio realizado por Vallejo y Vargas, del Departamento de Toxicología de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional, calcula que aproximadamente entre el 36% y el 40% de la población colombiana está directamente expuesta al contacto directo con plaguicidas (Colciencias, *op. cit.*). Otros estudios en leche vacuna y humana han encontrado residuos de organoclorados como DDT, lindano y dieldrín en Espinal y Guamo (IDEAM, 1998).
 - De otra parte, un estudio epidemiológico realizado por el Instituto de Salud Pública de México y el Instituto Nacional de Cancerología de Colombia con el fin de evaluar la asociación entre el cáncer de seno y niveles de DDT, Lindano y Bifenilos Policlorados (PCB), encontró que de un total de 288 mujeres que participaron en el estudio, 144 presentaron dicho cáncer y las otras 144 tuvieron que someterse a controles clínicos (Ministerio del Medio Ambiente, 1998).
 - Otro estudio realizado en los corregimientos de Rozo, La Torre y La Acequia (municipio de Palmira) en Colombia durante 1997, demostró efectos de los agroquímicos sobre la salud de 166 personas (de una muestra inicial de 755) por exposición aguda o reciente a insecticidas organofosforados y carbamatos. Lo que más llama la atención de este estudio es que tales resultados fueron obtenidos en un grupo hetero-

géneo en edades y oficios, que incluía además de los agricultores y trabajadores del campo, amas de casa y menores de edad, poniendo en evidencia la contaminación del ambiente por agroquímicos (Nivia, 2000).

- El Paraquat (actualmente comercializado como Gramoxone), ha sido otro de los herbicidas más utilizado en Colombia para el control de malezas y erradicación de cultivos ilícitos, no obstante ser causante de lesiones pulmonares fibróticas de rápida progresión en forma irreversible y con alta toxicidad crónica con presencia de lesiones renales, hepáticas, miocárdicas y cerebrales (IDEAM, op.cit.). Para su comercialización se advierte que "este producto es tóxico para la vida silvestre, no siendo apropiado para uso masivo y aéreo".
- En un trabajo realizado para evaluar el perfil cognitivo de trabajadores que se desempeñan como embolsadores del cultivo de banano en Urabá y que entran en contacto directo con el plástico tratado con el insecticida organofosforado Clorpirifos, Gallego *et. al.*, (2003) encontraron que el grupo expuesto presentaba rendimiento cognitivo más bajo que el esperado, con sus funciones de memoria y atención comprometidas y bajos niveles de habilidades no verbales. El 30% de los estudiados en el grupo con más de cinco años de exposición presentaron un nivel de 20% o menor en las pruebas de habilidad verbal, en tanto que más del 25% de los estudiados clasificaron con alteración severa de la memoria, el 20% con alteración moderada de la atención y el cinco por ciento con alteración severa de esta función.
- En una investigación realizada por Acción Ecológica de Ecuador (Rapal, 2004 citado por León, *op. cit*), se analizaron las células sanguíneas (prueba del cometa) de 22 mujeres que fueron expuestas a las fumigaciones aéreas del Plan Colombia, con la mezcla glifosato + POEA + CosmoFlux 411F y de 25 mujeres no expuestas (grupo control), encontrándose que la totalidad (100%), de las mujeres que recibieron el impacto de las fumigaciones y sufrieron síntomas de intoxicación,

- presentaron lesiones genéticas en el 36% de sus células, 800% por encima del grupo control establecido y un 500% superior a los daños encontrados en poblaciones de similares características en la Región Amazónica. Ello podría aumentar el riesgo de daño celular e incrementar los casos de cáncer, mutaciones, alteraciones embrionarias y abortos en la zona.
- Por su parte, Márquez (2013) evaluó el riesgo ambiental por residualidad del clorpirifos en sistemas de ganadería intensiva de leche del municipio de San Pedro de Los Milagros (Antioquia – Colombia) utilizado por los ganaderos para controlar el insecto *Collaria scenica*, detectando tasas de acumulación del producto en el suelo de 1.73 µg/h, en pastos de *Pennisetum clandestinum* de 0.55 µg/h, acumulación del clorpirifos en el suelo de 2 µg/g y bioconcentración máxima en cultivo hidropónico de *P. clandestinum*, de 39.4 µg/g para la raíz y 1.1 µg/g para el follaje. La residualidad obtenida para el follaje fue de 0.6 µg/g en pasto para consumo animal, representando un porcentaje de transferencia del plaguicida a la biomasa del follaje del 50%.
 - Coy (2001) citado por León (*op.cit.*) indicaba que, de 706 municipios en la cuenca Magdalena – Cauca, existían en su momento alrededor de 317 con alto ingreso y retención de plaguicidas en el suelo, 102 con alto potencial de alteración de organismos edáficos por acción de los plaguicidas, 78 presentaban alto potencial de contaminación de sus corrientes de agua superficiales, 107 arriesgaban la contaminación de sus aguas subterráneas con estas sustancias y 57 municipios presentaban alto ingreso y transporte de plaguicidas vía aire.
 - Una reciente investigación de Pertuz y León (2010) realizado en las áreas rurales que rodean la ciudad de Bogotá, caracterizó el modelo productivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la zona rural de Ciudad Bolívar del Distrito Capital y analizó su cadena productiva a través de la metodología de “Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos” en cada una de sus etapas. Como principales problemas los autores identificaron

el uso indiscriminado e inadecuado de agroquímicos, la persistencia de plagas y enfermedades y procesos insuficientes de adecuación poscosecha y preparación culinaria. Los análisis toxicológicos evidenciaron que los tubérculos con poco procesamiento (recién cosechados, sin lavar, crudos o con cáscara) tienen una tendencia a superar la concentración máxima permitida de residuos de plaguicidas organofosforados y ditiocarbamatos, expresada en mg/Kg, que se establece en la resolución 2906 de 2007 en alimentos para consumo humano en Colombia. De manera contraria, tubérculos almacenados, lavados y cocidos sin cáscara se pueden considerar seguros para el consumidor. Como grupos químicos más utilizados en las aplicaciones al cultivo de papa encontraron ditiocarbamatos (31%), organofosforados (29%), carbamatos (27%) y organoclorados (13%). El grupo de los ditiocarbamatos corresponde al grupo químico de mayor nivel de utilización pero no fue considerado como indicador, ya que su degradación se da en cuestión de horas y días. De los organofosforados el producto comercial más empleado en la zona fue el Lorsban; entre los carbamatos, el Carbofuran. En muestras recolectadas tras la cosecha a nivel veredal, los autores identificaron residuos de organofosforados (0 a 0,54 mg/Kg) y carbamatos (0 a 0,63 mg/Kg) en la categoría de detectables. Observaron también que, conforme se adelantan las operaciones poscosecha los niveles de plaguicidas van disminuyendo, es decir, que el almacenamiento, lavado y cocción vía húmeda generan pérdidas en los niveles iniciales del plaguicida. Dichas pérdidas se limitan si se conserva la cáscara, por cuanto esta estructura pareciera que actúa como barrera y permite la retención parcial de los plaguicidas aplicados. En general la cocción de tubérculos sometidos previamente a almacenamiento y a lavado predispone la obtención de niveles de organofosforados y carbamatos cercanos a 0. Se evidencia que en procesos de cocción los plaguicidas quedan en una mínima proporción en el agua de cocción y que después de 15 minutos estos tienden a desaparecer; sin embargo, pese a lo esperado, las muestras sometidas a fritura registraron valores de plaguicidas superiores a los obtenidos en las muestras sometidas a calor húmedo.

- Una fuerte polémica en relación con los efectos que ejercen los agroquímicos sobre la salud humana tuvo que ver con el empleo de endosulfán en el cultivo de café colombiano. Según registros del servicio de salud del departamento de Risaralda, del Instituto de Seguro Social (ISS) del Quindío y de los hospitales municipales de Caldas, desde que se empezó a utilizar este insecticida en la región (1992) y hasta septiembre de 1999, 583 personas, entre campesinos y trabajadores, principalmente de los municipios de Palestina y Chinchiná (Caldas) y Balboa (Risaralda), sufrieron los efectos del endosulfán. De acuerdo con el Ministerio de Salud, para el año 2000 fueron 106 las personas afectadas en los departamentos de Antioquia, Huila, Quindío, Risaralda, Tolima y Caldas. En 1998 se intoxicaron 70 personas con este producto, hecho que contrastó con la reducción hasta el 2% de la presencia de broca en los cafetales de la región, los más bajos de la historia (El Espectador, 22/04/001). El subregistro de los casos de intoxicación a causa de estos productos, no permite establecer la magnitud real del problema y por lo tanto diluye la atención que se debe prestar al respecto, aplazándose decisiones que como en el caso del endosulfán, tardaron 8 años en tomarse (El 23 de marzo del 2001, el Consejo de Estado expidió un fallo en el que determina retirar el uso del endosulfán en todos los cultivos) debido en parte, según la Asociación Colombiana de Toxicología y Fármaco Dependencia, a la inexistencia de un sistema de vigilancia epidemiológica para intoxicaciones por plaguicidas. Durante varios años esta decisión ha sido cuestionada, sin éxito, por los fabricantes y productores, revelando las fuertes conexiones simbólicas y de dependencia tecnológica de estos actores.

Pero más allá de esto, varias publicaciones recientes dan cuenta de impactos menos visibles ligados al uso de los plaguicidas: por ejemplo Horrigan y Laurence (2002) describen algunos problemas de la agricultura que aparentemente están alejados de la salud, como la destrucción del hábitat, la pérdida de biodiversidad y alteraciones del ciclo hidrológico, fenómenos que pueden causar enfermedades infecciosas, anulación del desarrollo de agentes terapéuticos y revivir algunos focos de enfermedades tropicales. Estos autores también describen cómo la

falta de tierras fértiles y la degradación del suelo son focos de inseguridad alimentaria, lo que como efecto final en la salud de las poblaciones se evidencia en desnutrición.

En esta misma línea de pensamiento, Magrin y Col (2010) afirman que la agricultura tradicional de subsistencia genera menores efectos directos e indirectos en la salud humana en comparación con la agricultura comercial moderna y, por lo tanto, es muy posible que los sistemas agroecológicos generen resultados opuestos a los encontrados en la agricultura de alto uso de insumo de origen sintético.

Al analizar las relaciones de los sistemas agrarios con el resto de la sociedad, Hawkes y Ruel (2006) indican que los productores agrícolas pobres y sus familias son particularmente vulnerables a las enfermedades y a la desnutrición. En esta relación agricultura – salud, el principal vehículo es el alimento, producto final de la agricultura e inicio del proceso nutricional, que en últimas tiene el mas importante papel como determinante de la buena salud. Como se discutirá más adelante en este libro, la seguridad alimentaria, ligada a la salud y a la nutrición, es parte vital de este andamiaje y su consolidación depende de varios factores en el orden cultural.

La salud es, entonces, una función del alimento sano y éste se obtiene no solamente a partir de técnicas inocuas sino de determinantes sociales y económicas, de creencias y ritos, de intereses y de presiones, que se expresan en modelos generales de agricultura. Estos, entendidos desde la misma propiedad de la tierra, el acceso a semillas, las prácticas de abonamiento y preparación de suelos, sistemas de riego (calidad y cantidad de agua) y manejo sanitario de los agroecosistemas hasta los procesos de poscosecha, comercialización, adquisición, distribución, preparación y consumo de alimentos, generan una compleja cadena de relaciones en donde la salud puede salir ganando o perdiendo.

Lang (2006), advierte cómo la agricultura intensiva moderna ha agotado prácticamente los recursos biofísicos del ambiente y cómo la inseguridad alimentaria y la desnutrición todavía persisten en gran parte del planeta. Desde la década de 1970, aún en los países con una disponibilidad general adecuada de alimentos, la distribución desigual

significó que determinadas zonas y hogares todavía experimentarían inseguridad alimentaria. Queda claro que los avances técnicos en la producción de alimentos no resuelven los problemas del hambre o la seguridad alimentaria por sí mismos.

Los Compuestos Orgánicos Persistentes (COPs)

Mención aparte merece uno de los enemigos ocultos más importantes y menos visibles de todos: los Compuestos Orgánicos Persistentes (COPs), que son un grupo especial de Compuestos Tóxicos Persistentes (CTPs), caracterizados por tener en su estructura química átomos de carbono e hidrógeno como los hidrocarburos aromáticos policíclicos. Algunos de estos COPs poseen átomos halogenados como Cloro o bromo que les confieren mayor estabilidad y persistencia. Entre estos se destacan los organoclorados como DDT, Aldrín, Dieldrín, Endrin, Clordano, Heptacloro, Mírx, Metoxicloro, Hexaclorobenceno y Toxafeno; los bifenilos policlorados (PCB) y las dioxinas y furanos.

Se estima que en los últimos 40 años se han consumido en el mundo cerca de un millón de toneladas de DDT (Dicloro Difetil Tricloroetano), buena parte de las cuales permanece aún en el medio natural. Estos COPs son altamente estables puesto que permanecen en el medio biofísico durante largos períodos después de su utilización, presentan gran movilidad, se bioacumulan en los tejidos de los organismos y causan diversos efectos tóxicos a seres humanos y animales.

Porta *et al.*, (2009), indican que los COPs son verdaderamente preocupantes y constituyen una enorme amenaza a la salud pública, principalmente por su nocividad, persistencia, capacidad de bioacumulación y biomagnificación y presencia global, que hace de ellos un problema de gran complejidad.

Solo para ilustrar el asunto obsérvese que los seres humanos estamos expuestos a más de 100.000 sustancias de todo tipo y que la mayor parte de tales sustancias no han sido estudiadas ni en sus efectos individuales ni sinérgicos. Un estudio piloto realizado por la Facultad de Medicina de la Universidad Monte Sinaí de Nueva York, encontró hasta 106 sustancias distintas en un mismo individuo, de un total de

210 sustancias analizadas. El promedio de sustancias por individuo fue de 91 (Weinhold, 2003). Lo anterior da cuenta de la complejidad que significa el tratar de aislar el efecto individual de determinada sustancia y como corolario se advierte que los efectos en los seres humanos puede ser el resultado, más de los efectos individuales, de la combinación o mezcla de sustancias.

Los autores citados indican que, entre los efectos adversos que los CTP ayudan a causar, se distinguen los de neurotoxicidad, trastornos endocrinos y reproductivos, problemas cardiovasculares, inductores y promotores tumorales y su posible implicación en otros síndromes y trastornos como la fibromialgia, el síndrome de fatiga crónica y la sensibilidad química múltiple. A corto plazo los COPs pueden generar vómito, dolor de cabeza, calambres y cansancio y en las intoxicaciones crónicas producen alteraciones de la función hepática, lesiones cutáneas, anormalidades de los sistemas endocrino y nervioso, cáncer, malformaciones, esterilidad y disminución de la fertilidad.

Reconociendo estas características y efectos ambientales de estas sustancias, el 23 de mayo de 2003 se firmó la Convención de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes con el consenso de 122 gobiernos, entre ellos Colombia, el apoyo de la industria química, ONGs y el PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente) que persigue, fundamentalmente eliminarlos, apoyar opciones tecnológicas más seguras, identificar nuevos COPs para eliminarlos, destruir las antiguas existencias acumuladas y los equipos que contengan COPs. Recientemente ingresó a esta lista el Endosulfán, insecticida ya prohibido en Colombia.

Desafortunadamente, como lo señalan Porta *et al.*, (*op.cit.*), en muchos países la magnitud real de la contaminación humana por estas sustancias y sus tendencias a lo largo del territorio (así como su distribución geográfica y social), siguen siendo ampliamente desconocidas. Algunos estudios se han emprendido, sin embargo, en países como Estados Unidos, Alemania, Flandes, Nueva Zelanda, Australi, Japón, la región Antártica, Suecia, Francia y España. A pesar de ello, los autores consideran que “...esta carencia de estudios resulta llamativa...el desequilibrio existente entre la multiplicidad de indicadores socioeconómicos

y la ausencia de indicadores acerca de los efectos que tienen los factores ambientales en la salud humana, es impropio de una sociedad postindustrial. Ello impide realizar tareas fundamentales como monitorear los factores que inciden en la salud de la población...e impide también efectuar valoraciones racionales y tomar decisiones científicamente justificadas ante crisis motivadas por accidentes químicos, brotes de intoxicación alimentaria...y otras circunstancias socialmente alarmantes...”

Pero es que, además, los pocos estudios que se realizan, lo hacen con enormes diferencias en sus procedimientos metodológicos (químicos y epidemiológicos) lo cual hace muy difícil compararlos. Estas diferencias se refieren, por ejemplo, a los procesos de reclutamiento de voluntarios, las técnicas de análisis químicos, diversos parámetros estadísticos para analizar y presentar los resultados, diferentes unidades de medida de las concentraciones, distintas matrices biológicas utilizadas y variaciones en el número de sujetos incluidos (Puigdoménech *et al.*, 2008). Aún así, la revisión de esta autora indica que, en España, la mayoría de la población estudiada presentaba niveles detectables de COP en su organismo, especialmente llamativos en los casos de Hexaclorobenceno (HCB) y DDT y sus derivados, aunque tal contaminación se producía a concentraciones de COP que eran relativamente bajas en la mayoría de tipos de alimentos y zonas geográficas.

En las conclusiones finales del libro de Porta *et al.*, (*op.cit.*), los autores escriben el siguiente párrafo, que se trae a colación por su pertinencia, valor y franqueza:

“...La contaminación por COP es un conflicto sociológico y sanitario consustancial a nuestros modelos de economía, cultura y sociedad. Los contaminantes tóxicos persistentes son *sistémicos*: son una de las principales características del sistema. La contaminación generada por los COP es el resultado de nuestra organización social y de nuestros hábitos individuales y colectivos (agricultura, consumo, residuos, transporte). La distribución poblacional de los COP es consecuencia de las políticas públicas y privadas que promovemos o aceptamos. Las que ejercen las instituciones políticas y también todas las organizaciones sociales (consumidores, sindicatos, cooperativas, empresas, grupos de

presión, organizaciones en defensa del automóvil o de la agricultura ecológica...). Políticas sobre piensos, ganadería y agricultura, políticas de la industria alimentaria y sobre la seguridad alimentaria, sobre riesgos químicos, energía, medio ambiente, residuos, reciclaje, educación, industria, transporte, impuestos, salud pública, sanidad... La contaminación generalizada por COP es el resultado tanto de las componentes más activas de esas políticas como de las componentes más pasivas y negligentes: de sus inacciones y omisiones, de las rutinas cómplices e interesadas, de quienes eligen no visualizar los muertos, el sufrimiento y el gasto que los COP contribuyen a causar...". ¡Todo un tratado de ambiente y salud, condensado en un párrafo!

La Conservación y Uso de la Biodiversidad

Como ya lo han reconocido los biólogos de la conservación, es en las fincas y en los campos de cultivo en donde se conserva una buena parte del germoplasma nativo de las plantas alimenticias, medicinales y otras de diversos usos. *La agrobiodiversidad*, término también un poco vago, se refiere, precisamente a todos aquellos seres que se encuentran dentro de los agroecosistemas y que prestan servicios disímiles, tanto a la producción vegetal como a la conservación de bienes naturales y al bienestar humano.

La Conservación de Valores Morales

Esta función ha sido invisibilizada por mucho tiempo, debido quizás a la preeminencia de la función de producción, que se ha llevado toda la atención de los analistas. No obstante y sin duda alguna, el acto agrario en sí mismo, es decir, los ritos, el procedimiento, los esfuerzos, la dedicación, las esperanzas y, en fin, toda una concepción de la vida misma, reposa en la manera en que los agricultores disponen de su tierra, interpretan las señales del clima, seleccionan las semillas, plantan y cuidan sus cultivos.

La arquitectura y la disposición de las plantas sugiere de entrada que ellas pueden generar procesos de simbiosis y de alternancia de

beneficios, que es necesario respetar los espacios mínimos individuales, que se puede estar solo pero que a la vez es necesaria la diversidad, que de la manera en que viene la semilla, así mismo será el individuo adulto, que la vida depende del agua y de la tierra, que los insectos pueden ser benéficos y dañinos según se maneje su entorno, que no es bueno adelantarse a los acontecimientos (todos los días traen su propio afán), pero que es necesario planificar o que todo tiene su tiempo bajo el sol.

Estas enseñanzas básicas y cotidianas que viven los agricultores les inculca naturalmente virtudes de asociación, de respeto, de solidaridad, de oportunidad, de conocimiento de ciclos naturales, de relación con la luna, los planetas y las estrellas (de qué otra manera puede interpretarse si no, la filosofía antroposófica de Steiner), en una palabra: de espiritualidad y de valores morales.

Por ello es que frecuentemente se asocia al campesino puro, al tipo central de productor agrario, con individuos plenos de virtudes, con un mundo aparte, que algunos creen que se acerca mucho a la ingenuidad o a la inocencia. Tal comportamiento también es evidente en grupos indígenas que viven permanentemente en contacto con el mundo “natural”.

Las virtudes no expresadas que ligán a los campesinos con la tierra, los ciclos astrofísicos, las señales cósmicas o los comportamientos animales y vegetales, revelan un mundo espiritual favorable al entendimiento de relaciones humanas positivas, plenas de enseñanzas morales y de valores de respeto, firmeza de carácter, cumplimiento de la palabra empeñada y sacrificio personal, que puede ser adosado a esas funciones intangibles de los agroecosistemas, cuando éstos se ven desde la posición de quien quiere aprender.

Las Funciones de Educación Ambiental

Pocos casos en la naturaleza ofrecen tantos ejemplos para aplicarlos a la educación ambiental, como los agroecosistemas. Es posible que algunos críticos indiquen que no es función de ellos la de educar (cosa

que puede ser cierta), pero tampoco puede desdeñarse el valor pedagógico de los procesos que suceden en los agroecosistemas, para afianzar valores de respeto y solidaridad entre los miembros de una comunidad.

Las interpretaciones bíblicas de las semillas buenas o malas que caen en campos fértiles o en pedregales y que hacen alusión a quienes escuchando no escuchan o a la disposición del ánimo humano para recibir, entender y practicar las palabras que guían por los senderos del amor, pueden ser un buen ejercicio de presentación que posee el campo como referente simbólico en la transmisión de valores. A estas enseñanzas pueden sumarse otras, siempre con referentes agroecosistémicos.

En este sentido, la simbiosis, las relaciones de afinidad, comensalismo o mutualismo pueden inducir comportamientos de cooperación, trabajo en equipo e interdisciplinariedad. La relación entre calidad de la semilla y abundancia de las cosechas también se puede utilizar como ejemplo de virtud. El modelo paradigmático que ofrece el mismo policultivo que muestra las complejidades del desarrollo vegetal y sus distintas asociaciones en el plano de los otros reinos de la naturaleza, se puede contrastar fácilmente con el monocultivo como símbolo de lo personal, de lo heterogéneo y derivar de allí, lecciones de uno u otro tenor.

Pero más allá de las representaciones simbólicas y de sus expresiones de valor, los campos de cultivo y las fincas en sí mismas tienen poderío y fuerza en los procesos educativos de conservación de los recursos, en la producción de alimentos sanos, en la corrección de desequilibrios climáticos y en la preservación de la vida. El agroecosistema es útil como referente teórico y como instrumento educativo de cambio, tanto para niños y jóvenes como para adultos mayores.

En este sentido, varios investigadores han examinado los referentes fácticos cotidianos que han hecho de los agricultores campesinos verdaderos cultores de lo que Vandana Shiva (1993, citada por Rojas, 2010) ha llamado policultivos de la mente y que representa toda una visión del mundo basada en la amplitud de conocimientos a la vez ecológicos y culturales para manejar sus propios entornos, a partir de valores relacionados con el contacto directo de la naturaleza.

A partir de esta visión, Rojas (*op.cit.*) desarrolla la idea de la relación entre el pensamiento complejo y el manejo sustentable de agroecosistemas, y propone nuevas vías de procesos educativos que acerquen a los estudiantes ciudadanos a eso que el autor llama “el gran auditorio” de la naturaleza en términos de “aprendizajes con la vida”, es decir, de acercamientos de los estudiantes a la vida campesina, a través de la producción y transformación colectiva de alimentos.

Por supuesto que para lograr los anteriores propósitos, por lo menos en las instituciones de educación superior en América Latina, Sarandón (2002) propone una verdadera revolución cultural en la manera en que se requiere replantear los procesos educativos, al ritmo del cambio en el paradigma agrícola dominante.

Este autor ha insistido desde hace por lo menos dos décadas atrás en que tal cambio debe producirse en la totalidad de la institución educativa, no solamente en los planes de estudio sino también en los paradigmas dominantes de agricultura y, por ende, en la figura del profesor – instructor, del alumno y de las técnicas pedagógicas y didácticas que subsisten y dominan en la actualidad la generación y transmisión del conocimiento agrario, sin olvidar que ello obedece también a la sincronización general de la sociedad con ese modelo dominante (Sarandón, 1995; 2002; Sarandón *et al.*, 2001).

IV. HACIA UNA TAXONOMÍA DE AGROECOSISTEMAS

En concordancia con los capítulos anteriores, surgen dos nuevas exigencias para la agroecología: por una parte, clasificar a los agroecosistemas y por otra, introducir un sistema taxonómico, cosas que son diferentes entre sí pero que contienen elementos complementarios.

Los fenómenos se pueden clasificar sin que por ello necesariamente exista un sistema taxonómico previo. Las clasificaciones ordenan los fenómenos en categorías discretas, apelando a distintas causalidades. Suelen obedecer a criterios o magnitudes que reflejan cualidades externas de los objetos o fenómenos a clasificar y la mayor parte de las veces obedecen a criterios utilitaristas, interpretativos o prácticos (Cortés y Malagón, 1984).

Existe un sinnúmero de clasificaciones de este tipo, guiadas esencialmente por necesidades prácticas. Por citar solo unos pocos ejemplos de estos tipos de clasificación, recuérdese la manera como se menciona la concentración de iones hidrógeno en términos de pH muy ácido, ácido, neutro, alcalino o muy alcalino o los niveles de nutrientes existentes en los suelos, que se colocan en rangos altos, moderados o bajos. Los sistemas de ganadería se pueden agrupar en términos de ganadería intensiva, extensiva o semiextensiva; el relieve puede ser abrupto, escarpado, fuertemente inclinado, inclinado o plano y el drenaje de los suelos se puede clasificar como perfecto, moderado o imperfecto y así sucesivamente.

Tales denominaciones ordenan características de los objetos en función de necesidades prácticas o funcionales. Lo mismo ocurre cuando el objeto es el agroecosistema.

La sola mención de agroecosistemas ganaderos, agrícolas o forestales ya entraña una clasificación que se realiza en función del uso de la tierra o de los objetivos de las intervenciones humanas. Es una

clasificación valiosa porque se dirige a establecer distinciones que repercuten en decisiones tecnológicas, administrativas y de política. Lo mismo ocurre cuando se especifica el tipo de cultivo dominante en el agroecosistema: agroecosistema cafetero, algodónero o arrocerero e incluso cuando se nombra el arreglo de los cultivos: monocultivos *versus* policultivos o cuando se refiere a la especificidad de la explotación: agroecosistema hortícola, frutícola, forestal. Los agroecosistemas también se pueden clasificar por los climas en donde se desarrollan (agroecosistemas de climas fríos, medios, cálidos, de zonas templadas o de áreas ecuatoriales), por el grado de intensidad de tecnologías que implementan (intensivos o no) o por su vinculación con determinados modelos económicos (de economía campesina, capitalistas – agroindustriales).

Altieri (1999), reconociendo en la finca la unidad básica de los agroecosistemas, indica que, a pesar de que cada una de ellas es distinta, muchas muestran una similitud familiar y de este modo se pueden agrupar como un “tipo de agricultura” o agroecosistema. Una zona con tipos de agroecosistemas similares se puede denominar como una región agrícola. Whittlesay (1936), citado por Altieri (*op. cit*), reconoció cinco criterios para clasificar a los agroecosistemas de una región: (1) la asociación de cultivos y ganado; (2) los métodos para producir los cultivos y el ganado; (3) la intensidad en el uso de la mano de obra, capital, organización y la producción resultante; (4) la distribución de los productos para el consumo (ya sea que se utilicen para la subsistencia en la finca o para la venta) y (5) el conjunto de estructuras usadas para la casa y para facilitar las operaciones de la finca.

Basados en estos criterios y citando a Grigg (1974) y a Norman (1979), Altieri (*op. cit*) indica que en ambientes tropicales es posible reconocer siete tipos específicos de sistemas agrícolas:

1. Sistemas de cultivo itinerante.
2. Sistemas semi-permanente de cultivo de secano.
3. Sistemas permanentes de cultivo de secano.

4. Sistemas arables bajo riego.
5. Sistemas de cultivos perennes.
6. Sistemas con ganado-cultivo (alternando cultivos arables con sembrado de pasturas).

Pero tales clasificaciones, de corte general, no describen el objeto de estudio ni dan cuenta de su naturaleza, de sus propiedades internas o de sus procesos de cambio. Se requiere, entonces de un sistema taxonómico clasificatorio, que aspira a integrar las principales cualidades que definen los agroecosistemas en un orden jerárquico que permita entenderlos en sus estructuras y en sus funciones.

La taxonomía, de acuerdo con Cortés y Malagón (*op.cit.*), busca no ya las clasificaciones prácticas, sino las clasificaciones “naturales”, es decir, aquellas que buscan la comprensión y jerarquización de cualidades emergentes o consustanciales al objeto de estudio. Ello deriva en una cuestión fundamental, que gravitará a lo largo de esta obra ¿Cuáles son estas cualidades naturales de los agroecosistemas? ¿Cómo se expresan, si las hubiera?

La anterior formulación se dirige a cuestionar la forma, la manera física en que se representa un agroecosistema y si de esta representación factual pueden derivarse propiedades emergentes, características de ese cuerpo “agroecosistémico”. Como se verá, la respuesta es que, tratados los agroecosistema a nivel mayor (la finca), es posible derivar de allí conceptos, representaciones, principios de comportamiento, hipótesis generales y teorías comprehensivas que sirvan tanto a los propósitos de anhelo de comprensión de los fenómenos internos y externos que los caracterizan, como a las formulaciones prácticas de su manejo.

La aspiración de un sistema taxonómico cualquiera es la de clasificar jerárquicamente los fenómenos u objetos de estudio, a través de sus cualidades o propiedades naturales, con clases y jerarquías generadas mediante la selección de aquellos criterios que permitan entender con claridad las relaciones diferenciadoras de su génesis y evolución. En el caso de los agroecosistemas, tales relaciones se

refieren a las variables ecosistémicas y culturales que inciden en su formación y desarrollo.

Sin embargo, este proceso enfrenta *a priori*, varias dificultades:

Por una parte y como ya se mencionó, los agroecosistemas de nivel menor no son objetos inmóviles en el tiempo ni guardan sus características espaciales. Al contrario: aparecen y desaparecen y cambian constantemente, no solamente como resultado de variaciones climáticas estacionales en los países templados o de las temporadas de mayores y menores lluvias en los países ecuatoriales o como efecto de los mismos ciclos vegetativos de los cultivos (transitorios, anuales, semipermanentes o permanentes), sino también como resultado de impredecibles circunstancias y decisiones económicas, políticas y sociales. Factores ligados, por ejemplo, a la propiedad y tenencia de la tierra (traspasos por herencia, nuevos propietarios), al mercado, a nuevas normas o a fluctuaciones en las tasas monetarias, inciden en la permanencia o no de determinados usos de la tierra en las fincas y, por supuesto, en la estabilidad de los agroecosistemas.

Otro factor de incidencia fuerte que obstaculiza la generación de una taxonomía propia de los agroecosistemas, por cuanto es sumamente variable, se liga con los niveles tecnológicos de intervención humana, que no son homogéneos, aunque la estructura física de los agroecosistemas permanezca invariable. Es decir, que sistemas agrarios iguales en su contenido intrínseco o fundamental (cultivos iguales, de la misma especie y variedad) resultan en comportamientos y respuestas diferentes según sea la escala y el tipo de manejo tecnológico a que se someten.

Esta variabilidad de formas culturales que afectan la permanencia física de los agroecosistemas y que incide en las decisiones de su manejo, resulta en un complejo reto para su clasificación taxonómica directa.

En definitiva, no se trata, entonces, de un objeto relativamente invariable en la esfera temporo-espacial como el suelo, u otros objetos de estudio que guardan todas sus características fundamentales a

lo largo del tiempo como las plantas y los animales, en donde las variaciones morfológicas con la edad son producto de sus arreglos genéticos y de las influencia externas, pero que se pueden prever con exactitud y confianza absoluta. Ni tampoco es una entidad estacionada e invariable ante las presiones culturales. No es un cuerpo definido, sólido y quieto en su presencia material y continuo en su expresión fenotípica.

El agroecosistema es un sistema de interrelaciones, un arreglo de componentes ecosistémicos y culturales complejos, que presenta estructuras conocidas y definibles, cambiantes eso sí, pero que en términos de su replicabilidad temporo – espacial, puede conducir a reconocer, explicar y evaluar sus emergencias ambientales (biofísicas, ecosistémicas, productivas, económicas, sociales, simbólicas, tecnológicas, políticas). **La variabilidad, entonces, es una característica propia de los agroecosistemas y ello deberá ser reconocido en cualquier sistema taxonómico que se emplee.**

Un tercer factor, es la escala de la definición. Como ya se discutió en este documento, el nivel de parcela, pradera o sitio agroforestal, que constituyen categorías en donde se pueden reconocer todas las características inherentes a la definición misma de agroecosistema, pero cuya dimensión no permite establecer relaciones jerárquicas ni nominaciones especiales, es útil en la medida en que se quieran resolver cuestiones inherentes a las respuestas particulares de manejo de la totalidad del Agroecosistema Menor y su incidencia en suelos, insectos o agentes causales de enfermedades, pero no resulta conveniente cuando se trata de analizar el comportamiento agregado de los Agroecosistemas Mayores en el paisaje, que tienen efectos a escalas globales como el cambio climático o los sistemas regionales de salud pública.

Por ello, en este documento se sustenta la idea de clasificar taxonómicamente a los agroecosistemas menores a partir de su inserción en el sistema que le precede: los agroecosistemas de nivel mayor o sistema de finca.

LA ESTRUCTURA AGROECOLÓGICA PRINCIPAL (EAP) DEL AGROECOSISTEMA MAYOR (LA FINCA), COMO UN CRITERIO TAXONÓMICO.

De lo expuesto hasta aquí, se deduce que el Agroecosistema Mayor (la finca) posee un contenido agroecosistémico, expresado en las parcelas de cultivo, praderas para el ganado o sitios forestales, que hemos denominado Agroecosistemas Menores o de nivel menor.

La manera como se disponen, articulan o agrupan estos Agroecosistemas Menores entre sí y, en algunos casos, con relictos de ecosistemas “naturales” dentro del Agroecosistema Mayor, se puede entender bajo el término de la Estructura Agroecológica Principal de la Finca (EAP) o Estructura Agroecológica Principal del Agroecosistema Mayor, que tiene la misma sigla (EAP). En consecuencia, la EAP puede ser considerada como una característica distintiva, funcional y natural de los Agroecosistemas Mayores.

En efecto, en la búsqueda de conceptos que describan las relaciones estructurales y funcionales de los agroecosistemas y que permitan el estudio espacial y comparativo de la vegetación asociada a la diversidad funcional de los agroecosistemas, León (2010) propuso el término de la Estructura Agroecológica Principal de la Finca (EAP), definida como: *“...la configuración o arreglo espacial interno del agroecosistema mayor (la finca) y la conectividad entre sus distintos sectores, parches y corredores de vegetación o sistemas productivos (agroecosistemas menores), que permite el movimiento y el intercambio de distintas especies animales y vegetales, les ofrece refugio, hábitat y alimento, provee regulaciones funcionales de distinto orden e incide en la producción, conservación de bienes naturales y en otros aspectos ecosistémicos y culturales”*. El mayor grado de interconectividad de la finca en sí misma (EAP) y de ella con la Estructura Ecológica Principal del Paisaje y la Infraestructura Ecológica (IE) del paisaje, puede ofrecer mayores posibilidades de manejo y regulación biológica en comparación con fincas en donde la EAP sea simple o esté desarticulada”.

Este concepto de EAP, se relaciona tanto con la distribución de los distintos componentes de la finca, como con el grado en que ellos interactúan entre sí. Veamos algunos ejemplos (Figura 10).

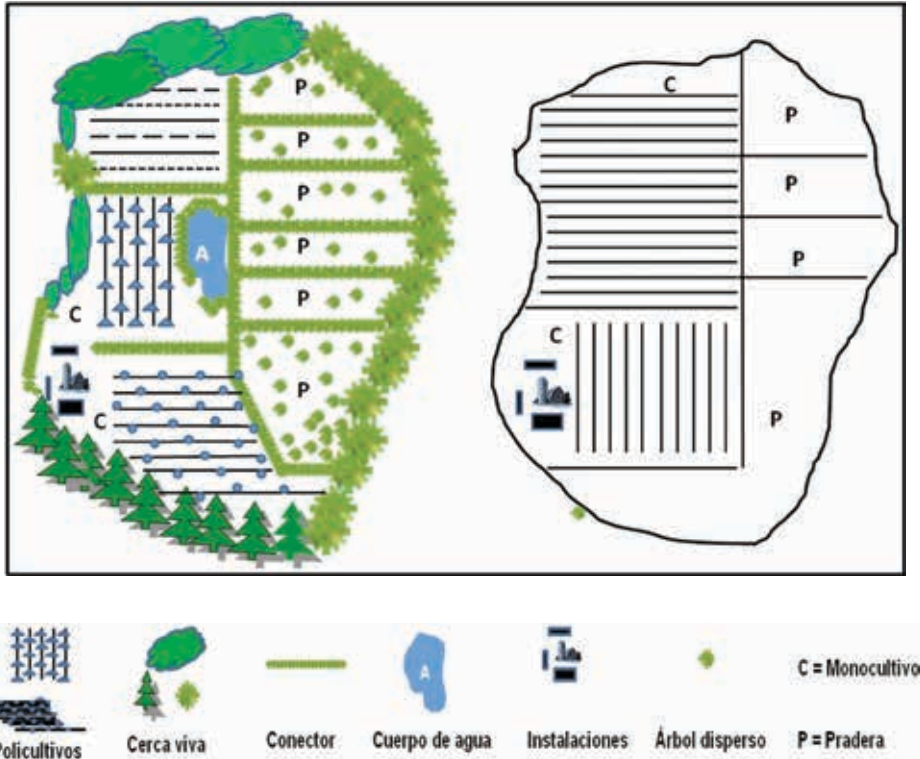


Figura 10. Agroecosistema Mayor con Estructura Agroecológica Principal (EAP) completa (Izquierda) y Agroecosistema Mayor sin EAP.

El esquema de la figura muestra a la izquierda una finca o Agroecosistema Mayor con Estructura Agroecológica Principal completa en tanto todos los espacios físicos de la finca están conectados por medio de cercas vivas y su perímetro externo presenta límites ocupados por distintas especies de plantas. Incluso los Agroecosistemas Menores de praderas, constituidas por mezclas de gramíneas y leguminosas, están divididas por cercas vivas y contienen árboles dispersos que hacia la parte baja se vuelven más densos, para permitir el movimiento de especies, en tanto que los Agroecosistemas Menores de cultivos están integrados por policultivos diversos. Sin embargo, como se analizará

más adelante, esta EAP no sería completamente funcional, porque por lo menos en el sector bajo, el ejemplo muestra que la cerca viva estaría compuesta exclusivamente de pinos, plantas que no generan aportes significativos para muchas especies animales.

En contraposición, la finca esquematizada a la derecha del dibujo, muestra un Agroecosistema Mayor sin ningún tipo de Estructura Agroecológica Principal. Está constituida por monocultivos uniformes, no presenta ninguna clase de conector biológico interno y tampoco posee cercas vivas funcionales que para el caso del ejemplo, está constituida solamente por cercas de alambre. Las praderas están divididas por cercas eléctricas y no poseen más que una especie de pastos.

La EAP está relacionada con la integridad del agrosistema y con la comunicación, la conectividad y las funciones de lo que se llama ampliamente como la biodiversidad funcional, es decir, aquellos seres que ingresan o permanecen en los agroecosistemas como parte del engranaje ecosistémico, con funciones diferentes a la productividad misma. Algunos investigadores denominan esta parte de la biodiversidad como “biodiversidad no planificada”, pero ello no es estrictamente cierto, en parte porque algunos agricultores, entre ellos los agricultores ecológicos, deciden y planifican cuáles serán las arvenses, las flores, los cultivos de barrera, las plantas – trampa o los cultivos de distintos niveles (sistemas agroforestales o multiestratos) que se relacionan con sus cultivos y con las zonas de manejo de animales que se dejan en el campo (León, 2010).

Esta idea de la EAP se concibe dentro de los estudios de conectividad del paisaje, que se han convertido en un componente vital en la ciencia de la conservación y la ordenación del territorio, especialmente cuando las actividades humanas siguen reduciendo el tamaño de los espacios naturales y aislando unos de otros.

La EAP es un concepto derivado, entonces, de las aproximaciones realizadas en este sentido por Van der Hammen y Andrade (2003).

Estos autores, preocupados por los procesos inadecuados de manejo de los territorios y de las cuencas hidrográficas de Colombia, propusieron

utilizar un concepto general y globalizador que diera cuenta de la calidad y conservación de los bienes naturales del país y, en consecuencia, acuñaron la idea de la Estructura Ecológica de Soporte de la Nación (EES), entendida como la conjunción entre la Estructura Ecológica Principal del Paisaje (EEP) y la Infraestructura Ecológica (IE).

Esta EES, tiene dos componentes fundamentales: La Estructura Ecológica Principal del Paisaje (EEP), que también fue definida por Van der Hammen y Andrade (*op.cit.*) como “...el conjunto de ecosistemas naturales y seminaturales que tienen una localización, extensión, conexiones y estado de salud, tales que garantizan el mantenimiento de la integridad de la biodiversidad y la provisión de servicios ambientales (agua, suelos, recursos biológicos y clima), como medidas para garantizar la satisfacción de las necesidades básicas de los habitantes y la perpetuación de la vida...”

De otra parte los autores definen la Infraestructura Ecológica (IE), como “el conjunto de relictos de vegetación natural y seminatural, corredores y áreas a restaurar en los agroecosistemas y otras áreas intervenidas del país (centros urbanos y otros sistemas construidos) que tiene una funcionalidad en la conservación de la biodiversidad, la productividad y la calidad de la vida de la población”

Los autores plantearon estas aproximaciones conceptuales para asegurar formas de uso y manejo que permitan conservar niveles de biodiversidad suficientes para mantener procesos ecológicos vitales para la continuidad de los procesos productivos y los servicios ambientales en los que se ancla la sostenibilidad ambiental de la sociedad. Lo anterior no se logrará solamente mediante el mejoramiento de prácticas en el agro, sino que es necesario también considerar en los paisajes rurales la conservación (preservación y restauración) de una estructura ecológica representada en relictos de ecosistemas naturales, áreas seminaturales y corredores de conservación o cercas vivas.

Desafortunadamente los autores citados no profundizaron en la teoría y práctica de la Infraestructura Ecológica del paisaje y dejaron abiertas las posibilidades de integrar su concepto a otras aproximaciones teóricas. Veremos, en el apartado siguiente, cómo se comienzan

a tejer estas relaciones y cuáles serían sus implicaciones para avanzar en el concepto de la Estructura Agroecológica Principal del Agroecosistema Mayor.

Entablando Relaciones entre la Agroecología y la Ecología del Paisaje

El concepto de EAP se formula justamente, para entablar el necesario diálogo entre la Ecología del Paisaje y la Agroecología. Y no es que no se hubiesen hecho intentos y estudios anteriores de gran magnitud para abordar estos aspectos:

Por ejemplo, ya desde la década de los años noventa, varios autores reconocen las interconexiones y complejidades de la distribución espacial de los ecosistemas y cómo, para su conservación y manejo, se hace necesario reconocer las conexiones con las actividades humanas.

En este sentido, un trabajo sintético publicado por Christensen *et al.*, (1996) indica que el manejo de ecosistemas debiera responder a las exigencias de sustentabilidad, complejidad, conectividad, objetivos de conservación, carácter dinámico de los ecosistemas, contextos, escalas y adaptabilidad de los mismos. Plantean, entre otras cosas, que entre los preceptos científicos fundamentales para el manejo de ecosistemas pueden incluirse las escalas temporales y espaciales, la comprensión de su estructura, diversidad e integridad como un requisito para dirigir la funcionalidad de los ecosistemas, sus dinámicas temporo-espaciales y los factores de incertidumbre, sorpresa y límites del conocimiento. La conexión con las actividades humanas, aunque se nombra y explica como un requisito fundamental del manejo ecosistémico, no se logra concretar en propuestas definidas.

Ello ocurre igual con teóricos posteriores que, desde la ecología del paisaje, advierten cómo las matrices antiguas de bosques o sabanas han sido reemplazadas por matrices en que predominan actividades humanas agropecuarias. No obstante, el análisis del paisaje se realiza fundamentalmente en función del manejo de la vida silvestre y de otros bienes naturales (Barnes, 1999).

Este autor indica que, para entender la ecología del paisaje, es necesario enfocarse en su composición, estructura, funcionalidad y cambios.

- La composición implica el arreglo genético de poblaciones, la identidad y abundancia de especies en el ecosistema y los diferentes tipos de comunidades presentes.
- La estructura consiste en la variedad de parches de hábitat o de ecosistemas y sus patrones (tamaño, disposición y posición relativa), incluyendo la variabilidad espacial de distintos componentes (por ejemplo tocones y troncos caídos en un bosque) y la estratificación vertical de la vegetación.
- La función se refiere a los procesos climáticos, geológicos, edáficos, hidrológicos, ecológicos y evolutivos tales como la dispersión de semillas o el flujo de genes, que ocurren en los paisajes.
- El cambio envuelve el continuo estado de flujo presente en los ecosistemas.

En todos los paisajes se pueden distinguir tres componentes principales: una matriz, parches y corredores (Barnes, *op. cit.*).

La matriz se puede definir como el componente dominante en un paisaje, el más extenso y conectado. Se caracteriza por presentar determinada densidad de parches (porosidad), formas específicas en sus límites, redes de relaciones y distintos grados de heterogeneidad. En muchas ocasiones, la matriz dominante de un paisaje no son los ecosistemas sino los agroecosistemas.

Los parches son áreas no lineales que difieren en vegetación de la matriz dominante en sus alrededores. Son unidades de tierra o hábitat muy heterogéneas cuando se comparan con la totalidad del paisaje. Pueden ser disturbados, remanentes, específicos (humedales) o introducidos.

Los corredores, a su vez, son franjas de tierra que difieren de la matriz en cada uno de sus extremos. Son áreas que enlazan parches y que actúan como carreteras o conductos para los organismos permitiendo su intercambio de parche a parche.

Las definiciones anteriores que materializan los discursos teóricos de la ecología del paisaje, encuentran su mayor justificación en las posibilidades de conservación y sobrevivencia de distintas especies animales silvestres.

En efecto, el desglose de los paisajes en matriz, parches y corredores, se entrelazan con la ecología animal principalmente, en el entendido que los diferentes territorios o paisajes ofrecen posibilidades de alimentación, movilidad, refugio y hábitat permanente u ocasional a distintas clases de animales y que la comprensión de tales dinámicas aporta elementos valiosos para su conservación.

Así pues, se han desarrollado varias aproximaciones que relacionan el tamaño de los parches y su relativo aislamiento de las coberturas vegetales principales (teoría de islas biogeográficas, propuesta por MacArthur y Wilson, 1967, citados por Barnes (*op. cit.*) con los equilibrios poblacionales y la diversidad de especies. En general se considera que entre más grande sean los parches, el equilibrio poblacional y la diversidad serán mayores. Los parches grandes soportan generalmente mayores cantidades de especies y una mayor diversidad de hábitats. Al parecer, no hay acuerdo en considerar qué tan grande debería ser un parche de bosque, debido a las distintas exigencias de alimento y hábitat entre especies, pero se considera que, entre más grande, mejor (Barnes, *op. cit.*, indica que muchos investigadores consideran una extensión mínima de 10.000 acres, para mantener poblaciones viables de muchas especies migratorias).

La forma del parche también resulta importante. Los parches circulares minimiza la cantidad de efecto de borde, comparados con parches delgados o en franjas rectangulares, que poseen solamente estrechos espacios de hábitat.

El efecto de borde y la fragmentación del hábitat son dos conceptos claves que emergen de estas aproximaciones teóricas.

El primero, descrito en 1933 por Aldo Leopold (citado por Barnes, *op. cit.*), se refiere a las posibilidades de crear bordes entre distintos tipos de parches con el propósito de aumentar las interacciones y, por

consiguiente, el número de especies presentes. Esta idea, que al inicio fue bien recibida, ha sufrido fuertes críticas de parte de investigadores que han constado diferencias sustanciales en la presencia / ausencia y en las relaciones recíprocas de diferentes especies con habilidades también distintas para sobrevivir en estas áreas de borde.

La fragmentación, ampliamente estudiada por diversos autores, expresa el proceso de reducción de hábitats originales, por ejemplo bosques, hasta quedar solamente parches aislados en el paisaje. Ello resulta en pérdidas de hábitats y conectividad, discontinuidades y aislamientos. La matriz se mueve desde una matriz boscosa hasta una matriz agrícola. En estos casos, los animales silvestres tienen dos opciones: o moverse o morir. Sin embargo, la fragmentación puede ser benéfica para algunas especies puesto que ella puede incrementar la diversidad de hábitats creando yuxtaposición de los mismos o incrementando los bordes, que favorecen a las especies generalistas. Pero también crea efectos negativos cuando genera pérdidas de hábitats, extinciones locales, aislamientos, desconexión o la invasión de especies foráneas.

El tercer elemento de los paisajes, los corredores, son aquellas franjas de tierra que difieren de la matriz general a cada lado y ligan entre sí distintos parches, sirviendo como vías o conductos para la transferencia o movimientos de especies entre parches e incluso como barreras y filtros para muchas especies. Se consideran como mezclas únicas de las condiciones ecosistémicas de los parches y de la matriz dominante y su estructura y función depende de diferentes factores de forma (curvilinealidad), rupturas, nodos, conectividad y ancho (Barnes, *op. cit.*).

Pero es sobre todo, con el libro “La matriz de la naturaleza: ligando agricultura, conservación y soberanía alimentaria” (Perfecto, Vandermeer y Wright, 2009), en que quedan claros los vínculos generales entre la lectura del paisaje que hace la biología de la conservación con la lectura del paisaje que aporta la agroecología.

A partir de constatar que la disminución de aves cantoras al este de los Estados Unidos se producía en la misma medida en que en Latinoamérica disminuían las coberturas de café tradicional con sombrío,

reemplazados por monocultivos de café a libre exposición, los autores plantean básicamente que los agroecosistemas son importantes componentes del mundo natural, íntimamente ligados a las conservación de la biodiversidad, tópico que había sido ignorado frecuentemente en la mayor parte de los estudios sobre el tema.

Ello quiere decir que la biología de la conservación no tomaba en cuenta el hecho muy evidente de que los fragmentos de bosque por lo general están embebidos en una matriz de agroecosistemas y que tales fragmentos generaban metapoblaciones, es decir, subpoblaciones biológicas que se presentan en islas o en hábitat aislados. Perfecto *et. al.*, (*op. cit.*) indican cómo aquellas metapoblaciones, dentro del balance extinción / migración, enfrentan distintas opciones para moverse a través de tales parches, en función de distintos tipos de matrices de paisaje (Figura 11).

La figura muestra cómo, dos fragmentos de bosques (áreas sombreadas de negro a cada uno de los extremos de los diagramas) puede unirse a través de distintas clases de matrices.

En la primera, pequeños parches de hábitats naturales se encuentran a lo largo de una matriz de agroecosistemas de baja calidad, que puede ser atravesado solamente por algunas especies que utilizan los parches naturales como trampolines para su movimiento. Los autores indican que tal distribución impediría el movimiento de las especies que requieran un hábitat continuo y que fueran de poca movilidad.

El segundo diagrama muestra una matriz con un corredor que permite la conectividad de los dos parches de bosque situados a los extremos y, por lo tanto, la movilidad de un mayor número de especies. El tercero ejemplifica la conexión a través de cultivos densos de café con sombra o de cacaotales diversificados, que ofrecen una matriz de relativamente alta calidad para muchas especies y cuyas características los autores discuten a profundidad. A continuación, la figura muestra que los dos parches están separados por una matriz de agroecosistemas de muy baja calidad, especialmente monocultivos, en donde no existen elementos del paisaje que puedan ofrecer posibilidades de refugio o hábitat o que puedan ser utilizados como corredores biológicos.

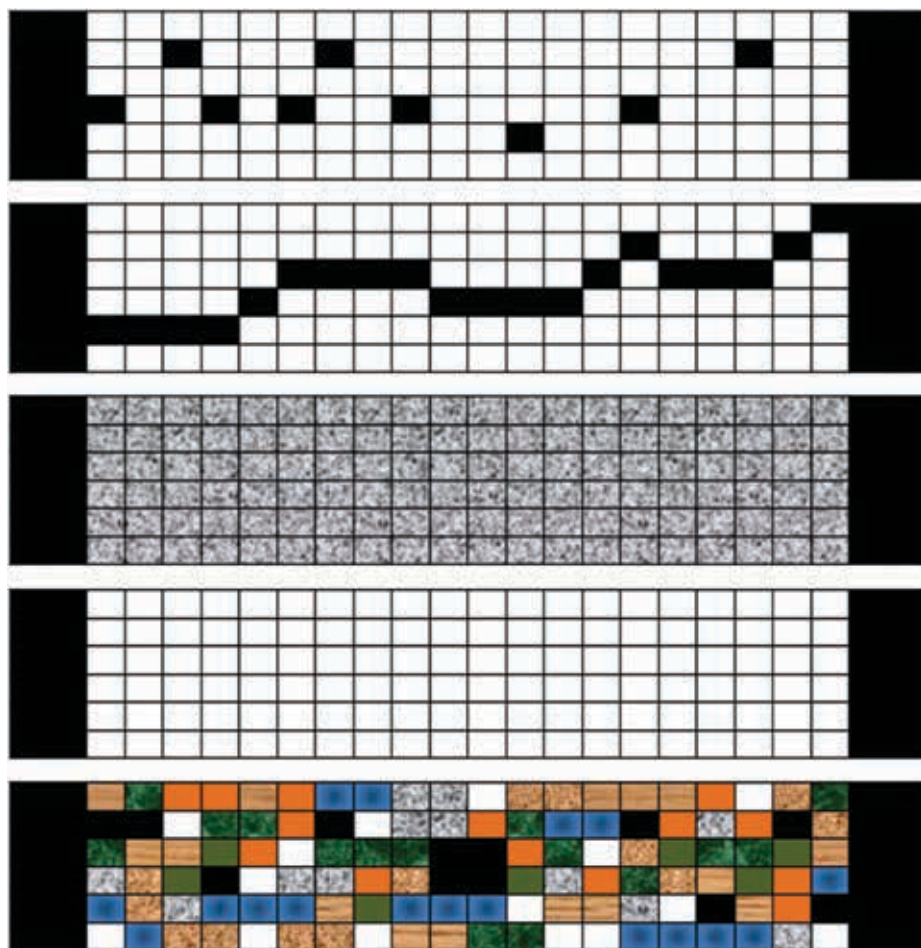


Figura 11. Tipos de matriz conectando dos parches de bosques (áreas sombreadas en los extremos). De arriba hacia abajo: 1. Matriz con trampolines 2. Matriz con corredor clásico 3. Matriz uniforme de relativamente alta calidad (cultivos de café y cacao) 4. Matriz uniforme de baja calidad (monocultivo de arroz) 5. Paisaje en mosaico (tomado y adaptado de Perfecto *et. al.*, 2009).

Finalmente, se muestra un ejemplo de mosaico, en el cual diferentes hábitats de disímil calidad, se dispersan a lo largo del paisaje.

Las observaciones anteriores de Perfecto y sus colegas, marcan un viraje significativo de la ecología del paisaje hacia la comprensión de

un nuevo paradigma que atañe igualmente a la biología de la conservación. Durante decenios, biólogos y ecólogos de la conservación se preocuparon por describir, cuantificar y analizar las características fluidas o dinámicas de los ecosistemas, con fines esencialmente de conservación de especies de flora y fauna en distintas zonas protegidas (parques nacionales naturales, reservas de la biosfera, resguardos indígenas, reservas forestales) en donde las masas boscosas dominan sobre las áreas intervenidas (agroecosistemas), bien sea chagras indígenas, potreros, huertos habitacionales o áreas de distintos tipos de cultivo. El asunto se torna diferente cuando se abandonan estas áreas y los biólogos de la conservación se enfrentan con paisajes fuertemente intervenidos, carentes de bosques, fragmentados y dominados por una nueva matriz: el agroecosistema.

A lo largo del documento de Perfecto *et. al.*, (*op.cit.*), los autores muestran cómo es de necesario que la matriz de agroecosistemas en que coexisten los fragmentos de áreas naturales, responda a un cierto nivel de calidad y este nivel se relaciona, por lo general, con agroecosistemas tradicionales o de base agroecológica, desarrollados durante milenios por agricultores campesinos, indígenas y afrodescendientes del trópico. A renglón seguido examinan tanto la historia de los procesos que originaron los cambios en estas matrices agrarias de alta calidad, como los principales factores de orden cultural (sociales, económicos, políticos y tecnológicos) que los han sustituido en muchas partes para dar paso a la matriz homogénea típica de la agricultura convencional de monocultivos, plaguicidas, plantas transgénicas y mecanización a ultranza.

No es el propósito de estas líneas, profundizar en los sólidos detalles y explicaciones que Perfecto y sus colegas agregan para explicar la necesidad de convergencia entre la ecología del paisaje y la agroecología (relaciones que serán retomadas posteriormente en este mismo documento), pero sí es necesario reconocer que la ecología del paisaje encuentra en estas aproximaciones un nuevo valor paradigmático que hace posible integrar, para la biología de la conservación, una serie de elementos que se encontraban dispersos.

Los autores reconocen que “...los nuevos conocimientos sobre la ciencia de la ecología, los debates actuales sobre la agricultura (especialmente en los trópicos) y nuevos y poderosos movimientos socio-rurales con un alcance global y con fuertes preocupaciones ambientales...se entrecruzan para dar lugar a un nuevo paradigma de conservación del medio ambiente en relación con la biodiversidad. La ciencia ecológica acepta que las poblaciones existen en contextos espacialmente complejos y que en cualquier punto en el espacio una población experimentará una extinción local en un momento u otro, si pasa el tiempo suficiente... La clave para el mantenimiento de la diversidad biológica, es el balance entre la migración a nuevos sitios y las extinciones locales. Dado que no hay mucho que se pueda hacer para frenar las extinciones locales...la única potencial intervención que tiene sentido, debe ser hecha sobre las tasas de migración...

...la mayor parte de la biodiversidad se encuentra concentrada en el trópico, en paisajes muy fragmentados, embebidos en una matriz que consiste principalmente de diferentes formas de agricultura y por lo que sabemos ahora sobre cómo se comportan las poblaciones en la naturaleza, no es sobre los fragmentos restantes de los hábitats naturales en los que se debe centrar la atención principal, sino más bien en la matriz en el que los fragmentos ocurren. La migración entre fragmentos es un factor de especial importancia y una matriz de alta calidad es clave para mantenerla. Las prácticas agrícolas que hacen hincapié en conceptos como la sostenibilidad y planificación ecológica tienen más probabilidades de producir esa matriz de alta calidad. Por último, los nuevos movimientos sociales que han surgido en las zonas tropicales de todo el mundo, representan un desafío para la agricultura de gran escala, basada en monocultivos y en el uso intensivo de agroquímicos (y ahora transgénica) que se ha desarrollado desde la Segunda Guerra Mundial. La agenda de estos nuevos movimientos sociales incluye precisamente los tipos de prácticas agrícolas que han llegado a ser asociados con una matriz de alta calidad. Por otra parte, el cambio de la iniciativa popular desde el concepto de la seguridad alimentaria hacia la más inclusiva y transformadora idea de la soberanía alimentaria como un derecho humano, incorpora tanto

la agricultura ecológica como la conservación dentro de objetivos políticos claves. El nuevo paradigma se encuentra en la intersección de estas tres realidades...”.

Lo anterior deja claramente en evidencia cómo el nuevo paradigma de la ecología del paisaje, reconoce en la complejidad cultural y ecosistémica de los agroecosistemas, la extensión de su propia naturaleza, en tanto disciplina científica. La EAP propuesta en este texto, va al encuentro de esta propuesta, pero desde la agroecología.

En efecto, se trata de reunir, en un índice o indicador global, las transformaciones que ocurren al interior del diseño mismo de las fincas en términos de sus arreglos de biodiversidad, en un enfoque que intenta unir tales transformaciones sucesivas de varios agroecosistemas, como sustento de las explicaciones posteriores en los cambios del paisaje. Lo que sucede a nivel individual en las fincas, se refleja a nivel colectivo en el paisaje.

La cuestión siguiente es, entonces, relacionar la EAP con algunos indicadores que la ecología del paisaje ha desarrollado y, a renglón seguido, analizar la manera en que la EAP puede ser valorada e integrada en un contexto de clasificación taxonómica de los agroecosistemas. Examinemos el primer elemento, a partir del esquema que se presenta en la Figura 12.

En la figura se muestran tres relaciones espaciales extremas (tomadas de un mayor rango de posibilidades), en que se podrían encontrar, en un momento dado, las fincas que tuviesen una EAP interna completa y funcional.

El primer caso (A) muestra una finca muy articulada en su interior, pero relativamente alejada de la EEP y por lo tanto privada de flujos biológicos y de otros servicios ecosistémicos. Aunque las dos flechas muestran que su distancia al fragmento de bosque más próximo es la misma, la conexión con los parches superiores sería mucho más fructífera que con el inferior, puesto que el primero está conectado a toda la EEP y el segundo es un parche aislado.

El segundo caso (B) muestra la misma finca, ahora más conectada con la EEP, pero solamente por el costado norte y la figura que ejemplifica el caso C indica que la finca está íntimamente conectada con los parches de vegetación natural y con el corredor de vegetación ribereña, recibiendo la mayor influencia benéfica.

Es en este sentido en que desde la agroecología se debieran asumir las relaciones con el resto de la vegetación que componen los paisajes rurales. No se trata ya de buscar los servicios ecosistémicos que prestan o no los agroecosistemas para favorecer los intercambios, flujos migratorios, hábitats o refugios temporales de aves, mamíferos, reptiles o anfibios silvestres, sino para conocer de qué manera la EEP se inserta dentro de los agroecosistemas y le provee beneficios, relacionados esencialmente con la producción agraria y la conservación de sus bienes naturales.



Figura 12. Relaciones espaciales de fincas con EAP completa.

Por ahora interesa enfatizar en que tales relaciones desde el paisaje hacia el agroecosistema, deben y pueden incluirse en la valoración de la EAP, junto con otros criterios intrínsecos a la disposición vertical

y horizontal, área, perímetro y calidad de los conectores internos y externos de los agroecosistemas mayores.

En este orden de ideas, el autor propone los siguientes indicadores y parámetros para ser considerados en la evaluación de la EAP:

Evaluación de la Estructura Agroecológica Principal de los Agroecosistemas Mayores (Fincas)

Un paso previo en el camino hacia la definición de una posible taxonomía de agroecosistemas, es la de valorar sus “propiedades o emergencias naturales” y en este documento se ha enfatizado en que una de ellas, por lo menos para el caso de los Agroecosistemas Mayores, es su Estructura Agroecológica Principal, concepto destinado a evidenciar la manera como el arreglo interno de los agroecosistemas mayores incide tanto en su productividad agropecuaria y forestal como en sus posibilidades de manejo y en su oferta de servicios ambientales²¹.

La valoración de la EAP expuesta en estas páginas, considera que los agroecosistemas constituyen la matriz principal del paisaje, que se entrecruza con elementos naturales (distintas clases de bosques, esteros, matorrales, sabanas, humedales, corrientes fluviales...) en diferentes magnitudes y proporciones, muchos de ellos relativizados en función del tamaño mismo del Agroecosistema Mayor y de la escala de valoración.

En la realidad los paisajes son extremadamente diversos en la composición y extensión de lo que se denomina “vegetación natural” y en la superficie y elementos que poseen las fincas o agroecosistemas mayores, al igual que son diversos sus arreglos internos, productivos

²¹ En este documento el concepto “servicio ambiental” se refiere, tanto a aquellos bienes y servicios ecosistémicos que proveen los agroecosistemas, como por ejemplo la regulación hídrica, la fertilidad del suelo, el secuestro de carbono o el mantenimiento de la biodiversidad como a los que se relacionan con la dimensión cultural del ambiente, es decir, con la estabilidad de los ingresos económicos, las relaciones sociales de equidad y justicia social, la recreación y el bienestar de las poblaciones rurales, entre otros.

o no, los tipos de suelos que ocupan y las relaciones socioeconómicas y políticas que les rigen²².

En algunas regiones de Colombia, por ejemplo, se pueden encontrar fincas que sobrepasan las 5.000 hectáreas y otras que están en el filo del microfundio (media hectárea) o que a duras penas llegan a una hectárea de tierra, ubicadas todas ellas en contextos ecosistémicos y culturales diferentes. Unas, de mayor extensión por ejemplo, se ubican en regiones como la Orinoquia, caracterizada por la estacionalidad muy marcada del clima (períodos bimodales de intensas lluvias que inundan por completo la sabana y de períodos prolongados de escasez de precipitaciones que pueden durar tres, cuatro, cinco o seis meses), suelos oxisoles y relieves planos de altillanuras bien o mal drenadas, manejadas por ganaderos extensivos establecidos desde siglos atrás como colonos.

Otras se localizan en regiones como la Llanura Caribe, de clima seco, relieve plano, susceptible a inundaciones permanentes y suelos incepisoles y entisoles, manejados en fincas latifundistas que alternan con parcelas medianas y de minifundio. Por lo general en la zona andina del país, las cordilleras presentan mosaicos de fincas pequeñas a medianas, en tanto que los valles de mayor fertilidad, ubicados entre las cordilleras, son de mayor extensión y su propiedad se concentra en pocas empresas dedicadas a cultivos de exportación o a ganaderías semiextensivas o intensivas.

En muchas de esas regiones pueden encontrarse fincas que incluyen largos tramos de ríos, con sus rondas cubiertas o no con vegetación ribereña, parches de bosques y sabanas naturales, esteros, morichales y extensas zonas de cultivos o de praderas, que contrastan con otras fincas en que toda su superficie se dedica a cultivos transitorios.

En esta variabilidad extrema de áreas, usos de la tierra y condiciones sociales, económicas, políticas e institucionales, se mueve y encuentra sus propios límites la valoración de la EAP propuesta.

²² Véanse en este sentido, los diversos análisis realizados desde distintas ópticas por Corrales, (2002); Cortés, (1982); Fajardo, (2002); Forero, (2002); Machado, (1998); Machado, et. al.,(2004) y León (2007), entre otros.

Sin embargo, los siguientes 10 elementos han sido tomados en cuenta por el autor para proponer la valoración de la EAP, dentro de un cierto nivel de confianza (que obviamente debería ser redefinido en sucesivos y futuros trabajos).

1. *Conexión con la Estructura Ecológica Principal del Paisaje (EEP)*

Este parámetro tiende a valorar la distancia²³ de la finca o agroecosistema mayor en relación con los fragmentos cercanos de vegetación natural, principalmente coberturas boscosas y con la calidad de los corredores existentes. En este sentido vale la pena anotar que existen distintas clases de fragmentos y de corredores, a la vez que distintas clases de distancias que sirven para la comunicación de diferentes especies. Así, no tendrá igual valor un fragmento determinado si la valoración se realiza para insectos predadores que para aves o murciélagos que afectan la producción agropecuaria.

Varios autores reconocen la importancia de los enlaces en que intervienen elementos de las fincas (setos o cercas vivas) con los corredores y parches de vegetación natural, al igual que aceptan su alta variabilidad de origen, composición floral y estructura (Forman y Baudry, 1984; Burel, 1996). Una extensa bibliografía sobre estos elementos se ha multiplicado en los últimos años, señalando cómo, las cercas y los setos vivos, cumplen funciones ecológicas de hábitat para aves, mamíferos pequeños, reptiles pero además desempeñan roles claves en la regulación de condiciones microclimáticas (velocidad del viento, prevención de heladas, evapotranspiración).

Al respecto, Bennett (2004), indica que la evaporación puede disminuir a sotavento de las barreras de cercas vivas para distancias de hasta 16 veces la altura de la vegetación, en tanto que en relación con la velocidad del viento, el efecto se extiende a unas 28 veces la altura. De igual forma, estas barreras reducen la velocidad de los caudales

²³ No solamente la distancia, sino también otras métricas relacionadas con la densidad y formas de los parches.

superficiales y con ello disminuyen la erosión de suelos, infiltran el agua a capas profundas debido a la profundidad de las raíces de sus árboles, bombean humedad desde la superficie del terreno hasta la atmósfera y sirven como refugio a invertebrados depredadores benéficos, como escarabajos y arañas (Thomas *et. al.*, 1991 y Dennis *et. al.*, 1994, citados por Bennett, *op. cit.*).

Pero los setos y las cercas vivas no solo han sido estudiados desde el punto de vista de sus relaciones de protección de suelos o regulaciones microclimáticas, sino desde la perspectiva de su influencia en la regulación de insectos herbívoros y en general, en el manejo de la biodiversidad asociada y, por supuesto, en relación con factores agronómicos de producción y sanidad vegetal. Altieri y Nicholls (2007), indican que tanto la diversidad de la vegetación dentro y alrededor del agroecosistema como su grado de aislamiento respecto de la vegetación natural, al igual que la permanencia de los diferentes cultivos y la intensidad del manejo del agroecosistema, son cuatro de las principales características que afectan la biodiversidad agraria. Los autores mencionan que es necesaria una perspectiva regional para predecir los movimientos de los insectos herbívoros y de sus reguladores naturales a través del paisaje agrícola.

La utilización de cercas vivas y la conservación de la vegetación original en las áreas adyacentes a los cultivos ha resultado benéfica para los mismos, contrario a la creencia generalizada sobre los problemas fitosanitarios a nivel de plagas y enfermedades de los cultivos que pueden representar los remanentes de vegetación. En este contexto, la explosión de chinche *Antestia* sp. en el café y del picudo del algodón *Heliothis virescens*, ha sido atribuida por algunos autores a la remoción de arbustos que proveen refugio a los depredadores (Trujillo, 1999).

Esta autora indica que, en cultivos de flores de la Sabana de Bogotá, las cercas vivas constituyen una fuente de diversidad importante y no son necesariamente plagas. En su estudio, de las 1441 especies de insectos encontrados en las cercas vivas, sólo 6 herbívoros eran de importancia económica por causar daños en los cultivos y cada

uno de estos contaba, por lo menos, con una especie de depredador o parasitoide en la cerca.

En general, se asume que el movimiento de plagas sobre el cultivo puede, algunas veces, ser más bien consecuencia de la pérdida que de la presencia de vegetación adyacente. En esta vegetación se encuentran insectos benéficos que pueden atacar plagas tanto del cultivo, como del remanente de vegetación o de la cerca viva, que se desplazan hasta el campo de cultivo o consumen insectos plaga que llegan a la cerca viva por vientos fuertes o porque allí cumplen algún estadio de su ciclo de vida. Por otra parte, las cercas vivas ofrecen diferentes recursos, como polen, agua, refugio, microclima moderado y sitios de anidamiento y reproducción, que son elementos importantes en el mantenimiento de la biodiversidad al interior del agroecosistema y en la región en general (Trujillo, *op.cit.*).

¿Cuál es la distancia mínima que debe existir entre las cercas vivas o setos en las fincas y los fragmentos de vegetación natural? Lo ideal es que esta distancia fuese cero, porque de esta manera se tendría una conexión total a nivel del paisaje entre los agroecosistemas mayores y los ecosistemas “naturales”. La distancia también depende de qué especies – objetivo se busque promover o conservar o de qué funciones quieran ser privilegiadas.

Pero más allá de establecer una distancia mínima permisible para conectar o no el agroecosistema mayor con los elementos de vegetación natural circundante, puede resultar de mayor utilidad establecer el porcentaje de conexión de éste con la Estructura Ecológica Principal del Paisaje, tal como se presenta en la Figura 13, que muestra un agroecosistema mayor (cuadrado rojo, que representa una finca cualquiera) en diferentes condiciones de conectividad. Si se toman los ocho cuadrados que la rodean se advierten varias situaciones: A. La finca aparece completamente desconectada de cualquier parche o remanente de vegetación, situación que corresponde a muchos agroecosistemas mayores en paisajes de monocultivo, en donde ni siquiera existen cercas vivas de deslinde B. Los dos cuadros negros en la parte superior representan un enlace del 25% (dos cuadros de ocho), que le permiten a la finca conectarse a los fragmentos de arriba

y del lado izquierdo del diagrama C. En este ejemplo, el agroecosistema mayor está casi completamente enlazado (excepto en su costado izquierdo) con los demás elementos de vegetación, en porcentaje del 75%. Los diagramas D y E muestran otros porcentajes de conectividad y el diagrama F indica que la finca está totalmente conectada (los ocho cuadros negros alrededor del cuadro rojo) con la vegetación natural circundante.

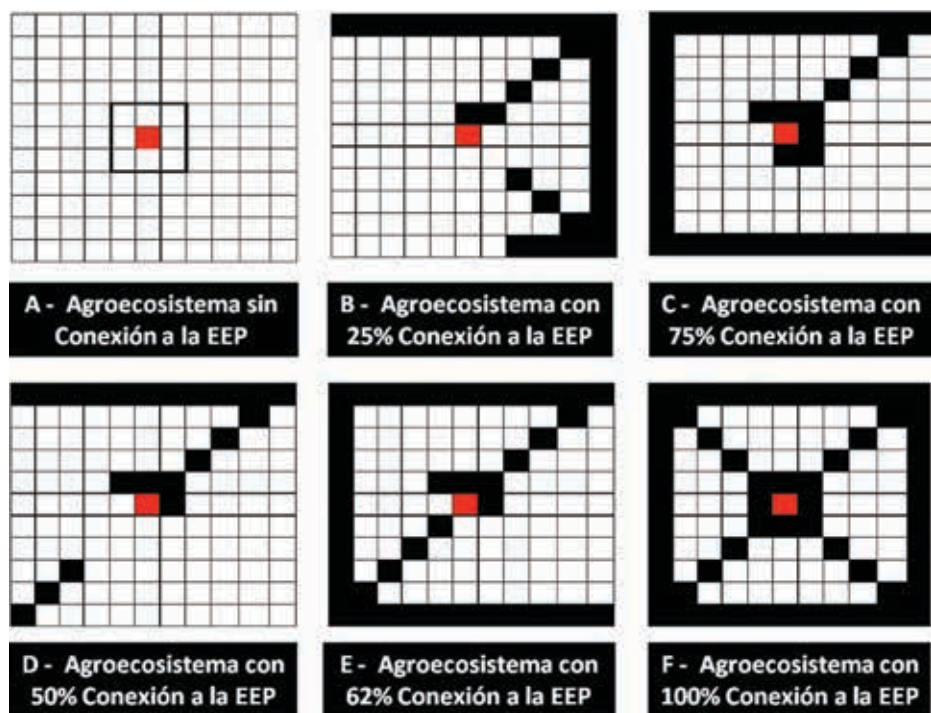


Figura 13. Diferentes porcentajes de conectividad entre el agroecosistema mayor (cuadro rojo) y fragmentos de vegetación natural (cuadros negros).

No obstante lo anterior, es necesario considerar, además, el tipo de conexión o de conectores o de enlaces que se estén considerando. Si el agroecosistema mayor está rodeado en su perímetro de una vegetación que no sea adecuada como refugio o hábitat para muchas especies (por ejemplo, el caso de la hilera de pinos o de eucaliptos que se muestra en la parte inferior de la Figura 10) o si la cerca viva

es de composición y naturaleza diferente al corredor o al parche de vegetación natural, su funcionalidad puede verse reducida. Sucederá lo contrario cuando tanto las cercas vivas o los setos de la finca sean compatibles con los corredores o parches de vegetación natural y ello incide, por supuesto, en la valoración de la conectividad. Por lo tanto, en este documento se considera una cerca viva o un seto como no funcional, cuando en general está constituido por una sola especie arbórea, generalmente exótica, posee una densidad de siembra muy baja (rala) y está sembrada en una sola hilera, sin estratos de herbáceas y de matorrales.

Martínez (2014) incluyó en el análisis de la conectividad de los agroecosistemas mayores con la estructura ecológica del paisaje, una serie de medidas realizadas en un círculo de 1 kilómetro a la redonda de la finca y que incluyeron aspectos derivados de las métricas del paisaje. En estas métricas se destacaron el Índice de Área (que busca caracterizar los fragmentos de bosque natural alrededor de las fincas, en términos de área, tamaño y densidad), el Índice de Forma de tales fragmentos (entre más rectilíneos menor aporte a la conectividad) y el Índice de Distancia (entre los fragmentos de bosque alrededor de las fincas estudiadas), hasta obtener un Índice asociado a la conexión de los agroecosistemas con el resto de elementos del paisaje.

Para efectos de la valoración de la EAP y como ya se enunció, esta conectividad de la finca con el entorno resulta bastante útil, en el sentido de permitir el intercambio de especies benéficas, de recursos ecosistémicos y de otros servicios. Tales proporciones de conectividad, pueden calificarse, en una escala numérica, de la siguiente manera (Tabla 3).

2. Extensión de Conectores Externos (ECE)

Basado en la idea general de que “entre mayor y más extensa sea la cerca, mayor serán sus beneficios para los agroecosistemas”, este ítem evalúa la extensión lineal y la superficie de las cercas vivas o setos en el perímetro de las fincas (Tabla 4).

Tabla 3. Criterios de evaluación de la conexión del agroecosistema mayor con la Estructura Ecológica Principal del Paisaje (EEP)

Descripción	Calificación	Observaciones
Conectividad alta	10	Entre el 75% y el 100% del perímetro del agroecosistema mayor está rodeado con cercas vivas o setos, que a su vez se encuentran conectados por todos sus lados y superficie, con corredores, parches o fragmentos de vegetación natural
Conectividad media	8	Entre el 50% y el 75% del perímetro del agroecosistema mayor se encuentra rodeado con setos y cercas vivas, conectadas a vegetación natural.
Conectividad baja	6	Entre el 25% y el 50% del perímetro del agroecosistema mayor se encuentra rodeado con setos y cercas vivas, conectadas a vegetación natural.
Conectividad muy baja	3	Entre el 12% y el 25% del perímetro del agroecosistema mayor se encuentra rodeado con setos y cercas vivas, conectadas a vegetación natural.
Sin conectividad o conectividad extremadamente baja	1	Menos del 12% del perímetro del agroecosistema mayor posee setos o cercas vivas, conectadas a vegetación natural.

Tabla 4. Criterios de evaluación de la extensión de conectores externos del agroecosistema mayor

Descripción	Calificación	Observaciones
Perímetro continuo	10	Entre el 75% y el 100% del perímetro del agroecosistema mayor está rodeado con cercas vivas de especies nativas y/o exóticas
Perímetro moderadamente continuo	8	Entre el 50% y el 75% del perímetro del agroecosistema mayor está rodeado con cercas vivas de especies nativas y/o exóticas
Perímetro discontinuo	6	Entre el 25% y el 50% del perímetro del agroecosistema mayor está rodeado con cercas vivas de especies nativas y/o exóticas
Perímetro fuertemente discontinuo	3	Entre el 12% y el 25% del perímetro del agroecosistema mayor está rodeado con cercas vivas de especies nativas y/o exóticas
Perímetro extremadamente discontinuo	1	Menos del 12% del perímetro del agroecosistema mayor está rodeado con cercas vivas de especies nativas y/o exóticas

3. *Diversificación de Conectores Externos (DCE)*

Este indicador, evalúa la funcionalidad misma de los setos o cercas vivas del perímetro pero no en relación con su calidad para ofrecer hábitat, abrigo o refugio a poblaciones silvestres en tanto que sean objeto de la conservación de la biodiversidad *per se*, sino que acá se evalúan estos elementos de la EAP en tanto que son útiles para el manejo integral del agroecosistema mayor, en sus distintos componentes de producción, regulación de insectos y enfermedades, mejoradores de las condiciones de suelo, controles microclimáticos o bancos de germoplasma, entre otros aspectos.

Existe una extensa bibliografía sobre el particular, condensada por Altieri y Nicholls (*op. cit.*) en la que se demuestra que la vegetación instalada en hileras alrededor o dentro de los campos de cultivo, posee gran influencia en la presencia, abundancia, movilidad, clase y lapsos de permanencia de fitófagos y de sus enemigos naturales.

En el primer caso y citando, entre otros, los trabajos de Slosser y Boringm (1980) y Wainhouse y Coaker (1981), los autores afirman que, entre más se relacionen en términos botánicos las plantas silvestres de las cercas vivas con los cultivos de las fincas, mayor será la posibilidad de que alberguen insectos perjudiciales. Van Edem (1965, citado por Altieri y Nicholls, *op. cit.*) afirma que pueden existir alrededor de 200 especies de insectos fitófagos que utilizan pastos silvestres ubicados alrededor de áreas cultivables.

Pero también se conoce, desde hace bastante tiempo, que este tipo de vegetación de borde en los cultivos, puede ofrecer alimento alternativo y hábitat esencial para muchas especies de insectos que regulan poblaciones de fitófagos.

Una característica de los setos que se busca evaluar en este ítem es, precisamente, su calidad en términos de funcionalidad para el manejo del agroecosistema. Esta funcionalidad, se expresa en la mayor diversidad posible, es decir, en la presencia de plantas que ofrezcan servicios de polinización, señuelos o trampas, alelopatías, refugio, alimento, efectos contra heladas, regulaciones de temperatura y humedad, disminución

de escorrentía superficial, sombra y control de erosión, entre otros servicios.

Ello se consigue más con cercas vivas o setos que contengan varias hileras de vegetación nativa, con densidad alta, estratificación fuerte (hierbas, arbustos y árboles) y plantas con flores. Cercas con estas cualidades ofrecerán mejores condiciones para el agroecosistema que aquellas construidas con una sola especie arbórea, con plantas diseminadas en distancias largas y con ausencia de plantas con flores. Nótese que, de esta manera, las cercas menos funcionales serán aquellas que presenten solamente una especie arbórea exótica (pinos o eucaliptos, para el caso colombiano, que generan sustancias que impiden o dificultan el establecimiento de otros tipos de vegetación), sembradas en una sola hilera con bajas densidades y en donde no existan plantas con flores.

Por otra parte, la discontinuidad del perímetro se refiere a la presencia de cercas eléctricas o cercas de alambre de púa o simplemente a la ausencia de hileras de vegetación. La escala numérica propuesta para evaluar la diversificación del perímetro, es la siguiente (Tabla 5):

Tabla 5. Criterios de evaluación de la diversificación de conectores externos del agroecosistema mayor

Descripción	Calificación	Observaciones
Perímetro altamente diversificado	10	Entre el 75% y el 100% de las cercas y setos son densos, con alta diversidad de especies arbóreas, con dos o más estratos y dos o más hileras.
Perímetro moderadamente diversificado	8	Entre el 50% y el 75% de las cercas y setos son densos, con alta diversidad de especies arbóreas y por lo menos con dos estratos y dos hileras.
Perímetro levemente diversificado	6	Entre el 25% y el 50% de las cercas y setos son densos, con alta diversidad de especies arbóreas y por lo menos con dos estratos y dos hileras.
Perímetro poco diversificado.	3	Menos del 25% de las cercas y setos son densos, con alta diversidad de especies arbóreas y por lo menos con dos estratos y dos hileras.
Perímetro no diversificado	1	El 100% de las cercas vivas tienen una sola especie arbórea y una sola hilera.

4. *Extensión de Conectores Internos (ECI)*

Al igual que para el caso de las cercas externas, este ítem evalúa la extensión lineal de las hileras de vegetación interna que conectan a los agroecosistemas menores entre sí y con las cercas externas. Hasta el momento no existe claridad sobre la densidad óptima de la red interna de cercas vivas para enlazar diferentes áreas y se acepta que sus efectos varían con la distancia, en función de los objetivos que se persigan (barrera, control de erosión, hábitat) y de los animales involucrados.

Por ejemplo, cuando se analizan las distancias requeridas para que operen los insectos benéficos, reguladores de poblaciones de otros insectos fitófagos, Altieri y Nicholls (*op. cit.*), presentan casos en los que la distancia va desde 54 metros (requeridos por *Agonum dorsale*, depredador que captura presas desde setos contiguos a cultivos de arveja y trigo) hasta distancias que pueden alcanzar 200 metros a partir de los bordes de vegetación en cultivos de cereal, para recuperar carábidos y estafilínidos adultos (Combes y Sotherton, 1986, citados por Altieri y Nicholls, *op. cit.*). Otras distancias aportadas por dichos autores van desde 45 a 60 pies de distancia a fuentes de néctar (plantas con flores) para *Lixophaga sphenophori*, parásito del gorgojo de la caña, en tanto que Thiele (1977) presenta un modelo conceptual en el que la distancia óptima entre bordes puede variar entre 100 y 400 metros para el caso de escarabajos Carabidae.

En esta evaluación lo que se busca es visibilizar la necesidad de contar con conectores internos en la finca, en una red suficientemente densa para los fines de producción, sanidad, estabilidad y renovabilidad de los agroecosistemas. La calificación se propone en los siguientes términos (Tabla 6).

5. *Diversificación de Conectores Internos (DCI)*

Los conectores de setos o de cercas vivas internas en las fincas pueden variar en un amplio rango de condiciones, en función del tamaño de los agroecosistemas y de las mismas condiciones sociales y económicas de los propietarios. Al interior de fincas muy grandes, pueden coexistir incluso parches de vegetación natural de tamaño extenso

junto a cultivos en distintos arreglos y praderas, sirviendo como enlaces, lo que no se obtiene en fincas muy pequeñas (de una hectárea o menos), en donde los enlaces, si existen, son por fuerza de naturaleza diferente.

Un conector interno altamente funcional debería estar constituido por varios estratos e hileras de vegetación natural, incluyendo plantas con flores y otras que ofrezcan refugio, hábitat y alimentos a organismos benéficos para el agroecosistema. Los descriptores y valoración de este indicador, se presentan en la tabla 7.

6. *Uso y Conservación del Suelo (US)*

Este indicador está directamente relacionado con las actividades productivas de la finca y expresa una de las principales diferencias que distancian a los actuales agroecosistemas mayores y, en general a los modelos de agricultura: la arquitectura, la disposición interna de los sistemas de cultivo, que se resume en la disyuntiva policultivo – monocultivo. Estos usos del suelo dicotómicos a su vez se relacionan con la conservación del recurso suelo en términos de varias características (aumentos de materia orgánica, equilibrio de nutrientes, mejoramiento de propiedades físicas), pero especialmente con la presencia o no de fenómenos erosivos.

Muchas son ya las evidencias que muestran las ventajas de disponer en el campo no ya cultivos múltiples (asociados, intercalados, en franjas o en relevo), sino verdaderos policultivos que sostengan la biodiversidad en todas sus formas posibles, desde aquella relacionada con las poblaciones microbianas de suelos, pasando por la diversidad de arvenses, que empuja hacia arriba la diversidad de muchos géneros y especies vegetales y animales y por supuesto, la diversidad de cultivos presentes, ya sean especies o variedades y las distintas razas y clases de animales terrestres o acuáticas que convivan en el agroecosistema mayor.

Existen arreglos muy diferentes que combinan distintos tipos de cultivos (por taxa, uso, tiempo de permanencia), con animales y arreglos agroforestales, silvícolas o silvopastoriles). No obstante, la propuesta de calificación que se propone en este documento, trata de colocar una

Tabla 6. Criterios de evaluación de la extensión de conectores internos del agroecosistema mayor

Descripción	Calificación	Observaciones
Conectividad alta	10	Entre el 75% y el 100% de las áreas internas del agroecosistema mayor están conectadas con cercas vivas o setos de especies nativas y/o exóticas.
Conectividad media	8	Entre el 50% y el 75% de las áreas internas del agroecosistema mayor están conectadas con cercas vivas o setos de especies nativas y/o exóticas.
Conectividad baja	6	Entre el 25% y el 50% de las áreas internas del agroecosistema mayor están conectadas con cercas vivas o setos de especies nativas y/o exóticas.
Conectividad muy baja	3	Entre el 12% y el 25% de las áreas internas del agroecosistema mayor están conectadas con cercas vivas o setos de especies nativas y/o exóticas.
Sin conectividad o conectividad extremadamente baja	1	Menos del 12% de las áreas internas del agroecosistema mayor están conectadas con cercas vivas o setos de especies nativas y/o exóticas.

Tabla 7. Criterios de evaluación de la diversificación de conectores internos del agroecosistema mayor

Descripción	Calificación	Observaciones
Conector interno altamente diversificado	10	Entre el 75% y el 100% de las cercas y setos son densos, con alta diversidad de especies vegetales, con dos o más estratos y dos o más hileras.
Conector interno moderadamente diversificado	8	Entre el 50% y el 75% de las cercas y setos son densos, con alta diversidad de especies vegetales y por lo menos con dos estratos y dos hileras.
Conector interno levemente diversificado	6	Entre el 25% y el 50% de las cercas y setos son densos, con alta diversidad de especies vegetales y por lo menos con dos estratos y dos hileras.
Conector interno poco diversificado.	3	Menos del 25% de las cercas y setos son densos, con alta diversidad de especies vegetales y por lo menos con dos estratos y dos hileras o cualquier porcentaje de setos y cercas vivas internas que posean solo una especie, poco densa y en una hilera.
Conector interno no diversificado	1	Divisiones de áreas conformadas por cualquier material no vivo (alambres de púas o cercas eléctricas).

escala de ponderación que englobe las “tonalidades de grises” que se dan desde el monocultivo puro y simple, hasta los arreglos en policultivos más exigentes o desde la pradera de un solo tipo de pasto hasta el sistema silvopastoril intensivo, en donde se manejan de manera integrada distintos tipos de coberturas de pastos, matorrales y árboles.

A su vez los criterios de evaluación incluyen las evidencias asociadas al uso equivocado de las tierras, que se reflejan en síntomas externos de pérdida de suelos (independiente de otras propiedades internas y externas del edafón) desde las evidencias mínimas de flujo laminar hasta los fenómenos graves de erosión en cárcavas. La escala propuesta es la siguiente:

Tabla 8. Criterios de evaluación de los usos del suelo en el agroecosistema mayor

Descripción	Calificación	Observaciones
Policultivos y sistemas agrosilvopastoriles en cobertura total	10	El 100% de la finca está utilizada con policultivos o coberturas arbóreas en sistemas silvopastoriles u otros que garantizan alta diversidad productiva. Nula o poca evidencia de erosión de suelos.
Policultivos y sistemas agrosilvopastoriles en cobertura alta	8	Entre el 75% y el 100% de la finca está utilizada con policultivos o coberturas arbóreas en sistemas silvopastoriles u otros que garantizan alta diversidad productiva o síntomas de erosión débil, especialmente en flujo laminar en el 10-20% de la finca.
Policultivos y sistemas agrosilvopastoriles en cobertura media alta	6	Entre el 50% y el 75% de la finca está utilizada con policultivos o coberturas arbóreas en sistemas silvopastoriles u otros que garantizan alta diversidad productiva o sectores con erosión débil a moderada en 20 – 30% de la finca.
Policultivos y sistemas agrosilvopastoriles en cobertura baja	5	Menos del 50% de la finca está utilizada con policultivos o coberturas arbóreas en sistemas silvopastoriles u otros que garantizan alta diversidad productiva o más del 30% de la finca presenta erosión moderada en surcos.
Monocultivos, ganadería y sistemas forestales	3	La finca posee los tres componentes en distintos porcentajes o la erosión es moderada a fuerte en más del 40% de la finca.
Monocultivos o ganadería	1	La finca se utiliza solamente en un tipo de cobertura o aparecen síntomas de erosión en cárcavas o surcos en más del 50% de la finca.

7. Manejo de Arvenses (MA)

Aunque el manejo de plantas arvenses, antiguamente conocidas como “malezas”, o “malas hierbas” es una clara expresión y conquista teórica de los sistemas alternativos de agricultura que se oponen al uso de herbicidas y cuyo conjunto puede valorarse en términos de prácticas o sistemas de manejo (véase el ítem siguiente), dada su importancia en el proceso de evaluar la EAP, se ha optado por separarla como un indicador específico.

La importancia del manejo de arvenses queda plasmada en la abundante bibliografía que consideraba a estas plantas como perjudiciales para los cultivos (hasta el punto en que ello originó la aparición de una rama de la agronomía o la ecología denominada “Malherbología”, que estudia la biología y el control de las malas hierbas) y que incluso generó, a partir de 1950, la fundación de innumerables sociedades científicas a lo largo del planeta, encargadas de eso, de controlarlas. El cambio de paradigma, de considerarlas nocivas a entenderlas en sus roles ecológicos y productivos, implica una reformulación completa tanto del enfoque de su estudio como de sus aplicaciones y evidencia el alto peso que poseen estas plantas dentro de los procesos ecológicos y productivos de los agroecosistemas.

Cuando se trataban como elementos vegetales no deseados creciendo espontáneamente en campos de cultivo, compitiendo con ellos por luz, agua, espacio y nutrientes y sirviendo de refugio, alimento o hábitat para insectos fitófagos y para vectores de enfermedades, la esencia de los estudios que se realizaron en torno de ellas, se dirigía principalmente a la manera de controlarlas o eliminarlas de los campos de cultivo. Se realizaron, de esta manera, cientos y tal vez miles de trabajos a lo largo y ancho del planeta sobre caracterización y clasificación botánica, relaciones biológicas y ecológicas, manuales de reconocimiento, depredación de semillas, biodiversidad, plantas parásitas, dormancia de semillas, manejo de plantas invasoras, malezas acuáticas, sistemas de manejo en diferentes condiciones de clima y suelo, clasificación y uso de herbicidas, control químico y resistencia a herbicidas, gestión de malas hierbas en diferentes sistemas de agricultura (tradicional,

convencional, de precisión, transgénica, agroecológica), sistemas de detección, programas de monitoreo, bases de datos virtuales, impactos del uso de herbicidas de distintas categorías, control biológico... en fin.

Es indudable que un tan abultado acervo de estudios incidió fuertemente en el conocimiento de las “malas hierbas”, título que, dicho sea de paso, se le daba a cualquier planta distinta al cultivo principal y que se consideraba como nociva para la producción. Algunos de estos efectos negativos, por los cuales había que eliminarlas, se refieren a sus relaciones con insectos fitófagos, señaladas también por Altieri y Nicholls (*op. cit.*).

Dentro de una copiosa bibliografía, estos autores indican que las malezas son importantes hospedadoras de plagas de insectos y de patógenos en agroecosistemas, pudiendo existir más de setenta familias de artrópodos perjudiciales a cultivos, asociados a malas hierbas, que pueden actuar como vectores de enfermedades o atacar directamente a los cultivos desde sus reservorios ubicados en estas plantas.

Se ha documentado, por ejemplo, la presencia de ortiga (*Urtica dioica*) con el ataque de larvas de moscas en zanahorias, la proliferación de hospedadores silvestres con la invasión de cicadélidos en melocotoneros, la presencia de *Plantago* sp como alimento del pulgón del manzano, el aumento de larvas del tentredínido *Amesategia glabrata* en plantas de *Rumex* sp y *Polygonum* sp y posteriores perforaciones del fruto de los manzanos o la presencia de *Bromus* sp, *Festuca* sp y *Lolium multiflorum*, gramíneas que son hospedadoras de los pulgones *Sitobium avenae* y *Rhopalosiphum padi*, vectores del virus del enanismo amarillo de la cebada, entre muchos otros casos comprobados (Van Emden, 1965; Bendixen y Horn, 1985; Wainhouse y Coaker, 1981; McClure, 1982; Altieri y Letourneau, 1982 y Burn, 1987, citados por Altieri y Nicholls, *op. cit.*).

Cuando se cambia de enfoque, es decir, cuando se dejan de considerar como “malas hierbas” y se entiende que estas plantas cumplen

distintos roles ecológicos en los agroecosistemas, se cambia tanto su denominación a plantas arvenses o adventicias (que llegan) como la manera de entenderlas, estudiarlas no ya para controlarlas o eliminarlas de los campos de cultivos, sino para manejarlas dentro de criterios diferentes.

Muchas son las anotaciones de distintos autores que reafirman el valor del uso de las arvenses en diferentes aspectos productivos y ecosistémicos de los agroecosistemas.

Uno de los testimonio más impactantes sobre el tema, viene del “sistema de sol y de malezas”, propuesto y desarrollado por el agrónomo brasileiro Nasser Youssef desde 1983 en la localidad de Espírito Santo Cachoeiro de Itapemirín (Brasil), popularizado en Colombia por el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) pero que, desafortunadamente, ha sido poco sistematizado, aunque sus promotores afirman que este método puede generar disminución de costos en zanahoria o remolacha, del orden del 70% (cosechas de 90 toneladas/ha versus 40 toneladas/ha en otros sistemas) y disminuciones de costos de hasta el 80% en plantaciones de naranjas.

Sin embargo, Altieri y Nicholls (*op. cit*) aportan varias evidencias publicadas sobre diferentes aspectos benéficos del manejo de arvenses, tan solo en el campo de la regulación de insectos fitófagos (relaciones interespecíficas con sus reguladores naturales o efectos de alimentación selectiva de insectos sobre el desarrollo de cultivos), sin considerar todavía los efectos positivos en términos de alelopatías, recirculación de nutrientes, conservación de humedad, barreras antierosión, fuentes alimenticias y medicinales para humanos, mejoramiento de la estructura de suelos o relaciones con microorganismos edáficos a través de sus exudados entre otros muchos efectos.

Sobre el particular, los autores indican que las arvenses ofrecen muchos recursos a los insectos reguladores, como presas u hospederos alternativos, polen o néctar y microhábitats que no están disponibles en los monocultivos libres de estas plantas y que ellas generan

hábitats con características muy disímiles para distintas clases de insectos. Reportan el trabajo de Nentwing (1998) quien encontró arvenses con menos de 15 individuos de artrópodos / m² hasta arvenses que soportan medias de 100 a 300 artrópodos / m² y otras, entre ellas amapola (*Papaver rhoea*), colza (*Brassica napus*), trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum*) y tanaceto (*Tanacetum vulgare*) con más de 500 artrópodos / m², con depredadores, parasitoides y afidófagos en porcentajes variables alrededor del 40%. Particular énfasis se hace en las plantas con flores como fuentes de alimento, néctar y polen y también en las plantas que emiten señales químicas específicas (Altieri y Nicholls, *op. cit.*).

En un estudio reciente efectuado en la Sabana de Bogotá por Pradi-lla, Córdoba y León (2011), se determinó la abundancia y diversidad de avispas (Hymenoptera: Apocrita) asociadas a corredores de arvenses en dos fincas hortícolas con diferentes manejos ecológicos, durante las temporadas seca y lluviosa. En total se registraron 2170 avispas en estado adulto y se identificaron especímenes distribuidos en 7 superfamilias, 14 familias y 61 morfoespecies, la mayoría de las cuales son parasitoides de otros insectos y arañas. Se identificaron 27 especies de arvenses y se valoró la oferta potencial de recursos provista por las especies encontradas. La familia más abundante de avispas fue Scelionidae y las especies de arvenses predominantes fueron *Rumex acetosella* L., *Polygonum nepalense* Meisn, *Oxalis corniculata* L. y *Veronica persica* Poir. La mayor abundancia y diversidad de avispas se asoció con la alta oferta de recursos estimada para las arvenses, cuya diversidad parece estar mediada por ciertas prácticas de manejo, en particular el riego, uso de acolchados naturales y abonos verdes.

De todo lo anterior se concluye fácilmente que el manejo de las plantas arvenses representa un indicador clave en la valoración de la EAP de los agroecosistemas mayores. En este documento, tal representatividad se valora mediante la calificación siguiente:

Tabla 9. Criterios de evaluación del manejo de arvenses en el agroecosistema mayor

Descripción	Calificación	Observaciones
Arvenses manejadas en máxima cobertura	10	El agroecosistema mayor presenta franjas, parches, hileras o superficies aleatorias de arvenses como un práctica intencionada de manejo.
Arvenses manejadas en cobertura media	5	Solamente en algunos sectores del agroecosistema mayor se manejan franjas, parches, hileras o superficies aleatorias de arvenses.
No hay manejo de arvenses	1	En la finca predomina el control de arvenses por distintos métodos mecánicos, físicos o químicos.

8. Otras Prácticas de Manejo (OP)

La arquitectura o disposición de los agroecosistemas menores en las fincas, es una función de múltiples variables entre las que se cuentan la calidad del suelo, los parámetros de precipitación, humedad relativa y temperatura, la inclinación de las pendientes, las posibilidades de mecanización y riego, las facilidades de acceso, los costos de producción, la dinámica de los mercados, la disponibilidad local de mano de obra, la factibilidad de transformación poscosecha y la infraestructura de servicios, factores que, entre muchos otros, inciden en las decisiones de los agricultores sobre la selección de las áreas, los tiempos y arreglos de sus cultivos al igual que sobre los sistemas tecnológicos de manejo (semillas, insumos, maquinaria, riego).

Estas prácticas de manejo obedecen también a las ideologías dominantes, a la disponibilidad de información, a la difusión de conocimientos, a procesos educativos y de conciencia ambiental y a la institucionalidad presente que puede influir en la generación y transferencia de tecnologías.

Visto como un todo, la decisión de qué sembrar, de qué manera, a qué costos económicos y ambientales y con qué tecnologías, puede resumirse en la elección de sistemas de agricultura ecológica o de agricultura convencional, tema que ha sido discutido en numerosos trabajos y sobre el cual se volverá a insistir en este documento.

Por ahora basta con mencionar que tal elección filosófica o, si se quiere, ideológica, redundará en la EAP tanto a través de las tecnologías que se utilicen en los agroecosistemas mayores y menores como en la disposición espacial y en el arreglo de los cultivos. Por ello, tales parámetros son tenidos en cuenta en la evaluación de la EAP, a través de la escala siguiente:

Tabla 10. Criterios de evaluación de otras prácticas de manejo en el agroecosistema mayor

Descripción	Calificación	Observaciones
Prácticas de manejo ecológicas	10	Los agricultores utilizan prácticas ecológicas de manejo, pudiendo estar o no certificada
Prácticas de manejo en proceso de reconversión	5	La finca se encuentra total o parcialmente en procesos de reconversión ecológica.
Prácticas de manejo convencionales	1	La finca utiliza prácticas convencionales

9. *Percepción – Conciencia (PC)*

Aunque desde el mundo cultural existen muchas variables que impiden o potencializan la construcción de una Estructura Agroecológica Principal bien desarrollada, es desde la percepción inicial y desde el nivel de conciencia que poseen los agricultores sobre las relaciones de su finca en sí misma, emulando la idea de un organismo vivo y de ésta con su entorno, como se pueden o no formular acciones posteriores para enlazar todos los elementos de los agroecosistemas mayores. El entusiasmo, el grado de compromiso y las acciones efectivas por construir un entorno verdaderamente funcional, dependen en grado sumo de esta primera experiencia, de este darse cuenta o no de la importancia de la biodiversidad como elemento clave del manejo agrario.

Desde este punto de vista, este indicador evalúa el grado de claridad y de conciencia que poseen los productores (que puede aprehenderse a partir de entrevistas a profundidad con el grupo familiar), a través de la siguiente escala cualitativa:

Tabla 11. Criterios de evaluación del grado de conciencia ambiental de los productores

Descripción	Calificación	Observaciones
Alto grado de conciencia ambiental y conocimiento de roles de la biodiversidad	10	Los agricultores están conscientes de la importancia de los factores ambientales y de la biodiversidad en sus fincas y conocen el rol de enlaces, setos y cercas vivas.
Alto grado de conciencia ambiental – conocimiento bajo o medio de roles de la biodiversidad	5	Los agricultores están conscientes de la importancia de los factores ambientales y de la biodiversidad en sus fincas pero desconocen el rol de enlaces, setos y cercas vivas.
Bajo o nulo grado de conciencia ambiental y de roles de la biodiversidad	1	Los agricultores no le dan importancia a los factores ambientales o de biodiversidad ni conocen el rol de enlaces, setos y cercas vivas.

10. Capacidad de Acción (CA)

Aunque la percepción sobre los temas ambientales y de biodiversidad resulta fundamental para tener conciencia o no sobre el significado de los elementos bióticos dentro de las relaciones productivas y ecosistémicas de los agroecosistemas, ello no es suficiente para transformar la realidad. Hace falta evaluar el grado de compromiso, atado a las posibilidades ciertas de emprender acciones sobre siembra de especies nativas, interconexión de barreras vivas y otras prácticas que fortalezcan la EAP.

Esta valoración se torna compleja y difícil de expresar en un solo índice, puesto que allí confluyen todas las variables culturales que se han analizado a lo largo de este documento. Es posible que muchos agricultores sí tengan la conciencia suficiente sobre los beneficios que acarreen tener fincas con grados altos de conectividad y además que tengan toda la intención de llevar a la práctica el manejo de arvenses o la siembra de cercas vivas funcionales, pero que estén limitados bien sea por la pequeña superficie de tierra que poseen, por los costos de transporte del material o simplemente porque el núcleo familiar siempre permanece excedido por los trabajos cotidianos y urgentes del manejo de la finca.

Muchos otros factores, como la ausencia o presencia de técnicos informados que asesoren en la selección y en los cuidados de instalación de los setos con flores, en la siembra de las especies arbóreas - arbustivas, las mismas cualidades topográficas del terreno o incluso el acceso o no a créditos estatales para financiar estos rubros, pueden jugar a favor o en contra de tener a corto, mediano o largo plazo una EAP funcional y completa.

Con tales limitaciones en mente, el indicador propuesto solamente estima de manera global el nivel de compromiso de intención (capacidad) que poseen los agricultores para mejorar la conectividad interna de sus predios. En este orden de ideas, el indicador se evalúa a través de la calificación siguiente:

Tabla 12. Criterios de evaluación de la capacidad de acción de los productores

Descripción	Calificación	Observaciones
Altas capacidad	10	Los agricultores tiene los medios de infraestructura, financieros, económicos, familiares, sociales y tecnológicos para establece la EAP funcional y completa en su finca.
Posibilidades medias de acción	5	Los agricultores poseen algunos medios de infraestructura, financieros, económicos, familiares, sociales y tecnológicos para establecer la EAP funcional y completa en su finca.
Posibilidades muy bajas a nulas de acción	1	Los agricultores no poseen ningún medio cultural para establecer la EAP funcional y completa en su finca, o algún factor clave falla para impedirlo.

La evaluación final de la Estructura Agroecológica Principal de la finca o agroecosistema mayor, se define por la sumatoria de los índices anteriores, así:

$$\text{EAP} = \text{EEP} + \text{ECE} + \text{DCE} + \text{ECI} + \text{DCI} + \text{US} + \text{MA} + \text{OP} + \text{PC} + \text{CA},$$

En donde:

- EEP = Conexión con la Estructura Ecológica Principal del Paisaje
 ECE = Extensión de conectores externos
 DCE = Diversificación de conectores externos (perímetro)

- ECI = Extensión de conectores internos
- DCI = Diversificación de conectores internos
- US = Usos del suelo
- MA = Manejo de arvenses
- OP = Otras prácticas de manejo
- PC = Percepción – conciencia
- CA = Capacidad de acción

Tabla 13. Escala de interpretación del estado de la Estructura Agroecológica Principal de los agroecosistemas mayores o fincas

Interpretación de la Estructura Agroecológica Principal de la Finca	Valor numérico
Fuerte	80 - 100
Moderada	60 - 80
Ligera	40 - 60
Débil	20 - 40
Sin estructura o con estructura débil, sin potencial cultural para establecerla	< 20

La escala anterior evalúa el conjunto de los índices planteados, entre un valor cercano a 100 (90 – 100) para aquellas fincas o agroecosistemas mayores que estén altamente conectadas con la EEP y en su interior posean conectores altamente diversificados, manejen arvenses, posean policultivos de manera predominante dentro de sus usos del suelo y que además estén soportados en agricultores con alta conciencia del valor de la biodiversidad y de los efectos ambientales de los sistemas productivos.

Contra este ideal de EAP aparece la evaluación “sin estructura”, que se refiere a aquellas fincas típicas de la agricultura convencional de monocultivos o de praderas aisladas, que se extienden por muchas hectáreas en donde no aparecen conectores o enlaces de biodiversidad y que en su interior tampoco poseen cercas vivas, setos, o reservas de bosques que mejoren la calidad de la matriz agropecuaria y cuyos propietarios tampoco conocen o no se interesan por los problemas ambientales y de manejo de la biodiversidad.

En el medio de estas dos calificaciones extremas, se asignan valores descendentes en la medida en que la EAP de la finca se aleja del ideal, bien sea porque su conectividad con la EEP es baja o inexistente, sus setos o cercas vivas no son diversificadas o porque no se conectan continuamente y aparecen sectores con cercas muertas o bien porque existen otras variables complejas del mundo de la cultura que impiden el establecimiento y mantenimiento de una EAP completa y funcional.

Utilizando los criterios propuestos en este documento, León, Rodríguez y Córdoba (2011) realizaron la primera evaluación de la EAP en seis fincas ecológicas de la Sabana de Bogotá (Gabeno, Cuatro Vientos, Yemayá, Organismo, Yuma y Senderos de Paz), ubicadas en la cuenca del río Chicú (Cundinamarca - Colombia), seleccionadas a partir de referencias suministradas por el grupo de agroecología del Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) de la Universidad Nacional de Colombia. Analizaron las características morfométricas de las fincas utilizando imágenes Landsat y realizaron levantamientos de vegetación para identificar la diversidad vegetal presente alrededor y dentro de los agroecosistemas mayores (fincas). Los resultados de ese trabajo se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14. Estructura Agroecológica Principal (EAP) de seis fincas ecológicas en la cuenca del río Chicú (Cundinamarca-Colombia). Fuente: León, Rodríguez y Córdoba, 2011.

FINCA	EEP	ECE	DCE	ECI	DCI	US	MA	OP	PC	CA	EAP
Gabeno	1	8	6	6	3	5	5	10	5	10	59
Cuatro Vientos	3	10	8	6	6	8	10	10	10	10	81
Yemayá	6	10	10	3	3	5	5	10	5	5	62
Organismo	3	6	3	3	3	3	1	5	10	10	47
Yuma	1	8	6	1	1	5	10	10	5	10	57
Senderos de paz	3	10	8	3	3	5	5	10	5	5	57

El análisis realizado por los autores, recalca que la única finca con EAP fuertemente desarrollada, fue Cuatro Vientos (EAP = 81), debido esencialmente a su potencial cultural (expresado en el alto

grado de compromiso y conocimiento de sus propietarios), a las prácticas de manejo agrícolas y a la extensión (100%) y diversidad de sus conectores externos y de su sistema hortícola. Falla, como casi todas las demás (a excepción de la finca Yemayá) en su conectividad con los elementos naturales externos ($EEP = 3$), situación que está de acuerdo con la estructura ecológica principal del paisaje de este territorio, caracterizado por fincas ganaderas o de cultivos intensos de hortalizas, en donde se ha talado la mayor parte de la vegetación original y no se encuentran con facilidad conectores, parches o fragmentos de vegetación natural. Los menores índices de conexión con la EEP en este caso fueron los de las fincas Gabeno y Yuma ($EEP = 1$) que están rodeadas de invernaderos de flores y hortalizas, fincas de recreo y áreas de pastos, respectivamente.

A continuación, aparece la finca Yemayá, que obtuvo un puntaje de $EAP = 62$ (moderadamente desarrollada), debido a sus altos índices en la estructura y composición de sus cercas vivas externas (cuatro estratos de vegetación rasante, arbustiva, arbórea y emergente). Es el único agroecosistema mayor estudiado que está conectado en un porcentaje cercano al 25% de su perímetro, con un fragmento de bosque. No obstante, esta finca no posee conectores internos y sus propietarios no poseen conocimientos sobre las funciones ecosistémicas generales de las fincas y tampoco interactúan con otros actores sociales ligados a la agricultura ecológica.

Las cuatro fincas restantes (Gabeno, Organizmo, Yuma y Senderos de Paz) obtuvieron, respectivamente, puntajes de 59, 47, 57 y 57 que las coloca como fincas con EAP ligeramente desarrollada debido a varias razones: los conectores internos de estas fincas son poco extensos (varían entre 3 y 15 metros) y en ocasiones, como sucede con la finca Yuma, no existen. Esta finca posee una extensión muy reducida (menos de una hectárea), que explica en parte su baja conectividad interna. Tales conectores, en general, son poco diversificados. En la finca Organizmo, por ejemplo, las cercas internas están compuestas principalmente de especies foráneas como el ciprés (*Cupressus lusitanica*) y el eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y en menor proporción la acacia (*Acacia decurrens*). En la finca Cuatro Vientos y Gabeno, principalmente de sauco (*Sambucus peruviana*).

Con excepción de la finca Organismo, la evaluación de la extensión de las cercas o conectores externos, por el contrario, arrojó valores positivos en todas ellas. Yemayá tiene en su perímetro un poco más del 40% en vegetación arbórea destacándose como especies predominantes el cucharo (*Rapanea guianensis*) arboloco (*Smalanthus pyramidalis*) y croton (*Croton funckianus*). En menor proporción (25 - 35%) existen hileras de árboles nativos en las fincas Yuma y Senderos de Paz., en donde dominan cucharos (*R. guianensis*) y abutilones (*Abutilon insigne*) respectivamente. En la finca Yuma, el valor de 8 en el indicador ECE, se explica porque los vecinos que colindan con ella en el costado suroccidental no desean, por motivos estéticos y de seguridad, que se coloque ninguna barrera de árboles y han boicoteado todos los esfuerzos de siembra de material vegetal. En la finca Gabeno se encuentran árboles como mermelada (*Streptosolen jamesonii*), holly (*Cotoneaster multiflora Bunge*) y arrayán (*Myrcogenella apiculata*) que atraen aves e insectos y permiten la restauración de relaciones ecológicas.

El manejo de arvenses, por su parte, es excelente en las fincas Cuatro Vientos, Gabeno y Yuma, en donde intencionalmente se dejan “banco de arvenses”, con el único propósito de aumentar las interacciones entre distintos niveles tróficos de organismos.

El uso del suelo en los agroecosistemas mayores estudiados, corresponde a cultivos hortícolas que ocupan entre el 20% y el 40% de las superficies de las fincas, cuya producción se destina al mercado ecológico de Bogotá. Entre el 17% y 30% se dedica a pastos de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), pasto azul (*Poa pratensis*) y ryegrass (*Lolium* spp), situaciones que ameritan las clasificaciones medias a bajas que se otorgaron a estos agroecosistemas mayores.

En general, las prácticas de manejo de las fincas estudiadas corresponden a los agroecosistemas ecológicos (Gabeno, Cuatro Vientos y Yuma son certificadas), con excepción de la finca Organismo, que solamente efectúa Buenas Prácticas Agrícolas en seis de sus 20 hectáreas, mientras que las 14 restantes se arriendan a distintos usuarios que incluyen prácticas de revolución verde en sus cultivos. Las demás fincas utilizan semillas certificadas (es muy difícil conseguir semillas ecológicas

de hortalizas en la zona), preparan suelos de manera manual o utilizando motocultores, fabrican compost con residuos vegetales y animales producidos *in situ*, utilizan análisis de suelo, el abonamiento es orgánico y en ocasiones utilizan polvo de roca fosfórica, fabrican bio-preparados (purines, bioles, infusiones) y no aplican sustancias tóxicas de ninguna naturaleza.

De manera sorprendente, en cuatro de las fincas estudiadas con valores EAP altos, los agricultores, aunque están conscientes de la importancia de los factores ambientales y de la biodiversidad en sus fincas, desconocen el rol de los enlaces, setos y cercas vivas y en cambio en la finca Organismo, que tiene el menor valor EAP, su propietario y trabajadores conocen la importancia de la biodiversidad y además tiene capacidades y recursos para mejorarla.

En términos generales, los autores concluyen que los valores de EAP encontrados en las seis fincas ecológicas estudiadas (entre 47 y 81), revelan diferencias sustanciales de manejo de sus enlaces de vegetación. Casi todos estos agroecosistemas mayores están desconectados de la estructura ecológica principal del paisaje, que es probablemente el único factor que el agricultor no puede modificar a voluntad. Sin embargo, llama la atención que la mayor parte de las fincas (5 de 6) presenten EAP moderada a ligeramente desarrollada, precisamente porque de este tipo de fincas ecológicas se espera una serie de prácticas que inducen a pensar que el manejo de cercas, arvenses y otros componentes vegetales del agroecosistema mayor fuese realizado de manera tal que se expresara en mayores valores de este indicador.

Aplicaciones de la EAP

La EAP es un concepto que tiene límites en sí mismo. No pretende dar cuenta *per se* de las distintas clases, magnitudes ni relaciones funcionales o ecológicas de los agroecosistemas. Tampoco abarca la totalidad de las relaciones culturales. No se le puede pedir a este concepto que revele aspectos de seguridad alimentaria, institucionalidad, relaciones sociales, obstáculos a la financiación, orientación de los aparatos científicos o fallas de mercado. No. Es un concepto que

trata de reunir la agrobiodiversidad en una expresión numérica (por ahora una suma de factores sin ponderar, pero en el futuro algo posiblemente más complejo o más preciso) que ayude en la descripción de una cualidad o característica de los agroecosistemas. No tiene más pretensiones. Se ayuda de unos cuantos aspectos culturales explicativos (uso y conservación de suelos y arvenses, prácticas de manejo, conciencia, capacidad de acción) para afianzar la idea de la complejidad inherente al manejo de la biodiversidad, pero no los engloba todos (no podría hacerlo). Sin embargo puede aplicarse en cuestiones de taxonomía, planificación de fincas y territorios, valoración de efectos culturales, índices de sostenibilidad o de resiliencia. Al final, podría ser solamente un instrumento de diálogo.

El primer ejercicio de valoración de la EAP expuesto en las páginas anteriores, reveló que los índices seleccionados podrían ser aplicados en condiciones de fincas agroecológicas pequeñas y a la vez indicó la necesidad de estudiar su viabilidad a escalas y condiciones ambientales diferentes.

Para ello se realizaron nuevas aplicaciones en zonas cafeteras de Colombia (Anolaima, Quipile y Pulí en Cundinamarca), en agroecosistemas caracterizados por su alta biodiversidad.

En el primer caso, Córdoba y León (2013) estudiaron las posibilidades de resiliencia ecosistémica y cultural de seis fincas campesinas (tres ecológicas y tres convencionales) en Anolaima (Andes colombianos), para identificar las características biofísicas y culturales de los pobladores locales y sus sistemas agrarios, valorar sus prácticas agropecuarias dirigidas a resistir, contrarrestar y/o reponerse frente a la variabilidad climática (grado de resiliencia) e identificar los factores ambientales (culturales y ecosistémicos) que potencian, limitan o explican dicha resiliencia. Los autores calcularon la EAP de las fincas y realizaron un estudio etnográfico a profundidad con 6 familias, ampliado a 30 agricultores adicionales. Los resultados muestran que las fincas ecológicas presentaban mejores condiciones de EAP que las convencionales y que, en general, poseían mayores puntuaciones de resiliencia (entre 2.98 y 3.91 sobre un total máximo de 5.0) que sus homólogas convencionales, ninguna de las cuales alcanzaba el mínimo de 3.0 / 5.0. Todas

las fincas eran vulnerables en sus características geomorfológicas y de suelos (fincas en áreas montañosas con pendientes elevadas y suelos arcillosos, susceptibles a los movimientos en masa) y en cuestiones económicas e institucionales.

En términos de EAP los autores encontraron que podría ser conveniente reunir en un solo criterio de evaluación la extensión y la diversidad de los conectores externos. En el caso de las fincas cafeteras y para estudios comparativos de mayor detalle, es clave detallar esa misma biodiversidad, en términos, por ejemplo, de la cantidad de estratos que se presentan y de algunas características de los árboles, arbustos o hierbas que los componen (tipo, porte, edad, altura). En estudios más detallados sobre la EAP, se podrían obtener otros índices de diversidad (Simpson, Shannon, Margaleff), para diferenciar la abundancia, dominancia o equitatividad de especies o géneros vegetales. De igual manera, resulta conveniente utilizar índices de diversidad del paisaje que den cuenta de la cercanía de parches de vegetación y fuentes de agua, así como de su tamaño y morfología.

Los criterios de extensión y diversificación de corredores internos también podrían unirse en uno solo. En los agroecosistemas cafeteros colombianos por lo general no existen corredores, cercas vivas o setos discernibles como tal, sino que se encuentran agrupaciones o masas de árboles ocupando total o parcialmente la superficie de las fincas, que cumplen diversas funciones, entre ellas las de servir como sombrío. Justamente el manejo del sombrío es una práctica agronómica fundamental relacionada con diversos tipos y variedades de café.

En el orden cultural, queda por discutir la posibilidad de incluir en la EAP, el conocimiento y los usos que les dan los agricultores a determinadas familias botánicas de interés general (económico, medicinal u otro), sean ellas arvenses o cercas vivas internas / externas y la manera en que se evalúan los criterios de percepción y posibilidades de acción.

Por su parte, Cepeda *et al.*, (2013) realizaron un estudio en cafetales de Quipile y Pulí (Cundinamarca) donde valoraron la EAP en un

gradiente de intensificación agrícola que incluía cafetales y bosques, midiendo variables locales asociadas al manejo agrícola cafetero: riqueza, densidad y altura promedio de árboles, densidad y altura promedio del café, riqueza de arvenses, porcentaje de cobertura del dosel y distancia del agroecosistema mayor al bosque más cercano como factor del paisaje. También en entrevistas semi-estructuradas con los caficultores se evaluó el uso de agroquímicos, su frecuencia de aplicación y otras variables culturales de los sistemas.

En este trabajo se encontró una buena correspondencia entre los grupos de cafetales definidos desde la perspectiva de Moguel y Toledo (1999) con la clasificación lograda a través de las variables cuantificadas. No obstante, la cuantificación previa de algunos factores como la riqueza de árboles y arvenses, facilitó el proceso posterior que implicaba relacionar estos cambios de la EAP con la riqueza de abejas visitantes del café y su posible incidencia en la polinización. Los datos indicaron que la diversidad floral y de los espacios naturales cercanos al cultivo son variables determinantes en la riqueza de las abejas y soportan la idea de la EAP como indicador de manejo y resiliencia en agroecosistemas, ya que ayudaron a evidenciar que el mantenimiento de un arreglo productivo diversificado con conectividad interna brindada por la estructura de la vegetación y la conexión con hábitats naturales adyacentes, crean efectos sinérgicos que propician la riqueza de abejas dentro del cafetal y posiblemente potencian su conservación y función ecológica como polinizadores.

De igual manera, Pinzón (2014) utiliza el concepto de Estructura Agroecológica Principal de la Finca como una manera de entender los cambios que han generado en su entorno inmediato algunas comunidades intencionales de habitantes urbanos que migran a la sciudad (ecoaldeas). En su trabajo, la autora demuestra cómo, en menor o mayor medida, estas ecoaldeas sí mejoran sustancialmente la biodiversidad de las fincas ecológicas y discute las distintas formas de organización social que se encuentran en la base explicativa del fenómeno. Igualmente propone dos nuevos términos (conectividad cultural interna y conectividad cultural externa) para adicionar a la EAP.

Hacia una EAP Potencial

La EAP como concepto integrador de tipo ambiental, puede tener varias aplicaciones pertinentes. De hecho, nuestro grupo de investigación ya está realizando otros trabajos que vinculan la EAP con sanidad y producción vegetal en cítricos (Cleves, 2013), con percepciones de los agricultores ecológicos y habitantes de la nueva ruralidad (Martínez, 2014; Pinzón, 2014) y con variabilidad climática en fincas de pequeños agricultores (Pradilla, 2013; Fonseca, 2013), entre otros temas. Para mejorar su precisión, se están incorporando ponderaciones a los criterios utilizados.

Pero el concepto puede aplicar también a estudios de ordenamiento territorial conectados con otros conceptos como la Estructura Ecológica Principal del Paisaje (EEP) o a establecer relaciones con la biología de la conservación y la ecología del paisaje, el manejo integrado de los agroecosistemas, la salud de productores y consumidores, el uso y manejo de la agrobiodiversidad, la historia ambiental agraria o el diseño de agroecosistemas.

En este último campo la EAP podría ser utilizada como base para el cálculo, incluso cuantitativo, de la **Estructura Agroecológica Potencial de la Finca** (EAPp) a partir de la cual se podrían planear los diseños, requerimientos y necesidades para sembrar los tipos adecuados de vegetación en la periferia y al interior de las fincas, de acuerdo con las posibilidades y expectativas de los agricultores.

En este sentido, puede ser un instrumento adecuado para establecer las ventajas o desventajas de los procesos de restauración ecológica que impulsan los biólogos de la conservación, cuyas recomendaciones para mejorar la conectividad del paisaje se encuentran siempre ligadas a los sistemas de fincas y de allí que sea necesario indagar por las posibilidades, percepciones, dificultades o ventajas / desventajas que implica la siembra de árboles o la revegetalización natural en los predios de los agricultores, siempre en relación con sus propios sistemas productivos (Reyes, 2013).

La EAPp puede resultar un instrumento interesante de diálogo con distintas comunidades científicas y de agricultores, porque colocaría, en un índice sintético, una visión futura de manejo de las fincas, conenctando por igual las variables biofísicas (conectores y diversidad) con las culturales (manejo de suelos y de arvenses, percepciones y capacidades de acción).

La EAP es un concepto cuya aplicación también podría extenderse a una futura taxonomía de agroecosistemas, cuya clasificación ha sido principalmente cualitativa, porque permite tener una referencia general del estado de la finca (admitiendo, por supuesto, el carácter transitorio de la EAP) que se convierte en una cualidad natural de ellos que podría ser fácilmente comprendida por cualquier investigador, independiente del lugar en que realice su estudio. Además la EAP puede ayudar a clarificar la relación entre la estructura de los agroecosistemas y el mantenimiento de funciones ecológicas y servicios ecosistémicos del paisaje, tema tratado por múltiples investigadores (Altieri y Nicholls, 2004; Bengtsson *et al.*, 2005; Perfecto *et al.*, 2009; Thies y Tscharncke, 2009) y que en la actualidad es tema de una tesis de nivel doctoral en la Universidad Nacional de Colombia (Solarte, 2013).

CONSTRUYENDO LA TAXONOMÍA DE AGROECOSISTEMAS

Con la idea de la EAP mucho más clara y elaborada, se puede dirigir la atención ahora al problema de la taxonomía de los agroecosistemas mayores. Vale la pena aclarar que este documento no pretende proponer una taxonomía, labor muy exigente en tiempo, recursos y capacidades humanas, sino delinear los requisitos generales que llevarían, con el tiempo, a proponer una tal clasificación taxonómica. Baste recordar que la construcción de la taxonomía norteamericana de suelos duró algo más de 10 años y en ella participaron innumerables científicos de suelos que trabajaron al lado de decenas de filólogos en ese y en varios países alrededor del mundo, en un esfuerzo continuo de mejoramiento de las ideas y conceptos expresadas en por lo menos siete aproximaciones generales, que se discutían cada dos años.

Una cuestión relevante para definir cualquier sistema taxonómico es la de valorar correctamente las cualidades y características del objeto de estudio, en este caso, los agroecosistemas mayores. Varios autores se han ocupado de estudiarlas, aunque la literatura consultada no es clara en definir las, en términos de atributos y más bien se ha inclinado por estudiarlas en relación con el funcionamiento de los agroecosistemas.

Previo a introducirse en la cuestión netamente agroecológica, es necesario y conveniente aclarar qué se entiende, en este documento por cualidad y característica de los objetos o campos de estudio.

Siguiendo las definiciones emanadas de la F. A.O. (1985) sobre evaluación de tierras para agricultura de secano, una característica es un atributo de la tierra que puede ser medido o estimado mediante una asignación de valor a una variable determinada. Ejemplos de características son el ángulo de inclinación de la pendiente, la cantidad de precipitación pluvial, la proporción de tamaños de partícula en el suelo (textura), la capacidad de retención de agua, el tipo y grado de estructura edáfica, la biomasa de la vegetación o las unidades de mapeo de tierras según lo determinado por los estudios de recursos, que se describen normalmente en términos de características de la tierra.

Las cualidades son los rasgos que definen a los objetos (del latín *qualitas*, manera de ser de algo o alguien) y están relacionadas con sus propiedades físicas, químicas o biológicas. También puede referirse a una característica natural o innata del objeto de estudio.

En términos de la FAO (*op. cit.*), una cualidad de la tierra es un atributo complejo de la tierra que actúa de una manera distinta en su influencia sobre la idoneidad de la tierra para un tipo específico de uso. Calidad de la tierra puede ser expresada de una manera positiva o negativa. Ejemplos de ello son la disponibilidad de humedad, resistencia a la erosión, el peligro de inundaciones, el valor nutritivo de las pasturas, la accesibilidad. Cuando los datos están disponibles, las cualidades agregadas de la tierra también pueden emplear, por ejemplo, los rendimientos de los cultivos o los incrementos anuales promedio de las especies maderables.

Llevando estos conceptos a los agroecosistemas, se podría indicar que sus características, aunque ellas mismas sean de carácter complejo, se refieren a variables / parámetros como sus tipos de suelo, clima, EAP, sistema productivo o tipo de tenencia y sus cualidades emergentes se referirían a fenómenos como su resiliencia, estabilidad o productividad.

La primera cuestión que surge al respecto es ¿Además de la EAP, existen otras características naturales de los agroecosistemas mayores, que puedan utilizarse como elementos constitutivos y diferenciadores a la vez? ¿Cómo podrían estas características de los agroecosistemas mayores insertarse en un sistema taxonómico?

La respuesta a la primera pregunta es sí. Sí existen algunas características de los agroecosistemas mayores que son constitutivas de su naturaleza, tanto en el plano ecosistémico como cultural, algunas de los cuales se mencionan en los párrafos siguientes.

La respuesta a la segunda pregunta consiste en aceptar que algunas características de menor variabilidad pueden utilizarse en el mayor nivel de abstracción, a la manera en que lo hacen, por ejemplo, los horizontes diagnósticos para definir la categoría de Orden en el sistema taxonómico norteamericano de suelo y otras características, de mayor variabilidad, podrían utilizarse en categorías de mayor especificidad (como la textura, que en el sistema taxonómico de suelos se utiliza para clasificarlos en familias o series).

Características de los Agroecosistemas

Estas características pertenecen a la esencia misma de los agroecosistemas mayores y pueden ser constantes o variables en las esferas ecosistémicas, culturales, espaciales y temporales:

1. *Las condiciones climáticas.* Los agroecosistemas mayores sólo pueden estar en un determinado clima y ello es un atributo inmodificable de su misma naturaleza. Incluso en el caso en que, por su gran extensión (como sucede en muchos lugares de Colombia y de otros países latinoamericanos) las fincas

incluyan más de un clima, esta cualidad es consustancial al agroecosistema mayor y puede considerarse como un rasgo constante y de nivel mayor de abstracción, que puede utilizarse en su diferenciación en las categorías superiores de un sistema taxonómico. Por el contrario, los agroecosistemas menores no pertenecen necesariamente a un solo tipo de clima: algunos cultivos como el maíz, por ejemplo, se producen bien en diferentes pisos térmicos y con precipitaciones y humedades relativas variables.

2. *Las condiciones edáficas.* De igual manera, el suelo es un constituyente primario de los agroecosistemas mayores y menores, que persiste en el tiempo y el espacio y cuyas propiedades internas y externas determinan, en mucho, la utilización de las fincas. Sin embargo, es común encontrar distintos tipos y condiciones de suelo en una misma finca, situación que incide en la selección del suelo como un indicador de categoría alta en el sistema taxonómico.
3. *El relieve.* Características igualmente inmodificable o de muy difícil cambio, que define las posibilidades de incluir o no determinadas tecnologías, arreglos de cultivo u otras variables de manejo. Es una característica de categoría amplia.
4. *Las condiciones geográficas.* Relacionado con lo anterior, la posición de un agroecosistema en las unidades geográfica mayores del planeta (trópicos – zonas templadas) o en las regiones particulares de un país (Amazonia, Orinoquia, Andes como ejemplo para Colombia), determina en buena medida su estructura y funcionamiento.
5. *Régimen de tenencia de la tierra.* En todo momento los agroecosistemas mayores se encuentran en cualquier régimen de propiedad (comunal, individual, cooperativa) o de tenencia de la tierra (aparceros, concertados, arriendo) y ello ejerce una significativa influencia sobre la base de sustentación ecosistémica y las relaciones sociales de producción, tanto como en las posibilidades de producción económica.

6. El tipo de producción. De una u otra manera todos los agroecosistemas mayores se identifican con un tipo de agroecosistema menor dominante, bien sea relativo a determinados monocultivos, praderas o explotaciones monoforestales o a policultivos o sistemas agrosilvopastoriles integrados.
7. El sistema de manejo. De igual manera, todos los agroecosistemas, por definición, están manejados atendiendo a uno u otro sistema de manejo en el que resulta igualmente importante el acervo tecnológico y de conocimientos del productor, como la constelación de relaciones culturales que permiten y perpetúan ese sistema, entre ellos el apoyo científico, la educación y los procesos de generación y transferencia de conocimientos, los circuitos comerciales y la infraestructura física de servicios de apoyo. Los sistemas de manejo más conspicuos y que se pueden diferenciar de mejor manera, entre otras cosas porque poseen una regulación que los delimita, son los sistemas de manejo alternativo y convencional. En el primero se destacan las denominaciones de sistemas ecológicos, agroecológicos, biológicos, permacultura, orgánicos o naturales y el segundo es conocido generalmente como el sistema de manejo de revolución verde, que posee algunas derivaciones como agroecosistemas industriales, transgénicos, modernos o de altos insumos.
8. El tipo de productor. Cualquier agroecosistema tendrá siempre un “tipo de productor” que es quien dirige el conjunto de operaciones tecnológicas y recibe y genera los impactos sociales, económicos, políticos y ecosistémicos del entorno. El concepto engloba la complejidad de las relaciones humanas, puesto que designa la actuación de distintos actores: productores campesinos, productores agroindustriales, productores afrodescendientes, productores indígenas, mujeres cabeza de familia y ellos son los principales protagonistas y la razón fundamental de ser de los agroecosistemas. Por supuesto que su catalogación siempre será compleja y amplia y lo que se retiene acá es solamente la etiqueta de la principal y más compleja variable agroecosistémica.

9. La Estructura Agroecológica Principal. Aunque de naturaleza cambiante, en todo momento y en todo lugar los agroecosistemas mayores tendrán una EAP determinada, que puede ser de naturaleza transitoria o permanente, pero que es característica de ella misma y de un grupo de agroecosistemas y que define muchas de sus relaciones ecosistémicas internas.
10. El tamaño. La extensión de las fincas es una característica externa, con un determinado grado de variabilidad, que influye sustancialmente en todos sus aspectos. Sin embargo, su significado es sumamente variable.

Una hectárea de tierra puede significar un microfundio con muchas dificultades de manejo y producción si se ubica, por ejemplo, en laderas fuertemente quebradas, dominadas por suelos entisoles y con poca conexión de infraestructura física, pero puede significar, al mismo tiempo, una posesión de alto nivel económico si se ubica en una zona plana, de suelos molisoles, cercana a una gran ciudad y altamente conectada.

Para paliar estos inconvenientes, en general los sistemas de clasificación social y económica apelan a la UAF, que es la cantidad mínima de área que debe poseer una finca para garantizar la permanencia y la subsistencia de una familia campesina, a través de una determinada cantidad de ingresos mensuales.

El tamaño del agroecosistema mayor influye no sólo en las relaciones de las especies animales y vegetales que lo componen y en las posibilidades de manejo dadas por la extensión y calidad de sus suelos o el arreglo de sus cultivos, sino que afecta todas las decisiones económicas de utilización de insumos, transporte, mecanización, sanidad vegetal, cosecha, poscosecha, calidad y atención a las demandas de los consumidores. También incide en el tipo de relaciones de trabajo, educación, ingresos, acceso a mercado y posibilidades de relacionamiento político e institucional. No obstante lo anterior y atendiendo a las escalas relativas que se establecen a niveles

regionales y nacionales, es conveniente utilizar y acotar este criterio en las clasificaciones taxonómicas, por sus innegables influencias en los aspectos citados.

Algunas Cualidades de los Agroecosistemas

Las características anteriores de los agroecosistemas pueden converger para generar cualidades emergentes, propiedades inherentes a esta confluencia de variables y que tipifican su comportamiento. Tres de estas cualidades emergentes que interesa destacar acá (entre otras) son la productividad, la resiliencia y la estabilidad.

La productividad

Es, indudablemente, la cualidad más estudiada de todas aquellas de los agroecosistemas y se refiere a su capacidad para generar excedentes de biomasa por unidad de área. El concepto se relaciona con el de eficiencia en la utilización de insumos y en muchas ocasiones se reduce al componente de rendimientos por hectárea de cualquier tipo de producto especializado que se obtiene de las cosechas o del aprovechamiento animal.

Esta cualidad depende del conjunto de variables que soportan al agroecosistema y sus incrementos dependen tanto de la selección de sitios (planificación de labores de la finca y distribución espacial), como de la preparación de suelos, adquisición y conservación de semillas, manejos agronómicos y ganaderos, recursos de conocimiento y capital, tecnologías aplicadas, comercialización, políticas y demandas de mercado, entre muchas otras variables ambientales.

La Resiliencia

Esta cualidad, analizada con mayor detalle en el capítulo siguiente, se relaciona con la capacidad de absorber o de resistir perturbaciones externas, sean ellas de origen ecosistémico o cultural y de tornar a las condiciones pre-existentes (si ello es teóricamente posible).

Aunque cada vez es más difícil delimitar las fronteras entre fenómenos netamente ecosistémicos o netamente culturales, las perturbaciones del mundo “natural”, se refieren a variaciones climáticas lentas o súbitas (heladas, tormentas, huracanes, oleadas de calor y frío, sequías), introducción intencional o no de especies foráneas o disturbios en los equilibrios de las cadenas tróficas. En el ámbito cultural aparecen diversos factores institucionales, sociales, económicos y políticos que generan tensiones y afectan las posibilidades de permanencia e incluso la viabilidad de los agroecosistemas.

La Estabilidad

Muy relacionada con la cualidad anterior y también sujeto de mayor análisis en el capítulo siguiente, la estabilidad de los agroecosistemas refleja su capacidad de permanecer alrededor de determinados umbrales de equilibrio, sin presentar variaciones fuertes o, por lo menos, súbitas y de grado amplio.

Una finca o agroecosistema mayor estable es, por ejemplo, aquella que posee un régimen de propiedad igual desde varias generaciones o que se dedica a determinados cultivos o actividades en espacios amplios de tiempo. Tal estabilidad, por supuesto, es diferente a la que se considera desde el punto de vista de la ecología, que se extiende a consideraciones de orden energético o de relaciones intra e interespecíficas. Un agroecosistema mayor será más estable, en la medida en que incluya más agroecosistemas menores de tipo permanente. De esta manera, fincas dedicadas, por ejemplo, a las explotaciones comerciales de pinos o eucaliptos o de palma aceitera, serán más estables en el tiempo que aquellas dedicadas a cultivos transitorios.

La estabilidad, de esta manera, se relaciona con la menor variabilidad posible, tanto en el plano biofísico o ecosistémico como en el cultural, sabiendo de antemano que la estabilidad total es imposible, dadas las características ambientales que se discutieron anteriormente y que implican que la variabilidad sea un rasgo inherente, esencial y fundamental de los agroecosistemas.

De esta manera, reuniendo tales argumentos, podría entenderse la estabilidad general de un agroecosistema, como la persistencia, en el tiempo y el espacio, de sus características ecosistémicas (conservación de la EAP, de suelos y aguas) y culturales (tradición y antigüedad de la propiedad, historia de uso, percepción e interés de la actual generación de propietarios, planes estatales de uso de la tierra).

Así, podría hablarse de agroecosistemas muy estables, como aquellos que conservan por largos períodos de tiempo (más de una generación) los derechos de propiedad a través, por ejemplo, de organizaciones comunitarias, reservas indígenas o territorios protegidos por la ley como en el caso de los Consejos Comunitarios de las comunidades afrocolombianas en el Pacífico y que, además, se esfuercen por mantener usos de la tierra compatibles con sus entornos ecosistémicos.

En el otro extremo de esta clasificación, estarían aquellos agroecosistemas muy inestables, ubicados en zonas de conflicto, en donde la población haya sido sometida a violencia continua o desplazada forzosamente y/o que, no incluyan elementos de manejo de la biodiversidad (agroecosistemas en una matriz homogénea, dominada por monocultivos).

El Plan de Construcción de una Taxonomía

Con estos elementos generales (y, por supuesto, profundizando en sus detalles y anexando otras cualidades no enunciadas en estas páginas), podría comenzar a construirse una taxonomía de agroecosistemas.

El proceso podría contemplar, inicialmente la reunión de un grupo de expertos, convocados por una organización autoritativa, por ejemplo, la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA), a fin de formular la metodología general de construcción de ese sistema taxonómico. Una vez integrado el grupo y con la financiación pertinente, se pueden considerar los siguientes aspectos:

1. Definir las cualidades claves que designen clases taxonómicas.
2. Definir la jerarquía de tales clases taxonómicas.

3. Proponer y desarrollar el sistema jerárquico de clases.
4. Divulgar el sistema y recibir retroalimentación de colegas.
5. Reestructurar el sistema y lograr el consenso de la comunidad científica.
6. Validar el sistema.
7. Difundir el sistema de clasificación taxonómica.

Por supuesto que, como ya se advirtió en páginas precedentes, este documento no pretende, ni mucho menos, formular una tal clasificación. Tan solo ha esbozado la necesidad de tener un sistema “natural” de clasificación taxonómica de agroecosistemas que unifique el lenguaje de los agroécólogos y permita el intercambio de experiencias, desarrollos tecnológicos, resultados de investigación en distintos campos ambientales y aplicaciones en distintos niveles.

Al final, un sistema de esta naturaleza podría concebirse como algo parecido al sistema de clasificación taxonómica de suelos, en categorías y nombres nemotécnicos que describan en sí mismos las cualidades permanentes o variables de los agroecosistemas.

V. DOS CUALIDADES CLAVES DE LOS AGROECOSISTEMAS: RESILIENCIA Y ESTABILIDAD

Como se acaba de presentar en el capítulo precedente, los agroecosistemas pueden tener varios tipos de cualidades, más o menos variables (al parecer, en los agroecosistemas no hay cualidades o características completamente constantes), entre las cuales se mencionaron la resiliencia y la estabilidad. Dada la importancia que ellas tienen, no solo por su papel en una posible taxonomía y en el manejo mismo de los agroecosistemas, sino porque se relacionan con factores que provienen principalmente del mundo cultural, las páginas siguientes incluyen un acercamiento con mayor detalle a estas dos cualidades agroecosistémicas:

LA RESILIENCIA

Es la capacidad del agroecosistema para resistir y recuperarse luego de una perturbación o para retornar a las condiciones previas a esa perturbación. También se define como los procesos a través de los cuales los agroecosistemas persisten frente a perturbaciones y cambios.

En teoría se puede afirmar que la máxima resiliencia posible de un agroecosistema es tornar al ecosistema original, dado que los agroecosistemas ya son, por sí mismos, perturbaciones de las condiciones ecosistémicas de partida. Los agroecosistemas, sin la acción permanente de los seres humanos, tenderían, en efecto, al equilibrio ecosistémico, luego de varias etapas sucesionales.

No obstante, la intervención tecnológica de los grupos humanos, mediada por la cultura y expresada bien sea en el arreglo espacial y temporal de cultivos, en el uso de determinados insumos, en la aplicación de plaguicidas o en la utilización de tractores, implementos, herramientas y equipos, representa las posibilidades de un agroecosistema

a volverse más o menos resiliente. En ese sentido es en el que se afirma que la resiliencia también es cultural.

En función de otros factores como los sistemas de manejo, su posición geográfica, los tipos de producción o su estructura agroecológica principal (EAP), los agroecosistemas serán más o menos resilientes ante determinados factores o fuerzas perturbadoras externas, que en el campo biofísico pueden ser cambios inesperados en los caudales de ríos y quebradas, sequías prolongadas, inundaciones fuertes o heladas repentinas pero que además, en el plano cultural, pueden ser de otro tipo (decisiones de política, normativas nuevas, planes de ordenamiento, especulaciones financieras).

No se trata, en todo caso, de la misma resiliencia que caracteriza a los ecosistemas poco intervenidos terrestres o acuáticos y que es estudiada por los especialistas en términos, justamente, de recuperación ecosistémica, puesto que la resiliencia de los agroecosistemas está mediada por distintos e importantes factores culturales como la educación, el poder económico y político o el acceso a determinadas tecnologías. ¿Qué significa el recuperarse, por ejemplo, de afectaciones en los agroecosistemas producidos por cambios en las tasas de interés o luego de una determinada decisión de política comercial?

En otros términos, es posible sugerir que el agroecosistema, en su concepción meramente biofísica o ecosistémica no es el objeto que se vuelve o no resiliente. El que hace que la finca o los sistemas de cultivo tornen a sus condiciones iniciales, luego de un factor tensionante o de un evento extremo, es el productor agrario, el individuo o la comunidad de propietarios, a través, por ejemplo, de haber establecido barreras vivas, de instaurar policultivos en lugar de monocultivos, de no usar plaguicidas que afectan las cadenas de seres útiles, de cubrir permanentemente el suelo, de atrasar o adelantar los calendarios de siembra...en fin. Quizás fuese mejor hablar de la resiliencia de los agricultores que de los agroecosistemas, puesto que de ellos depende, en sumo grado, la recuperación biofísica de los agroecosistemas.

Por ejemplo, es posible que una finca ecológica (agroecosistema mayor ecológico) resista mejor un fenómeno de intensas lluvias que

uno convencional, porque su propietario, a la vez que desarrolla policultivos y posee una muy fuerte EAP, tiene una familia que le ayuda en todas las labores del campo, posee plantas útiles medicinales y comestibles (soberanía alimentaria) y además hace parte de una red de agricultores que trabaja con una ONG que le ha suministrado información y apoyo entenas agroecológicos y de prevención de desastres. A su vez, en este caso hipotético, la finca convencional vecina no es manejada por su dueño, sino que ha sido alquilada a un negociante, que ha instalado monocultivos transitorios, no vive en la finca y no hace parte de ninguna red cooperativa o de solidaridad. El peso cultural del uno lo hace más resiliente que el otro.

En los párrafos siguientes se examinan, varios ejemplos de resiliencia de los agroecosistemas mediadas por variables culturales, unas referentes a perturbaciones de orden económico y otras de orden climático.

Resiliencia a Perturbaciones Socioeconómicas: Cebada y Café en Colombia

Muchos agroecosistemas menores han desaparecido prácticamente después de decisiones empresariales ligadas al comercio internacional. El ejemplo más claro de esta situación en Colombia fue la cuasi desaparición de los cultivos de cebada en los altiplanos andinos como consecuencia de la decisión de la mayor empresa cervecera del país de importar sus materias primas, durante los años ochentas del siglo pasado.

La cebada se cultivaba especialmente en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Nariño y alcanzó, para el año 1996, 18.714 hectáreas, con producciones que alcanzaban 39.647 toneladas (figura 14), compradas principalmente por Bavaria, en ese entonces la mayor compañía productora de cerveza en el país y una de las más importantes en Latinoamérica.

Para el año 2000 la empresa era propiedad de la familia Santo Domingo, que controlaba un *holding* de varias compañías manejadas por Valores Bavaria S.A., y Bavaria S.A. En la primera participaban empresas como Santo Domingo y Cía. S. en C., Unión de Valores,

Petroquímica del Atlántico, Pontus Corporation, FiduValle- Caribú y otras firmas de fideicomiso y controlaba alrededor de cincuenta empresas dispersas en varias actividades económicas, entre las que se contaban, telecomunicaciones (Americatel Colombia, Wasse Hoding Corporation, Latin Net, Orbitel, Celumovil); medios de comunicación (Caracol T.V. Caracol Radio, Inversiones Cromos, Ediciones Veja); servicios (Avianca, SAM, Helicol, Coviajes, Aires); industrial - alimentos (Vikingos de Colombia, Finca, Grandes Superficies de Colombia, Sofasa, Productora y Comercializadora de Alimentos) y sector financiero (varias compañías aseguradoras e inversoras). Poseía, además, un portafolio de inversiones distribuido en empresas de empleo temporal, comercio, seguros y reforestación en Colombia, Ecuador e Indonesia (Parra, 2001).

El autor describe en extenso las relaciones familiares del grupo económico Santo Domingo, sus entronques políticos incluso a nivel de la presidencia de la república (que les significaron amnistías tributarias en las que ganaron no menos de \$32 millones de dólares) y las diferentes formas de recaudar cuantiosos impuestos indirectos para su beneficio, que le generaba una enorme y continua liquidez. En 1999 los activos de la sociedad Valores Bavaria S.A. se valoraron en US\$ 2.601.8 millones y el patrimonio en US\$ 762.1 millones de dólares (Parra, *op. cit.*).

Bavaria S.A., por su parte, perteneciente también al Grupo Económico Santo Domingo, es una matriz que agrupa por lo menos dos decenas de empresas con intereses en la industria cervecera y de bebidas refrescantes de Panamá, Venezuela, Perú, Ecuador, y Colombia. En estos dos últimos países dominaba en el año 2000 prácticamente el 90% del mercado de las cervezas, en un proceso vertical que le asegura la totalidad de los insumos de la industria (maltas, arroz, envases, tapas, etiquetas).

Es precisamente en esta integración vertical de la producción cervecera en donde se originan los procesos que rompen la resiliencia cultural de los agroecosistemas menores de cebada, que los llevan a su virtual desaparición en Colombia.

En efecto, a partir del año 1997 la compañía recibió aprobación, por parte del Instituto Colombiano de Comercio Exterior, para aplicar el sistema especial de importación – exportación conocido como el Plan Vallejo y utilizar un cupo por US\$ 4.250.000 dólares para importar cebada con cero arancel, que destinaría a fabricar malta de exportación. Durante ese año se importaron 181.000 toneladas de cebada cervecera, provenientes de Europa, Australia y Nueva Zelanda y al año siguiente 130.000 de origen europeo y australiano. Las compras de cebada nacional pasaron de 10.500 a 5.750 toneladas (una reducción del 45% en un año) (Parra, *op. cit.*).

La decisión de Bavaria de importar el cereal se basó en sus proyecciones económicas en las que resultaba más barato la importación que comprar la producción nacional y en algunas discutibles razones de calidad de la cebada nacional. Los efectos de esta decisión fueron catastróficos para los productores locales: en 1997 el área sembrada descendió hasta 9.580 hectáreas (de 18.714 en 1996) y la producción se redujo casi la mitad de lo que era en 1996 (pasó de 39.647 a 19.000 toneladas), de las cuales no se ha podido recuperar (Figura 14).

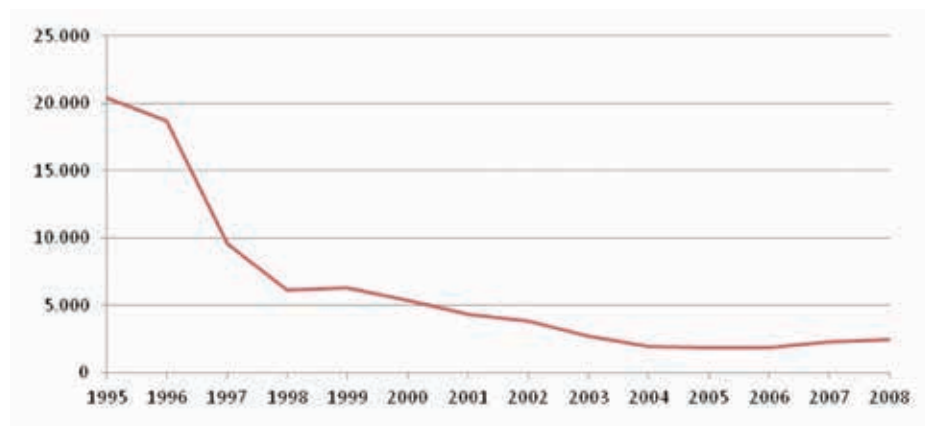


Figura 14. Hectáreas sembradas de cebada en Colombia (1995 – 2008).
Fuente: Evaluaciones Agropecuarias Municipales. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - Secretarías de Agricultura Departamentales - UMATA. Años 2006, 2007 y 2008 Convenio MADR - CCI. Disponible en: www.dnp.gov.co/portalweb. Consultado 25 de julio de 2011.

Al mismo ritmo que decrecían las áreas sembradas en el país, aumentaban las importaciones que pasaron de 206.343 toneladas en 2009 a 243.316 toneladas en 2010 provenientes principalmente de Argentina, Canadá y Francia (Fenalce, 2010), un cambio drástico provocado no por heladas, ataques de insectos o aparición enfermedades incontrolables, sino por una decisión empresarial monopólica. En estas condiciones, la resiliencia de los agroecosistemas menores fue muy baja, por cuanto no tenían mecanismos (políticas públicas y mercados alternos) para recuperarse.

Pero el mecanismo que impactó tan severamente la producción de cebada en los años 90's, ahora vuelve a dar marcha atrás. La capacidad resiliente de los agroecosistemas mayores de cebada no se da por su alta calidad de suelos o por el manejo de su biodiversidad, sino por una decisión estratégica de una empresa monopólica. En efecto, Bavaria ha cambiado de propietario desde el grupo criollo Santo Domingo al grupo anglosurafricano SABMiller y su presidente, Karl Lippert, ha anunciado, en un reportaje reciente concedido a la revista Portafolio.co (junio 28 de 2011), que la empresa se propone vincular un grupo inicial de 26 agricultores en el Altiplano Cundiboyacense para sembrar 2.100 hectáreas de cebada, en una fase de arranque para alcanzar las 20.000 hectáreas rápidamente.

Ello porque aunque "...años atrás el precio de la cebada importada era más favorable en los mercados internacionales, recientemente los precios de la cebada y de algunas materias primas como el lúpulo crecieron exponencialmente, este último casi en un 400%... la empresa hizo un estudio con 200 variedades de cebada, de las que salieron variedades altamente positivas y de mejor calidad que alguna cebada importada....estas cebadas se dan perfectamente en nuestras tierras y no implicarían cambios en nuestra cerveza. Ésta seguiría siendo de la mejor calidad. De los terrenos sembrados hasta ahora el 85% se efectúa con la variedad canadiense Metcalfe, el 10% con la variedad argentina Scarlett y el 5% con materiales promisorios. En esta fase se incluyen además insumos de origen europeo suministrados por la firma Syngenta, una de las grandes productoras

de semilla y agroquímicos del mundo y otros procedentes de Estados Unidos, SABMiller Sudáfrica y Chile...”²⁴

Caso contrario en la recuperación resiliente pero similar en sus causas, ocurrió con los agroecosistemas mayores de café, producto bandera de muchos países latinoamericanos, en especial de Colombia. La política de acuerdos internacionales instaurada desde 1962 permitió el crecimiento continuo de la producción, de las áreas sembradas y de los ingresos de los caficultores. Entre ese año y 1989, período en el que funcionaron parcial o totalmente las cláusulas del Acuerdo Cafetero Internacional, la exportación colombiana a todo destino creció de 6.0 a 10.0 millones de sacos y su valor se incrementó cerca de cinco veces, desde un promedio de US\$ 343 a US\$ 1.515 millones anuales (Cárdenas, 1991).

El sistema de cuotas se rompió en 1989, como consecuencia de varias razones, expuestas por Ocampo y Córdoba (1990): 1. La inflexibilidad del sistema de cuotas para adaptarse a los cambios en la composición de la producción exportable mundial (desequilibrios entre la capacidad de exportación de los países y las cuotas asignadas, como consecuencia de distintas capacidades negociadoras) 2. El surgimiento de un mercado dual, en el que las ventas a países consumidores no miembros del Acuerdo, se realizaban con descuentos de hasta el 50% en relación con los precios vigentes en el mercado de los países miembros (indisciplina colectiva) y 3. La ausencia de una política adecuada de retención por parte de algunos productores o de la mayoría de ellos. Otros autores, citados también por Ocampo y Córdoba (*op. cit.*), indican que en la crisis del pacto cafetero incidían también sus imperfecciones como instrumento de ayuda económica de los países desarrollados a los países en vía de desarrollo que no se relacionaba en forma directa ni con las necesidades de los beneficiarios ni con las preferencias de los donantes.

Los efectos de la ruptura del pacto cafetero internacional fueron inmediatos y han sido analizados intensamente desde el punto de

²⁴ Fragmento de la entrevista concedida el 28 de junio de 2001 por Fernando Jaramillo, Vicepresidente de Asuntos Corporativos de Bavaria S.A a la revista Alimentos.

vista económico: el precio de los cafés colombianos se redujo en un 34% en un período de un año desde US\$ 1.41 hasta US\$ 0,92 la libra y para compensar estas pérdidas, el país aumentó sus exportaciones en un 36% en un período relativamente corto, de 20 meses. Aún así, los ingresos del país se redujeron en un 9% en ese mismo período (Cárdenas, *op. cit.*).

Desde el punto de vista de otras variables ambientales, diferentes a las económicas, esta ruptura generó efectos colaterales muy relevantes a la hora de las evaluaciones ambientales: en primer lugar, el área sembrada en café, que bordeaba el millón de hectáreas antes de 1998, se redujo para estabilizarse actualmente alrededor de 800.000 has, situación que refleja baja resiliencia de varios de estos agroecosistemas mayores, que salieron del negocio cafetero y que debieron reacomodarse a otros usos diferentes de la tierra.

Parte importante de esta reacomodación se produjo hacia sistemas ganaderos que, en las condiciones de alta pendiente y fragilidad de los suelos derivados de cenizas volcánicas que caracterizan a la zona cafetera colombiana, generó severos problemas de erosión y de movimientos en masa. Palacios (*com.per.*)²⁵ afirma que, en condiciones de las fincas experimentales de Cenicafe los sistemas de mayor productividad de café sin sombrero, podían perder hasta 26 cm del horizonte A en áreas de pendientes pronunciadas y en lapsos relativamente cortos, de menos de 5 años.

Resiliencia Cultural a las Variaciones Climáticas: Erosión, Inundaciones y Huracanes

El cambio climático o la variabilidad climática, como algunos llaman a los fenómenos relacionados con las distintas expresiones del clima, ha sido sujeto de estudio desde hace varias décadas que se remontan, incluso, hasta finales del siglo XIX, cuando se inició la toma de datos periódicos y consecutivos referentes a la temperatura del aire y a las concentraciones de moléculas de CO₂.

²⁵ Alejandro Palacios Fernández, agrólogo, M.Sc. Consultor privado

El tema, presente ya en las discusiones sobre ambiente y desarrollo de finales del siglo XX, parecía, no obstante, un campo de estudio reducido a los círculos de la ciencia, con poco calado en la opinión pública. La humanidad tuvo que esperar a observar los efectos desastrosos del huracán Katrina en el año 2005 que golpeó la costa sur de los Estados Unidos en el Golfo de México y que dejó pérdidas estimadas entre 75.000 y 81.000 millones de dólares (1836 personas muertas y 1,1 millones desplazadas²⁶) para colocar su atención en un fenómeno ampliamente debatido entre meteorólogos, geógrafos, climatólogos y ambientalistas. El punto culminante de este proceso fue, sin duda alguna, la difusión mundial del documental “Una verdad incómoda” que realizó sobre el particular el ex vicepresidente de los Estados Unidos, Al Gore y que tuvo acogida inmediata entre los círculos políticos y económicos del mundo entero.

Con un acento particularmente sesgado sobre el calentamiento de la atmósfera a partir de los gases de efecto invernadero y del adelgazamiento de la capa de ozono, el cambio climático envuelve, no obstante, otros procesos de menor audiencia internacional, más silenciosos, más lentos, pero no por ello menos importantes. Uno de ellos es el fenómeno de la erosión de suelos ligado profundamente tanto a las condiciones locales del clima, como a las actuaciones culturales de los grupos humanos que dependen del edafón para su subsistencia y desarrollo. No es un secreto que existen relaciones directas, de tipo determinista, entre el deterioro de suelos (lento en términos de erosión y rápido en términos de movimientos en masa) y la aparición de procesos súbitos o crónicos de inundaciones. Sus explicaciones y consecuencias en el ámbito cultural, se tratan a continuación, amparados en el marco del análisis ambiental y como un ejemplo de las múltiples complejidades que aborda el discurso agroecológico, no solo en relación con la resiliencia física de los agroecosistemas sino con las variables culturales que la determinan.

Como se ha insistido a lo largo de este documento, el pensamiento ambiental señala, que dentro de las relaciones culturales con los ecosistemas, los seres humanos han tenido éxito y también fracasos que

²⁶ <http://www.portalplanetasedna.com.ar/katrina.htm> Consultada en Julio 15 de 2011

han permitido o no la supervivencia de colectividades y pueblos enteros. El excelente libro “Colapso” de Jarred Diamond, relata de manera contundente y muy documentada, los procesos por los cuales muchas culturas contemporáneas y antiguas, sucumbieron o se transformaron drásticamente porque, entre otras cosas, no pudieron predecir ni adaptarse a la variabilidad climática, es decir, fracasaron culturalmente ante unas circunstancias extremas del clima.

El asunto no es de poca monta. Culturas antiguas como los indios Anazasi del sur de los Estados Unidos, que no tenían instrumentos para estimar y anteponerse a las disminuciones de las lluvias y al alargamiento de las temporadas secas, permitieron el florecimiento de su población que vivía en equilibrio con la oferta de recursos y con las posibilidades, siempre precarias e inestables, de hacer agricultura en el límite débil de los climas desprovistos de temporadas de lluvias constantes y abundantes. Una sequía que durara uno o varios años podría perfectamente hacer tambalear y acaso destruir toda la estructura material de estos pueblos, construida con esfuerzos de varias generaciones, como en efecto ocurrió (Diamond, 2006), dando pie a lo que el profesor Augusto Angel Maya denominó la fragilidad ambiental de la cultura.

Esta fragilidad cultural, que en ocasiones ha llevado a la desaparición misma de distintas culturas a lo largo de la historia, tiene anclas en las estructuras simbólicas y organizativas de las sociedades, pero también y al mismo tiempo, en las plataformas tecnológicas, en los instrumentos utilizados y en sus lógicas de fabricación, utilización y desecho.

La tecnología está en el centro de los discursos ambientales. Constituye una especie de “brazo armado de la cultura” y es entendida, desde el punto de vista ambiental complejo, como la expresión material de los grupos humanos a partir de la cual se transforman los ecosistemas, en sentidos positivos y negativos. La tecnología está inmersa en los circuitos culturales y por ello no puede declararse neutra, ni en sus orígenes ni en sus efectos. Está rodeada de intereses políticos, económicos y militares y genera redes de distintos niveles y jerarquías en el orden social, que se entremezclan para adoptarla, cambiarla,

sufrirla, modificarla, asumirla, venderla o comprarla, pero que viven a expensas de sus flujos y de sus interacciones.

Diversas preguntas flotan entonces, alrededor de las tecnologías en general: ¿Cómo se originan? ¿Quién y en qué contextos? ¿Qué efectos produce en el ámbito ecosistémico? ¿Cómo transforma el orden político, social o económico? ¿Qué consecuencias futuras traerá en los órdenes mencionados? ¿En dónde, quiénes y bajo qué premisas la adoptan? ¿Qué tan apropiada resulta para determinadas condiciones culturales y ecosistémicas? ¿Cómo se estudian los escenarios prospectivos del desarrollo tecnológico? ¿Qué compromisos y responsabilidades éticas se derivan de su uso? ¿Qué normas le acompañan? En unas pocas palabras... ¿Cómo se transforman las sociedades humanas al influjo de las tecnologías?

Cuando estas preguntas se trasladan al plano agrario, toma mucho significado el análisis complejo de las distintas tecnologías que se emplean en las sociedades modernas para aumentar la productividad de la tierra. Iniciando solamente por esta simple cuestión sobre si las tecnologías agrarias solamente deben crearse para aumentar la productividad y la competitividad del sector o si existen otras cualidades o funciones que deban incluirse para ampliar y diversificar tales objetivos, el debate se amplía de manera significativa.

En efecto. A la luz solamente de los cambios climáticos (puesto que la sociedad todavía no toma en consideración los cambios culturales que generan los sistemas agrarios), la pregunta anterior se responde con un contundente No! Las tecnologías agrarias no deben supeditarse solamente a los paradigmas de la competitividad o la productividad, sino que deben incluir otras múltiples funciones de los agroecosistemas que benefician a las sociedades rurales y urbanas nacionales.

Lo anterior, porque la sociedad moderna entronizó tales ideas, derivadas de la percepción general del progreso, en una sola cápsula, entregada sin dolor por el presidente Truman, en su “discurso del estado de la nación” ante el congreso de los Estados Unidos en 1948: la idea del desarrollo, como carrera hacia adelante, como proceso acumulativo, como meta única de los seres humanos. La contraparte de

este paradigma, el “desarrollo sostenible”, canonizado por el informe Brundlant de 1986, no modificó el dogma central del desarrollo capitalista, pero lo tiñó con ideales verdes, que lo hicieron aceptable tanto para los optimistas tecnológicos como para los críticos que deseaban una propuesta diferente. En el fondo, la idea del desarrollo sostenible tampoco se quita de encima el peso ideológico de la ganancia como motor primordial y objetivo primero de la sociedad.

De allí que no sea solamente el “desarrollo” y su *alter ego* universal “el desarrollo económico”, el único o el último objetivo del acto agrario. Muchos autores cuestionan profundamente esta estrecha idea de vincular el desarrollo solamente a sus connotaciones de acumulación de capital y de ganancias económicas y prefieren hablar mejor del concepto de la “*sostenibilidad ambiental de la sociedad*”, como una forma de incluir aquellos otros referentes de valor que le dan sentido a la acción agraria en su conjunto (León, 2008).

Este concepto de la sostenibilidad ambiental de la sociedad, plantea nuevos propósitos del devenir humano, no ya regidos solamente por el trono de la acumulación de riquezas, sino por la asamblea de otras preocupaciones diferentes y de mayor valor social. Propósitos altruistas como la equidad en el acceso y distribución de insumos y excedentes, la calidad de los productos para garantizar la salud de toda la población, la educación como factor esencial del bienestar, la conservación de bienes naturales como la base *sine quantum* de la prosperidad general o la solidaridad para con las generaciones futuras, entran, de esta manera, al conjunto de objetivos de la sociedad. Por lo tanto, este concepto amplio le abre la puerta a otras discusiones, entre ellas a los efectos culturales de las tecnologías agrarias.

Y de allí a discutir los modelos agrarios, solo hay un paso, puesto que, más allá de las clasificaciones generalistas de los modelos de agricultura que realizan los economistas (y que hablan de modelos de apertura, neoliberal o de sustitución de importaciones), la literatura mundial está de acuerdo en señalar que existe un modelo de agricultura de orden tecnológico, dominado por la visión utilitarista y pragmática de acumulación capitalista, que se basó en la tríada química-híbridos-mecanización y cuyo único arreglo viable de cultivo

es, justamente, el monocultivo, con pretensiones últimas de reducirlo aún más a monocultivos transgénicos. El modelo, denominado genéricamente de “Revolución Verde” (RV), se implantó masivamente en el mundo, gracias a estrategias combinadas de investigación y transferencia de tecnología, éxitos en la producción, monopolios de procesos, divulgación publicitaria, políticas públicas favorables, fusión de multinacionales y masificación del consumo.

Este modelo, sin embargo, no cuenta ni internaliza las externalidades que genera. Tampoco se preocupa por sus efectos en los ecosistemas o en sus compartimientos, no le interesa la salud de los consumidores ni la preservación de la vida ni tampoco advierte la polarización de las sociedades ni los desequilibrios sociales y económicos que deja a su paso. El modelo y sus promotores solamente se interrogan parcialmente cuando la naturaleza misma le impone límites (lo que el profesor Angel denominó “la Némesis de la naturaleza”) o cuando algunas naciones consideran que sus efectos rebasan, tanto las normas de la decencia, como los límites permisibles de emisión de partículas o de sustancias químicas venenosas.

Y es en este punto en donde se encuentra el modelo RV con sus efectos ambientales, en un círculo del cual difícilmente podrá escapar.

En efecto, entre mayor sea la persistencia de monocultivos, monovariiedades o monoeventos transgénicos con los cuales se aspire a reacomodar los balances de poder mundial sobre la producción agraria, mayores serán los obstáculos que deba enfrentar el modelo RV y no solamente en el plano ecosistémico. Las resistencias culturales son cada día más amplias y de mayor peso político. La sociedad comprende cada vez con mayor claridad y en círculos cada vez mayores, que los efectos ambientales, incluido el cambio climático, son producto de los circuitos culturales de intereses económicos y de acceso al poder, de las ideologías absolutistas y de los mecanismos tecnocientíficos imbricados en el entramado comercial, entre otros factores, que caracterizan este modelo RV y sus expresiones contemporáneas de tipo transgénico.

Culturas adaptadas a las inundaciones

No obstante, la historia, al igual que designa los fracasos culturales que originaron la desaparición de pueblos enteros, también señala la manera en que muchas culturas antiguas y contemporáneas manejan y manejan sus agroecosistemas, de tal manera que se sobrepusieron a las adversidades climáticas. Ejemplo de los antiguas culturas con procesos adaptativos exitosos frente a las variaciones climáticas y a las inundaciones fueron los Zenúes y de las actuales, los afrodescendientes colombianos del Pacífico.

El caso de la cultura Zenú y el manejo de las inundaciones está bien documentado (Drexler, 2002; Jaramillo y Turbay, 2000; Ministerio de Cultura, 2010; Plazas y Falchetti, 1986; Serpa, 2000): en la costa noroccidental de Colombia, entre los ríos Sinú y San Jorge existen evidencias arqueológicas de poblaciones antiguas, que se dedicaron inicialmente a la cacería, la pesca y la orfebrería y que posteriormente adoptaron la agricultura, a través de un manejo cultural del agua. Posiblemente hacia el año 200 antes de Cristo y hasta el siglo XII de nuestra era, surgió en la zona una sociedad hidráulica que construyó un extenso sistema de canales de drenaje, controló las inundaciones y adecuó zonas para viviendas y cultivos, alcanzando a constituir tres reinos, Pancenú, Fincenú y Cenofana, que fueron saqueados y aniquilados en el siglo XVI por el conquistador Pedro de Heredia.

Los canales zenúes ocupaban entre 500.000 y 600.000 hectáreas y se construían en distancias cortas, de unos 10 metros de separación, que permitían evacuar las aguas de terrenos esencialmente arcillosos. Los canales fueron construidos a lo largo de los caños Cerate, San Matías, Rabón y Pansegüita, ejes del sistema de drenaje, siguiendo patrones recurrentes que se integraban hasta conformar la totalidad del sistema hidráulico. Existen huellas de canales como camellones cortos, de 30 a 70 metros de largo, que conformaban un sistema irregular de gran eficacia para controlar el agua en grandes extensiones. Algunos canales frenaban el agua aumentando el depósito de sedimento en las zanjás y mantenían reservas de humedad para el verano (Plazas y Falchetti, *op.cit*).

El estudio de estas dos antropólogas señala también que los caños principales eran utilizados como ejes de sistemas mayores de drenaje compuestos por gran número de canales perpendiculares que iban desde los diques naturales hasta las zonas cenagosas más bajas. Su longitud podía variar entre 20 metros y 4 a 5 kilómetros, pero predominaban los de un kilómetro. Los canales perpendiculares al curso del agua se adaptaban a la curva interna de los meandros formando una especie de abanico (canales cortos que también fueron utilizados en las viviendas como huertas domésticas).

Las autoras, en una aproximación tentativa a la densidad poblacional para la época, estimaron alrededor de 2.400 habitantes en 1.500 has, es decir, una densidad aproximada de 160 habitantes por kilómetro cuadrado. Para 1986, año de la citada publicación, se observaba una densidad de población en la zona no superior a un habitante por kilómetro cuadrado.

Por supuesto que planear, construir y mantener esta red de canales exigía procesos altamente sofisticados de organización y cohesión social, que fueron aniquilados por el conquistador español. En la actualidad, esta es una de las zonas que más sufren con las inundaciones periódicas en el país y no existen ni siquiera atisbos de intentos por reconstruir el legado cultural Zenú.

Por su parte, una cultura contemporánea que maneja muy bien las inundaciones y el clima húmedo ecuatorial, es la afrodescendiente de la zona sur del Chocó Biogeográfico colombiano. Los raizales cultivan coco, que se maneja como monocultivo en las zonas sometidas a inundación constante y que antaño fueron naidizales o campos de cultivo de arroz. Este es un renglón fundamental para la economía regional, establecido desde hace más de 50 años y que ha resistido por lo menos tres episodios fuertes de pérdidas causadas por enfermedades (anillo rojo y amarillamiento letal) en 1980, en 1992 y en el 2002. El coco se instala en monocultivos porque el flujo de las mareas, la inundación periódica y los suelos salinos al parecer no permiten la instalación de ningún otro cultivo o de policultivos (las palmas de coco resisten estas condiciones) y hace parte de una serie de estrategias de vida que han logrado desarrollar los pobladores de estas áreas.

En efecto, los habitantes locales, que se declaran ellos mismos como agricultores, han desarrollado varias formas de vivir (livelihoods) a partir de la finca, que cumple varios roles dentro de la organización local. Puede ser entendida como una “nevera” o como una despensa capaz de satisfacer las necesidades de dinero, farmacia y de alimentación de las comunidades, en armonía con las necesidades de conservación del entorno. En algunos sectores los propietarios dedican una hectárea al cacao, otra al coco, posiblemente otra a la palma africana y en muchos casos poseen reservas de tierras para maderables o para cultivos transitorios, incluidas las hortalizas y plantas medicinales. Las fincas también son manejadas con criterios de seguridad alimentaria en cultivos diversos. La información obtenida por León (2011) registra áreas con múltiples cultivos de cacao, aguacate, pepa de pan, achiote, sandía, tomate, fríjol, plátano, coco o yuca en un mismo predio, sin incluir todavía las plantas medicinales y la utilización de árboles para distintos fines (construcción de canoas, madera para viviendas...). De este uso diversificado de la tierra, obtienen alimentos, productos de diverso uso y conservan los bosques para el futuro de sus hijos. Esta conformación espacial y temporal de su actividad agraria, la complementan con otras faenas de pesca o de extracción de recursos del bosque, especialmente aquellos pobladores que se distribuyen en asentamientos dispersos a lo largo de los ríos.

Tal distribución tiene efectos sociales y culturales definidos, puesto que se trata de labores diversificadas, que requieren habilidades y destrezas diferentes, tanto para la producción agraria y su correspondiente relación con el mercado, como para las labores complementarias de pesca y extracción de recursos forestales. Pero lo fundamental para destacar en estas líneas, es que los afrodescendientes del Pacífico colombiano han conformado una cultura del agua, que les permite adaptarse y transformar con éxito su entorno. Los pueblos palafíticos, verdaderos laberintos aéreos sobre el agua, expresan de manera sorprendente esta adaptación cultural exitosa.

Las inundaciones y su contracara, las sequías, indicadores de la variabilidad climática, han existido en todas las épocas de la humanidad. En particular, Colombia debe afrontar períodos de mayores o menores lluvias año tras año, en un proceso que dura ya varias centurias.

En algunos biomas o ecosistemas regidos por condiciones climáticas generales, la dupla sequía – inundación es un atributo inherente a su propia naturaleza. Los Llanos Orientales de Colombia, región conocida como la Orinoquia, posee sabanas naturales extensas de tipo estacional, condicionadas por un período fuerte de disminución de lluvias que contrasta con una época, en ocasiones prolongada, de excesos de pluviosidad (condición monomodal). La fauna, la flora y los suelos de esta región natural, expresan y se adaptan a tales variaciones, que en muchas ocasiones son drásticas. Lo mismo ocurre con los habitantes nativos de la Orinoquia, que han desarrollado prácticas de manejo del entorno que les permite sobrevivir a estas condiciones extremas.

Resiliencia a la erosión de suelos

Pero muchas comunidades andinas campesinas y productores agroempresariales, que heredaron el bagaje ideológico y las prácticas materiales de la RV, no están adaptadas a tales circunstancias y generan continuos efectos degradativos sobre coberturas vegetales, suelos y aguas que a la postre propician y aceleran los fenómenos de desequilibrio hídrico, erosión acelerada, movimientos en masa e inundaciones en las zonas bajas, receptoras de las acciones antrópicas en las montañas altas.

Parte de esta tragedia, es que Colombia no cuenta con estadísticas adecuadas para cuantificar estos procesos. Por ejemplo, se estima que la erosión podría afectar el 60 – 70% de los suelos agrícolas, pero los datos suministrados por las agencias estatales son cualitativos y difieren mucho entre sí: mientras el Instituto de Meteorología y Adecuación de Tierras reportaba que en el año 2001 el país tenía cerca del 25% de sus tierras con procesos erosivos severos o muy severos, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi reportaba para esa misma época solamente alrededor del 4% con estos grados de erosión (León, 2007).

Es en este contexto complejo del modelo dominante de agricultura (RV) en donde debería analizarse la degradación de tierras del país y de los fenómenos asociados de inundaciones y movimientos en

masa, para entender que ellos se suscitan igual por procesos sociales (precariedad en la tenencia de la tierra, bajos niveles de educación, corrupción administrativa), como por situaciones de orden económico (ingresos, intermediarios), políticos (institucionalidad débil, normativas no adecuadas) o tecnológicos (maquinaria no adaptada a las zonas ecuatoriales).

El análisis ambiental de la degradación de tierras y de los desequilibrios hídricos exige entender que estos fenómenos, que se expresan en términos físicos, están mediados en su origen por factores culturales, los cuales, a su vez, son de distinta índole: los suelos puede erosionarse debido tanto a condiciones de minifundio como de latifundio, salinizarse como resultado de presiones políticas, perder su fertilidad a consecuencia de acciones comerciales de diferentes agentes o tornarse inestables y moverse en masa porque se han sobreexplotado, procesos todos envueltos en el paradigma RV dominante.

La erosión, por su parte, no se relaciona solamente con las pérdidas físicas del recurso (que implican, por un lado, pérdidas de biodiversidad edáfica o de nutrientes y por otro la disminución de capacidades de retención de agua), sino también con las pérdidas de productividad, de relaciones sociales, del valor de la tierra y de los paisajes o de los seres humanos que abandonan el terruño. Se produce a veces por ignorancia (la erosión en suelos planos solamente refleja el descuido de los propietarios en materias básicas de conocimiento de suelos), por ausencia de instituciones fuertes, presiones demográficas altas y en aumento o por medio de los sistemas productivos que anteponen la racionalidad económica a cualquier otra consideración.

De otra parte, la percepción misma del fenómeno erosivo es diferencial entre los miembros de la sociedad, habida cuenta que es un fenómeno esencialmente lento. Una cosa es la percepción del campesino atento a sus surcos y otra es la percepción que poseen los productores agropecuarios que gerencian sus fincas a través de gerentes intermediarios y aún más diferente y alejada es la conciencia que sobre el fenómeno erosivo en particular o sobre la degradación de las tierras en general, poseen los académicos, los decisores políticos o los consumidores urbanos. Por supuesto que tales diferencias inciden sustancialmente en

las propuestas y acciones de educación, evaluación o monitoreo de la erosión de las tierras.

Evaluar o monitorear la erosión de suelos o cualquiera de los demás procesos degradativos de las tierras y de los desequilibrios hídricos achacados al cambio climático (inundaciones, sequías), alcanza parte de su significado cuando la sociedad pregunta sobre el valor de tales fenómenos...¿Cuánto cuesta la erosión de suelos o la pérdida de fertilidad o la compactación o la salinidad... cuánto dinero público se debe desembolsar para enfrentar los estragos de las inundaciones...? son cuestiones diferentes que requieren procedimientos y metodologías distintas, pero que a la postre tienen, por lo menos, una característica común: es difícil saberlo. En efecto, muchos de estos fenómenos son inconmensurables y se estiman o miden por metodologías indirectas ligadas a la renta del suelo, a su propiedad, a cambios en productividad o a sus costos de restauración, pero en general se trata de métodos que dejan por fuera el valor ecosistémico de la tierra y muchos de sus atributos culturales.

Las breves reflexiones anteriores llevan a preguntarse sobre cómo está preparada la nación colombiana para afrontar los retos que supone establecer políticas, planes, programas y proyectos de conservación y uso sostenible del recurso tierra y de los recursos asociados de agua y biodiversidad. No es arriesgado aventurar la hipótesis que el recurso suelo, el cambio climático o el control de inundaciones no tiene prioridad alguna en las políticas estatales (por lo menos no hasta los años 2010 – 2011 que generaron las peores épocas de inundaciones y movimientos en masa en el país), cuyos gestores no ven cómo podría producir dividendos electorales de corto plazo la inversión en programas de largo aliento dirigidos a utilizar adecuadamente estos recursos. Aquí, el autor llama la atención sobre la necesidad de no fracturar las políticas sectoriales agropecuarias en leyes para determinados subsectores o parcelas (ley del agua, ley de suelos, ley forestal), sino de mantener la unidad sobre políticas agrarias que privilegien, por ejemplo, la agroecología o las agriculturas alternativas en general.

Otras preguntas en este sentido se dirigen a establecer la capacidad de los grupos de investigación tanto en la calidad y niveles de producción

científica, como en sus conexiones con agricultores y decisores políticos, es decir, su pertinencia social.

No bastaría con realizar excelentes estudios de seguimiento y monitoreo a la erosión, a la degradación de tierras o a los efectos de las inundaciones y las sequías, si ellos no se enlazan con el quehacer campesino o con la decisión política. El deber ser de los académicos es el de proponer escuelas de pensamiento que coloquen a los bienes naturales, dentro de las problemáticas agrarias contemporáneas, como un factor decisivo de la sustentabilidad de las sociedades rurales y, por ende, de la sociedad nacional en su conjunto. Hay que ir más allá de los mapas temáticos y crear grupos interinstitucionales e interdisciplinarios permanentes que, constituidos en Observatorios Ambientales, le muestren al país qué tan acertado o qué tan equivocado es su camino agrario, sus modelos de agricultura.

Indudablemente que las soluciones pasan por modificar los sistemas de producción en las altas montañas andinas y redirigirlas hacia los sistemas de agricultura ecológica, pero el Estado colombiano está pensando más en construir diques y en reforzar taludes con obras de ingeniería muy costosas, para enfrentar la próxima ola de intensas lluvias (que serán recurrentes y cada vez mayores), que en planear a corto, mediano y largo plazo la reconversión productiva del sector, situación que revela la poca o nula comprensión política del asunto y la incapacidad de la sociedad para cuestionarse y reaccionar adecuadamente ante tales fenómenos, lo que se podría considerar como una baja resiliencia cultural colombiana.

El Huracán Micht y la Resiliencia de los Agroecosistemas Ecológicos

Pero la resiliencia depende también del manejo que se le otorgue a determinados agroecosistemas. En teoría, los agroecosistemas mayores que dependan de un solo cultivo o cuya EAP sea inexistente o muy poco desarrollada, podrán ser menos resilientes a cambios climáticos extremos. En este sentido, los agroecosistemas ecológicos resultan más resilientes a fuerzas biofísicas externas, que los agroecosistemas convencionales o de revolución verde, porque su

EAP está más desarrollada o porque incluyen otras prácticas que le imprimen estabilidad.

Resultados muy impresionantes de la manera como los agroecosistemas manejados con criterios agroecológicos se adaptaron o se recuperaron ante un fenómeno natural, reduciendo o mitigando los efectos del cambio climático, fue demostrado por Holt-Giménez (2001; 2008) en relación con la resistencia opuesta por las fincas agroecológicas y convencionales contra el huracán Mitch en América Central. Más de dos mil agricultores (1.000 explotaciones afectadas), en Honduras, Guatemala y Nicaragua, participando como investigadores, encontraron que, en comparación con las parcelas convencionales, las granjas agroecológicas poseían, luego del paso destructor del huracán, un 40 por ciento más de capa fértil superficial (horizonte A), menores tasas de hundimientos en una proporción del 70 por ciento y 50 por ciento menos de fenómenos de erosión y deslizamientos de tierra. De igual manera, las fincas de agricultura ecológica tuvieron menores pérdidas económicas. En promedio, las parcelas agroecológicas perdieron sus tierras de cultivo un 18% menos, debido a deslizamiento que sus homólogas convencionales. En general presentaron 47% menos de cárcavas que las granjas convencionales. La frecuencia de cárcavas de las fincas agroecológicas fue 58% menor que en los campos convencionales. En el 80% de las tierras tradicionales, hubo más de 78,1 m²/ha de cárcavas que en las zonas agroecológicas.

Evidentemente que esta cualidad ecosistémica de resiliencia que mostraron tales agroecosistemas, no hubiera sido posible sin la mediación esencial de los agricultores que, por décadas, implementaron en sus parcelas tales prácticas ecológicas.

En la investigación que realizó Holt (*op. cit.*) sobre las consecuencias diferentes que ocasionó el huracán Mitch entre productores ecológicos y convencionales, se destacan las razones que ellos dieron para adoptar o no las prácticas agroecológica (Tabla 15).

La tabla 15 resume todo un tratado sobre agricultura y ambiente y aunque desafortunadamente el autor no incluyó datos estadísticos en su elaboración, su mismo contenido refleja algunas de las más

Tabla 15. Razones que adujeron los agricultores afectados por el Huracán Mitch para adoptar o no prácticas sustentables (ecológicas) en sus fincas. Fuente: Holt, (2008)

Razones de adopción	Razones no adopción
Necesidad de maximizar la producción en pequeñas parcelas de tierra.	Terreno alquilado o compartido (los agricultores no están dispuestos a invertir en mejoras a mediano y largo plazo).
Necesidad de lograr que la tierra agroecológicamente degradada aumente la producción.	Falta de trabajo familiar en periodos de tiempo importantes (suelo con trabajo intensivo y la conservación del agua tienen un alto costo, especialmente para las mujeres solas).
Evitar contraer deuda (dificultad de pagar crédito para agroquímicos).	Falta de conocimientos (principios, prácticas y manejo de agricultura sustentable y desarrollo rural).
Necesidad de bajar el costo.	Mucha tierra (los agricultores no pueden rotar los cultivos cuando la degradación del suelo es un problema).
Deseo de reducir la vulnerabilidad a las recurrentes sequías o inundaciones.	Subsidios químicos (los procesos de degradación ecológica son escondidos al aplicar fertilizantes, plaguicidas y herbicidas baratos).
Deseo de mayor autonomía (de los bancos y del sistema convencional agrícola del gobierno).	Falta de conciencia ambiental (a algunos agricultores simplemente no les importa el ambiente).
Atención a la salud familiar (evitar plaguicidas venenosos, lograr dieta diversa y balanceada).	Tradición (resistencia al cambio, falta de disposición para arriesgarse con nuevos métodos).
Acceso a los talleres e intercambios entre campesinos en el movimiento campesino a campesino.	
Asistencia técnica de ONG (experimentos dirigidos por campesinos, asesoría, conocimiento en agronomía).	
Incentivos (crédito, mercado para productos orgánicos, herramientas, información).	

importantes motivaciones de orden cultural que llevan o no a los productores agrarios a incluir prácticas con determinados efectos ecológicos, económicos y sociales en sus fincas, prácticas que en el fondo definen muchas de las características de los agroecosistemas, entre ellas la resiliencia.

Todo empieza con la necesidad de maximizar la producción en parcelas pequeñas, motivo universal y primero de todo pequeño agricultor (los agroecosistemas no se implantan para embellecer el paisaje, aunque la estética no sobra, ni para defender la biodiversidad ni para lograr el “desarrollo sustentable”, sino porque existen las necesidades primarias de subsistir y ello se logra produciendo y maximizando la producción). Tal necesidad se enfrenta con la propiedad de la tierra. En la tabla 15 se muestra claramente que aquellos agricultores con tenencia precaria de la tierra (en arriendo o compartida) no invierten en mejoras físicas y posiblemente tampoco les interesen las razones ambientales ni la capacitación o la educación en estos temas.

También muestra la citada tabla que el factor económico, relativo a los costos de producción, es clave a la hora de introducir prácticas favorables a la resiliencia y a la estabilidad agroecosistémica. Ello va unido a la necesidad de ejercer la autonomía en sus parcelas, que se ve amenazada por el flujo de presiones para adquirir insumos y semillas y para vender sus productos.

Para resaltar, en esta dirección, son los argumentos relativos a salvaguardar la salud de las familias, evitando la producción con plaguicidas y el llamado a incluir actos educativos y de generación y diálogo de saberes alrededor del movimiento campesino a campesino. La resiliencia de los agroecosistemas pasa, de este modo, por variables de tipo económico y social y por factores intangibles (la educación), definitivos a la hora de enfrentar obstáculos.

Holt (*op.cit.*) agrega que el desarrollo de la agricultura sustentable estaba directamente relacionado, por una parte, con el fracaso de la agricultura convencional y el éxito práctico del Movimiento Campesino a Campesino (MCAC) y por otra parte, con el apoyo institucional brindado en este terreno por las ONG. Aunque no era posible establecer exactamente el alcance del MCAC, el autor reafirma que el movimiento utilizó los programas de las ONG para expandirse en nuevas áreas y para mantener y profundizar su presencia en comunidades campesinas. Las ONG brindaron un medio de apoyo y un contexto político para el MCAC al proveer transporte y apoyo financiero para las visitas y los talleres, apoyo para la experimentación campesina,

acceso a nueva información y conocimiento, intercambios de semillas y tecnología e incluso en algunos casos, crédito para prácticas sostenibles y acceso a mercados orgánicos e internacionales.

Por lo tanto, las tecnologías que ocasionan los problemas de manejo de suelos y degradación de tierras no son neutras. Ellas obedecen a claros intereses económicos y comerciales, amparados por regulaciones y actos de política pública nacional. En muchas ocasiones, tales intereses desconocen, no solo las cualidades internas y externas de los suelos, en especial de aquellos ubicados en las zonas ecuatoriales del planeta, sino que también excluyen los conocimientos populares, las necesidades reales de las poblaciones e incluso las características ecosistémicas de los lugares en donde se aplican. Tales circunstancias culturales son las causantes de la degradación de suelos o de la baja resiliencia de los agroecosistemas en muchos lugares del planeta, más que el uso de uno u otro tipo de artefacto, insumo o máquina. La debilidad de los aparatos científicos nacionales y su alta dependencia de tecnologías y conocimientos externos, generados casi siempre en los países desarrollados de climas templados, favorece la transferencia vertical de tecnologías que no se ajustan a las realidades culturales y ecosistémicas de las naciones dependientes.

El asunto de la resiliencia y de otras cualidades de los agroecosistemas e incluso de los procesos mismos de degradación o conservación de recursos, no es por lo tanto relativo solamente a las tecnologías *per se* sino también al modo de generarlas y de transferirlas.

La Resiliencia de los Sistemas de Producción Diversificados

La agricultura campesina en general se ve afectada por una serie de eventos que se suscitan al tenor del desarrollo de cambios climáticos, que pueden ser extremos, instantáneos y catastróficos o moderados, lentos y manejables. Vázquez (2010) señala que estos eventos (principalmente incrementos de la temperatura y reducción de la humedad relativa), repercuten en el comportamiento de las poblaciones de organismos que cohabitan en los sistemas agrícolas con las plantas cultivadas y los animales de crianza (sean beneficiosos

o perjudiciales), contribuyendo en muchos casos a alteraciones en sus poblaciones, con expresiones en pérdidas económicas en dichos rubros productivos.

Vázquez (2009) indica que, como consecuencia del cambio climático, se dan usualmente los siguientes procesos relacionados con enfermedades y presencia de herbívoros en agroecosistemas:

- Aparición de nuevas plagas para el territorio
- Manifestación de plagas ocasionales como habituales
- Incremento o reducción de plagas habituales
- Incremento de arvenses
- Cambios en el periodo de manifestación de plagas habituales
- Reducción de reguladores naturales
- Métodos de control que reducen su efectividad

El mismo autor indica que en Cuba se han documentado efectos de los incrementos de temperatura sobre *Thrips tabaci* Lind en cebolla, de los eventos originados en el fenómeno El Niño Oscilación del Sur (ENOS) sobre enfermedades causadas por fitopatógenos en hortalizas y de la sequía prolongada sobre plagas de insectos y sus enemigos naturales en diferentes cultivos.

Ahora bien, las estrategias de los agricultores para enfrentar tales cambios, son diversas y tiene que ver con el arreglo de sus agroecosistemas mayores (estructura agroecológica principal fuertemente desarrollada), incluyendo prácticas de siembras a lo largo de la pendiente, construcción de canales y reservorios de agua, policultivos en distintas configuraciones, cortinas rompevientos, conectores internos y externos diversificados y densos, en varios estratos, riego por goteo, coberturas vivas y muertas, siembras oportunas, colecta de plantas silvestres y uso de plantas de porte bajo, prácticas que han sido documentadas por diferentes autores (Machín *et al.*, *op.cit*; Vázquez, *op. cit*; Altieri y Nicholls, 2009).

Altieri *et al.*, (2011), citando a varios autores, presentan un breve resumen de experiencias generadas en muchos lugares del planeta, en donde se aplican diversos procedimientos y tecnologías de base campesina,

para atenuar, disminuir, mitigar o tornarse resilientes al cambio climático: dan cuenta de la resistencia que presentaron al huracán Stan los sistemas de café diversificados en Soconusco (Chiapas – México), de la resistencia a sequías de sistemas de cacao-gliricidia en Indonesia, de los efectos benéficos de intercalar cultivos de palma babassu (*Orbignya phalerata*) en áreas de pastoreo en Brasil nororiental y de la manera como reducen sus pérdidas las granjas diversificadas en Cuba, ante desastres naturales (huracanes).

Por su parte, analizando las experiencias de las culturas que construyeron los campos elevados o *waru – waru* de Perú, los sistemas de cosecha de agua en Túnez, Malí y Burkina Faso (África occidental), de ahorro del líquido en América del Norte y que desarrollaron la agricultura de secano (Otomíes) en Mesoamérica, Altieri y Nicholls (2009) concluyen que algunas de las estrategias de adaptación utilizadas por diversas comunidades campesinas, indígenas y afrodescendientes, contemplan:

- Uso de variedades/especies locales que poseen adaptaciones al clima y a los requerimientos de hibernación o resistencia incrementada al calor y la sequía.
- Incremento del contenido de materia orgánica de los suelos a través de la aplicación de estiércol, abonos verdes o cultivos de cobertura, para aumentar la capacidad de retención de humedad edáfica.
- Mayor uso de tecnologías de “cosecha” de agua y un uso más eficiente del agua de riego.
- Obras de adecuación de tierras para evitar inundaciones, erosión y lixiviación de nutrientes cuando la precipitación pluvial aumenta.
- Uso de estrategias de diversificación vegetal e integración animal.
- Prevención de plagas, enfermedades mediante prácticas de manejo que promueven mecanismos de regulación biológica y otros (antagonismos, alelopatía) y desarrollo y uso de variedades y especies resistente a plagas y enfermedades.
- Uso de indicadores naturales para el pronóstico del clima a fin de reducir riesgos en la producción.

Con este conjunto de prácticas y otras desarrolladas en distintas condiciones ecosistémicas por diferentes grupos culturales, los agricultores tornan resilientes sus campos de cultivo, logrando resistir cambios inesperados o tornar a condiciones de producción estables cuando los fenómenos han ocurrido. Como afirman Altieri y Koohafkan, (2008): "...El hecho de que muchos campesinos comúnmente basen su producción en los policultivos y/o en sistemas agroforestales, señala la necesidad de volver a evaluar la tecnología indígena como fuente de información clave acerca de la capacidad de adaptación, particularmente centrada en su capacidad selectiva, experimental y de resiliencia frente al cambio climático. Comprender las características agroecológicas de los agroecosistemas tradicionales, puede ser la base para el diseño de sistemas agrícolas resilientes..."

LA ESTABILIDAD

En términos generales la estabilidad puede entenderse como la permanencia en el tiempo y en el espacio de determinadas características de los agroecosistemas, que le hacen predecible en su comportamiento y que aseguran pocas fluctuaciones materiales, energéticas o socioeconómicas o saltos / cambios en su estructura y funcionamiento demasiado perturbadores e inesperados.

Esta cualidad puede tener distintas interpretaciones, según se trate de aplicarla a las poblaciones animales y vegetales del agroecosistema o a los microorganismos presentes en el suelo o a la producción económica o a su estabilidad social, económica o política. La estabilidad, desde el punto de vista ambiental, se juega en distintos campos. Veamos unos pocos:

Desplazamiento y Derechos de Propiedad

Cuando se examinan los factores culturales que inciden en la estabilidad de los agroecosistemas, lo primero que resulta evidente es su permanencia en el tiempo en términos de los derechos de propiedad. No hay estabilidad ecosistémica sin estabilidad de la propiedad.

Este ítem, que está completamente resuelto en Norteamérica, Japón y Europa e incluso en algunos países latinoamericanos, no lo está en otros, incluido Colombia.

En efecto, el país ha atravesado una época contemporánea prolongada de más de 50 años de luchas por las tierras, cuyas raíces se hunden profundamente en la historia de la república, la colonia y la conquista, hasta los primeros momentos en que los españoles se apropiaron de estas tierras, en nombre de Dios y bajo la autoridad del Rey, avalado por la bula *inter caetera* (entre nosotros) del papa español Alejandro VI.

Aunque existe abundante literatura de opinión sobre el tema, pocos esfuerzos serios se han realizado para entender y cuantificar no solo los orígenes y las causas, sino el devenir temporal y sus implicaciones ambientales (ecosistémicas, sociopolíticas, económicas, humanas) de este fenómeno que en su momento llegó a desplazar alrededor de 2 millones de colombianos campesinos.

Sin embargo, Reyes (2009) realizó un muy interesante y completo estudio sobre el tema, aportando numerosas cifras y análisis que dan cuenta de la terrible situación que vivieron y que aún viven centenares, miles e incluso millones de colombianos que fueron humillados, torturados o asesinados por distintas fuerzas militares, guerrilleras, paramilitares, narcotraficantes y de autodefensa en relación con el despojo de sus tierras.

El citado libro presenta los orígenes y causas del conflicto agrario en el país y las oportunidades perdidas para solucionarlo; las disputas entre campesinos y terratenientes; la emergencia y expansión de las guerrillas que afectó a los grandes propietarios; el surgimiento de la clase emergente agraria financiada por el narcotráfico y los cambios que ello produjo en distintas estructuras sociales y políticas; el origen y la incidencia del paramilitarismo y un detallado estudio, por regiones, del abandono de tierras por presión de los grupos paramilitares entre 1997 y 2007, entre otros aspectos.

Entre su voluminoso análisis, Reyes (*op. cit*) aporta cifras que dan cuenta de la magnitud del proceso. Por ejemplo, afirma que, entre

1980 y 1995 se dieron compras significativas de predios rurales por narcotraficantes en 409 municipios (42% del país), especialmente en Antioquia (88), Cundinamarca (43), Valle (36), Tolima (29), Córdoba (22), Bolívar (18) y Magdalena, Caldas y Santander (14 cada uno) y que, de acuerdo con observadores locales, estas compras se hicieron en las mejores tierras lo cual significa que en manos de los narcotraficantes se concentra la inversión de pautas de inversión rural y, en consecuencia, una parte importante de la seguridad alimentaria nacional. Este proceso, según el autor citado, ha cambiado los términos del problema agrario colombiano: "... ha contribuido a elevar los niveles de concentración de la propiedad en pocas manos, con el consiguiente aumento del desplazamiento de campesinos a ciudades y frentes de colonización...ha sobrevalorado las tierras, desestimulando con ello el ingreso de empresarios agrícolas y ganaderos al mercado...ha financiado la vinculación de las estrategias públicas y privadas de contrainsurgencia, que le disputan dominios territoriales a las guerrillas y aterrorizan a la población rural, aumentando los niveles de violencia...han reforzado una pauta ineficiente de destinación de las mejores tierras del país a la ganadería extensiva en perjuicio de la agricultura y los bosques...y han deteriorado, aún más, el escaso liderazgo social en las regiones afectadas..."

El número exacto de desplazados en Colombia no se sabe a ciencia cierta porque, como afirma Castillo (2005), existen varias razones para este vacío estadístico: dificultad de los desplazados en reconocerse como tal, ya que es un proceso difícil y doloroso, movilidad alta de los desplazados, que se mueven de un sitio a otro, dificultades de registro, subregistro, dispersión de los asentamiento en el territorio nacional, heterogeneidad de los orígenes étnicos y sociales, diversidad de intereses de las instituciones públicas y privadas que atienden estos grupos y el acceso segmentado a unos grupos particulares. Aunque no da una cifra exacta de desplazados en el país, la autora citada indica que ellos pueden variar entre 1.500.000 y 3.500.000 dependiendo de cifras aportadas por la Red de Solidaridad Social o la Consultoría para los Derechos Humanos y el Desplazamiento (CODHES).

Citando a Ibáñez y Querubín (2004), el profesor Reyes repasa las zonas en que ha sido mayor el abandono de tierras por desplazamiento

forzado e indica que el 46.2% de los desplazamientos fueron causados por la guerrilla, el 45.2% por los paramilitares el 9.3% por la presencia de dos actores armados y el 1.4% por el gobierno.

En uno de sus capítulos presenta cifras del despojo de tierras por paramilitares en Colombia, desde 1997 cuando fueron creadas las “Autodefensas Unidas de Colombia” hasta el año 2007, cuando finalizó su desmonte y desmovilización en la administración Uribe. La tabla siguiente presenta un resumen de esas cifras:

Tabla 16. Desplazados y hectáreas abandonadas en algunos departamentos de Colombia entre 1997 y 2007.

Departamento	Desplazados*	Hectáreas abandonadas debido a grupos paramilitares**	Hectáreas abandonadas debido a otros grupos armados**	Total hectáreas abandonadas**
Córdoba	74.784	8.952	51.898	60.851
Sucre	82.299	4.456	9.797	14.254
Bolívar	197.431	92.268	87.762	180.030
Atlántico	2.865	721	1.064	1.785
Magdalena	122.957	12.991	9.225	22.217
Cesar	116.767	31.475	43.267	74.742
Guajira	36.700	2.179	7.941	10.120
Antioquia	309.815	30.735	66.747	97.482
Meta***	74.171			
Chocó***	90.739			
Caquetá***	103.433			
Subtotales	1.211.961	183.777	277.710	461.481

Fuente: Reyes (2009). El autor no presentó esta tabla consolidada, sino que lo hizo por municipios seleccionados.

* Datos de la Oficina de Acción Social de la Presidencia de la República

** Datos de Pastoral Social

*** Datos reportados en el texto de Reyes (2009).

Los datos anteriores, analizados en su sentido socioeconómico y en el plano de la tragedia humana que envuelven, han sido valorados por numerosos investigadores que han llevado el tema, incluso, hasta formular programas académicos de posgrado, síntoma que revela

una extraña paradoja de las instituciones de educación superior en el país, especialmente las de corte privado, que pueden convertir casi cualquier tema en sujeto de reflexión, cobrando, eso sí, por el derecho a acceder a tales espacios.

Como quiera que sea, el asunto que ocupa en estas páginas es el de considerar que la estabilidad de los agroecosistemas no es un asunto meramente ecológico, sino que, en muchas más ocasiones de las que se quisiera, es un tópico relacionado profundamente con la historia de la apropiación de la tierra y con las luchas sociales por el control y dominio territorial.

El Acaparamiento de Tierras

El acaparamiento de tierras, bien sea por inversionistas extranjeros o nacionales (land grabbing) es un fenómeno reciente y silencioso, que ha comenzado a llamar la atención de distintos observadores mundiales, por sus posibles consecuencias en seguridad alimentaria, precios de los alimentos, autonomía nacional, derechos humanos y en la conservación y manejo de bienes naturales. Debido a que aún es muy temprano para adelantar conclusiones finales y a que está rodeado de muchas incertidumbres, se trata de un reto adicional para los agroecólogos que analizan estos problemas desde la vertiente cultural, especialmente desde la economía política.

Este fenómeno ha sido entendido inicialmente como la adquisición de tierras a gran escala por inversionistas extranjeros, mediante compra o alquiler, para la producción agropecuaria²⁷. Su magnitud aún no está clara:

Algunos autores indican que, entre 2007 – 2010, 20 millones de hectáreas habrían sido adquiridas por inversores extranjeros en África. En Etiopía, esta apropiación representaría el 20% de las actuales tierras de cultivo (FIAN 2010; UNEP, 2014). Datos del Instituto Internacional de

²⁷ Aunque, como se verá más adelante, el asunto también incluye capitales nacionales.

Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI) citados por Borras y Franco (2010) afirman que, entre 2006 – 2010, se habían vendido o arrendado o estaban en proceso de negociación, entre 15 y 20 millones de hectáreas agrícolas a entidades extranjeras. Para antes de 2009, el Instituto Internacional para el Medio Ambiente y el Desarrollo (IIED) revelaba que ya se habían asignado unas 2.4 millones de hectáreas, aunque no estuviesen en pleno uso (Cotula *et al.*, 2009, citados por Borras y Franco, *op. cit.*). Un artículo del diario británico The Guardian afirmaba el 20 de junio de 2010 y citando fuentes de la ONU, que al menos había 30 millones de hectáreas que se están adquiriendo para cultivar alimentos para países como China y los estados del Golfo que no pueden producir lo suficiente para sus poblaciones.

La ONG Amigos de la Tierra Internacional y otras agrupaciones de la sociedad civil afirman que por lo menos 50 millones de hectáreas de buena tierra de cultivo (cantidad suficiente para alimentar a 50 millones de familias en la India) se han transferido desde los agricultores a las corporaciones en los últimos años. El Banco Mundial (2010) informó que tan sólo en 2009, se habían arrendado o vendido en todo el mundo 47 millones de hectáreas y el Global Land Project calculó que 63 millones de hectáreas cambiaron de manos en 27 países de África (Friis y Reenberg, 2010).

Las inversiones en acceso a la tierra son un segmento específico de la inversión extranjera directa. En total, en todo el mundo la inversión extranjera directa en la agricultura ha aumentado significativamente desde el año 2000, especialmente en los países en desarrollo, llegando a más de 3 mil millones de dólares al año desde 2005 (UNCTAD 2009).

Además de la producción de alimentos, tales inversiones se dirigen también a la producción de biomasa para energía (países como Brasil, Tailandia, Indonesia y Colombia se encuentran entre los mercados más atractivos para este rubro) y a las explotaciones mineras de todo tipo. En la tabla siguiente se muestran algunos de estos procesos, de acuerdo con algunas organizaciones no gubernamentales:

Colombia tampoco ha sido ajena a este fenómeno. Los procesos de acaparamiento de tierras se han venido incrementando desde hace

pocos años y en ellos aparece la Orinoquia como uno de los mayores focos de atracción. La tabla siguiente muestra, de acuerdo con información suministrada por el representante a la Cámara Wilson Arias Castillo durante una conferencia sobre el caso de la Altillanura (región geomorfológica de algo más de 14 millones de hectáreas de la Orinoquia colombiana), los principales inversionistas, montos y áreas en que se desarrolla el proceso.

Tabla 17. Algunos ejemplos de acaparamiento de tierras reportados por ONG

País	Inversores implicados	Hectáreas	Posibles consecuencias	Fuente
Mali	Acuerdo de Malibya - Office du Niger	10.000		Amigos de la Tierra Internacional (2011)
Argentina	Grupo Beidahuang	3.000 (proyecta 320.000 en 20 años)	Soja, trigo y colza. Privilegios múltiples, no consulta, no evaluación de impactos	Amigos de la Tierra Internacional (2011)
Mozambique	Vitagram	20.000	Arroz exportación a Islas Mauricio	GRAIN
Brasil	Agrifirma	42.000 (proyecta 2.500.000)		GRAIN
Senegal	Ouyang Ripping	35.000	Sésamo para China	GRAIN
Ucrania	Richard Spink	70.000	Exportaciones a Inglaterra	GRAIN
Ucrania	Libia	250.000	Trigo por gas	GRAIN
Angola, Botswana y otros países africanos	Susan Payne – Emergent Asset	150.000		GRAIN
Madagascar	Daewoo Logistic (¿anulado?)	1.300	Maíz y palma aceitera exportar a Corea	GRAIN
Madagascar	Varun	465.000		GRAIN
Kenia	Qatar	40.000	Vegetales y frutas por construir puerto	GRAIN
Etiopía	Karaturi	40.000 y solicita 300.000 más	Protestas por bajo precio de compra	GRAIN

La misma fuente indica que en la Altillanura colombiana entre 2004 y 2010, se titularon cerca de un millón de hectáreas, repartidas así: 410.086 en Vichada, 306.489 en Meta y 337.807 en Arauca, configurando un fuerte proceso de concentración de tierras, que ha sido avalado por las políticas públicas gubernamentales que incluye formalización de la propiedad, provisión de energía eléctrica, convenios entre Corpoica y la Empresa Brasileira de Investigaciones Agropecuarias

Tabla 18. Actores e inversiones en la Orinoquia colombiana, hasta 2010.
Fuente: datos suministrados por Wilson Arias Castillo, representante a la cámara.

Inversionista	Lugares	Propósito	Hectáreas
Grupo Luis Carlos Sarmiento Angulo – Corficolombiana	Puerto Gaitán Puerto López –Cumaral	Caucho (Mavalle)	4.600
		Palma y caucho (Pajonales)	4.000
		Palma (Unipalma)	4.300
		Soya y arroz (Ingenio Sicarare)	20.000
Grupo Santodomingo - Valorem	Villanueva Casanare	Maíz y soya (Invernac)	3.500
		Maderables (Refocosta)	2.000
		Soya y maíz (arriendo con Riopaila)	4.000
Sindicato Antioqueño – Familia Liévano – Grupo Aliar	Puerto Gaitán	Soya – maíz, abonos, carne	40.000
Ingenio Manuelita – Familia Eder	San Carlos de Guaroa – Orocué	Palma	40.500
Francisco Santos	Vichada – Finca Merearis	Agrocombustibles	14.000
Cargill – Holding Blackriver (Colombia Agro)	Fincas Nazareth, El Cariaco, La Anita, La cartera, La Cristalina y Los Gualandayes	Agrocombustibles	25.000
Grupo Monica - Brasil	Puerto Gaitán – Puerto López.	Soya y maíz	13.000*
Grupo GPC (Chile – Colombia)	Puerto López.	Yuca agrocombustibles	22.000*
Poligrow (España – Italia)	Mapiripan	Palma agrocombustibles	60.000*

*Proyectadas

(Embrapa), ampliación de la Unidad Agrícola Familiar hasta 10.000 hectáreas y facilidades para la explotación de tierras baldías.

¿En dónde están las actuales preocupaciones y discusiones sobre el tema del acaparamiento de tierras a nivel global? Al parecer los desacuerdos se originan en la confrontación entre modelos de desarrollo y eficiencia *versus* los de equidad y justicia social. Entre quienes creen que las fases superiores del “desarrollo” agrario se consigue con inversión de empresas transnacionales eficientes y ligadas a los mercados internacionales y quienes abogan por la sustentabilidad ambiental de las sociedades rurales, basadas en las necesidades de las comunidades locales y con criterios de equidad.

Las principales razones económicas que arguyen los proclives a fomentar este fenómeno creciente son, entre otros, la creación de empleo agrario y no agrario, el estímulo de las rentas de los pequeños agricultores, la necesaria transferencia de tecnología, aumento en la producción de alimentos, construcción de infraestructura rural, mejor acceso a servicios básicos y apertura de oportunidades para la exportación, además de aumentos en la generación de ingresos, apreciación del capital, retornos no correlativos con los mercados de valores y como una cobertura contra la inflación (Borras y Franco, 2010). Sus impulsores afirman que tales inversiones son inevitables en la vía de elevar los niveles de desarrollo en regiones atrasadas, desprovistas de infraestructura y con alta disponibilidad de tierras “baldías” y que su implementación podrá llevar el bienestar a todas las partes interesadas. Esta posición ideológica en el fondo asume que los pobres no pueden llevar a cabo por sí mismos tales procesos de acumulación de capital y que el desarrollo solo puede ser jalonado por industrias de alto contenido en tecnología y capital.

Un ejemplo claro de esta posición la vivió Colombia cuando el exministro de agricultura del gobierno Uribe intentó asignar los antiguos terrenos de la finca Carimagua a grandes empresas productoras de agrocombustibles, argumentando que, tanto la calidad de los suelos, como las grandes distancias a centros de consumo y los elevados requerimientos de capital hacían inviable pensar en entregar tales terrenos a campesinos sin tierra.

En el otro extremo se levantan voces que critican esta vía, cuyas raíces se extienden en el pasado al despojo violento de recursos que signó la historia de la expansión europea y que ven en el fenómeno un neocolonialismo que seguramente llevará a mayor subordinación y a nuevos problemas ambientales. En muchas ocasiones, afirman los críticos, tales proyectos ni siquiera favorecen a los habitantes locales. Por ejemplo, aproximadamente las dos terceras partes de Mozambique no posee electricidad, pero ninguno de sus proyectos para producir bioetanol contribuyen a la electrificación del país, que es mucho más necesario para mejorar las condiciones de vida de su población (UNEP, *op. cit.*).

De igual manera, afirman que tales procesos pueden acarrear violaciones de los derechos humanos a través de acaparamientos ilegítimos de títulos de propiedad, competencia por el acceso al agua con agricultores locales, acuerdos de compensación inadecuados o el desplazamiento de comunidades locales por la fuerza (Cotula *et al.*, 2008). En Argentina, más de 14 millones de hectáreas se han vendido en estas condiciones a personas físicas o jurídicas, proceso que afecta a campesinos, indígenas y municipios (Pengue, 2008) y en América Latina, el proceso puede incluir la inscripción fraudulenta de tierras públicas por negociantes locales, situación que genera deforestación, degradación de suelos y cambios al alza en los precios de la tierra (UNEP, *op. cit.*)

Además, este tipo de proyectos puede hacer poco para mejorar la seguridad alimentaria regional o la seguridad energética. Debido a que muchas de estas tierras así adquiridas se dedican a la agricultura industrial de alta tecnología, a menudo ello significa un retroceso para los campesinos y aumentos en los niveles de pobreza, vulnerabilidad e inseguridad alimentaria.

Algunas Cifras del Proceso

De una parte, el proceso se adelanta mediante transacciones generales pactadas por gobiernos anfitriones y compañías privadas, entre las que se cuentan instituciones financieras, fondos de cobertura y de inversión en bienes raíces, firmas de fideicomiso y grupos familiares ricos.

Preocupada por el tema, la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD por sus siglas en inglés), contrató a la compañía consultora HighQuest Partners (2010) para llevar a cabo una encuesta confidencial de inversiones financieras del sector privado en la agricultura. En desarrollo de ese trabajo, la compañía contactó y entrevistó 54 fondos / empresas. Como grupo, los entrevistados representaron alrededor de US \$ 7.250 millones en activos bajo gestión agrícola. Las estimaciones del monto total de capital invertido por el sector financiero privado en las tierras agrícolas y la infraestructura agrícola varían entre US\$ 10-25 billones. La firma reporta que existe la expectativa de que este nivel de inversión en la agricultura se duplicará o triplicará en el corto y largo plazo. De los fondos / empresas encuestadas, el 32% de sus oficinas estaban en Europa, 28% en América del Norte, 24% en América del Sur, 12% en Asia / Pacífico y el 4% en el Norte de África / Oriente Medio, con diferentes estrategias y modelos de negocio.

El trabajo indicó que la actividad inversora cubre todas las regiones del mundo y no exclusivamente a los países más pobres o menos desarrollados, aunque con énfasis diferentes: en Norteamérica se trata típicamente de actividades pasivas de subcontratación de empresas gestoras; en Australia / Nueva Zelanda se financian empresas privadas altamente integradas de producción de cultivos, ganadería y procesamiento; en Europa Oriental se adquieren tierras de cultivo y transformación, pero allí hay dificultades debido al legado político de la propiedad comunal y a las complicadas leyes sobre transferencia de tierras y registros de la propiedad; en África, dada la etapa temprana de la evolución de los mercados de capitales y la complejidad de los títulos de propiedad y del otorgamiento de concesiones, se utiliza una estructura de niveles de holding empresariales con el fin de mitigar los riesgos operativos y legales en este continente; En América del Sur, la inversión se da principalmente a través de compañías privadas de gestión de tierras de cultivo que administran los intereses de inversores diferentes, en los cuales aparecen grupos de familias ricas e instituciones financieras con sede en la región o en el exterior. Hay una tendencia para separar la gestión y la propiedad y se utiliza una plataforma más amplia de la tenencia de la tierra (propiedad, fincas en arriendo o gestionadas para terceros).

Los autores indican que Brasil es el país con mayor atractivo para estas inversiones, por su disponibilidad de tierras (estimada entre 40 y 70 millones de hectáreas) y un sistema de regulación con normas legales y ambientales relativamente claras y favorables. Señalan además sus posibilidades para conectarse con el cono sur de África para aprovechar el *know-how* brasilero y los valores mucho más bajos de la tierra en esa parte del continente.

De los encuestados por la firma HighQuest Partners (*op. cit.*), el 83% indicó que la superficie agrícola adquirida o arrendada a largo plazo se dedicaba a la producción de cultivos utilizados como materias primas (oleaginosas, maíz, trigo y cereales forrajeros), con un 13% invertido en ganadería (carne, lácteos, ovinos y porcinos) y el 4% en cultivos permanentes como caña de azúcar y la viticultura e infraestructura agrícola (principalmente en almacenamiento). La inversión en derechos de agua, infraestructura y otros aspectos a lo largo de la cadena de valor (distribución de insumos agrícolas, almacenamiento, transporte y procesamiento primario de alimentos y combustible / aplicaciones industriales) eran de importancia secundaria. Sin embargo, existe interés creciente en inversiones que incrementen el valor de las propiedades agrícolas, como el transporte y la infraestructura logística que permita ampliar mercados.

El impacto local de estas inversiones no era visto como importante en los mercados desarrollados, como los de América del Norte pero sí en Europa del Este, América del Sur y África en donde se reportan beneficios de empleo para las mismas organizaciones o en las empresas que prestan servicios o productos a su funcionamiento y en otros propietarios de tierras de cultivo que operan en la misma región. Los encuestados indicaron que prefieren contratar y capacitar a los administradores locales en lugar de traer gerentes expatriados, lo que resulta en una transferencia de nuevas tecnologías y habilidades profesionales a la población local. Las firmas encuestadas en ese estudio reportaron que incluyeron 4.116 empleados agrícolas de tiempo completo, con mayores salarios y mejores condiciones de trabajo (en comparación con otras empresas locales) traducidas en superiores políticas de personal (salarios, vivienda e instalaciones de la comunidad). Además de ello, los encuestados afirmaron que sus actividades

de inversión introdujeron prácticas agronómicas y de negocio más eficientes, aumentaron la productividad y la producción, ampliaron el acceso a mercados para los agricultores vecinos (a través de una mayor inversión en infraestructura y logística) y mejoraron el acceso local a insumos y servicios (HighQuest Partners, *op. cit.*).

Todos los encuestados destacaron que la garantía de buenas relaciones con la comunidad local fue un elemento clave de sus modelos de negocio. La financiación de escuelas, hospitales y eventos culturales se realiza comúnmente a cambio de concesiones a largo plazo de arrendamiento de tierras de cultivo con los gobiernos. Según el estudio, las operaciones de estas grandes explotaciones agrarias son también a menudo los mayores y más cumplidos contribuyentes en el pago de impuestos, lo que permite ampliar la base tributaria para las comunidades locales.

En general, los encuestados en el estudio de HighQuest Partners (*op. cit.*) indicaron que los gobiernos locales y centrales estaban dispuestos a permitir la entrada de capital privado en sus mercados para desarrollar y transformar tierras e invertir en infraestructura agrícola. Por otra parte, la mayoría de ellos afirmaron que el establecimiento de nuevos protocolos internacionales o de normas para regular la inversión en tierras de cultivo, no representaría un problema para su actividad. Muchos de ellos han desarrollado fuertes relaciones de trabajo con organismos multilaterales como el Banco Mundial, la Corporación Financiera Internacional (CFI) y la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO) sobre prácticas de agricultura sostenible y financiación de iniciativas para acelerar la expansión de sus operaciones. Varios siguen los programas existentes y las prácticas de certificación, como GAP, las prácticas de la FAO, las normas ambientales y sociales IPC, la certificación EUREGAP y las normas ISO de procedimientos internos. El consenso era que esas organizaciones reconocen los beneficios positivos que la inversión privada puede aportar a las economías locales y comunidades...”

Hasta aquí la cita extensa al trabajo de HighQuest Partners (2010). Los observadores independientes pueden concluir que se trata de un proceso limpio y legítimo de inversión de recursos en procesos

agrarios foráneos, animado de muy buenas intenciones e imbuido de las ideas de progreso más genuinamente neoliberales, en donde la competitividad, la ganancia y la libre empresa son los motores del proceso que, atentos al informe citado, también se preocupa por el bienestar de las comunidades y la preservación de bienes naturales.

No obstante, al parecer el asunto no es así de simple. Existe una creciente preocupación mundial porque este tipo de negocios está llevando al acaparamiento de tierras y ello tiene consecuencias significativas en muchos aspectos culturales y ecosistémicos.

Los Principios de la Disputa

En relación con el último aspecto algunos gobiernos y organismos internacionales, decidieron sugerir criterios que pudieran hacer aceptables estos negocios y los condensaron en el documento “Principios de Inversión Agrícola Responsable que Respeten los Derechos, los Medios de Sustento y los Recursos”, conocido por las siglas IAR, formulado desde enero de 2010 por el Banco Mundial, el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD) y la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Se trata de siete principios que los inversionistas pueden suscribir voluntariamente al emprender adquisiciones de tierras agrícolas en gran escala.

En la página web <http://www.responsibleagroinvestment.org/rai/node/232> creada por estas cuatro instituciones para informar sobre estos principios IAR, se pueden leer varios de los argumentos principales que las llevaron a formularlos. Se indica allí que²⁸:

“... El aumento de la inversión en la agricultura en sentido amplio podría tener profundas implicaciones para el futuro de la agricultura y la seguridad alimentaria mundial. Especialmente en los países en desarrollo, la adquisición de los derechos a la tierra, el agua y otros bienes naturales por los inversores extranjeros ha sido particu-

²⁸ Se cita textualmente el documento para entender el nivel del debate que se explica más adelante.

larmente polémica, aunque también existen intereses nacionales de negocios implicados en muchos casos. Es evidente que hay necesidad de más investigación y análisis sobre el alcance, la naturaleza y el impacto de dichas inversiones...

...Por un lado, aumentar la inversión en la agricultura es vital para lograr mayor productividad y producción de alimentos, que a su vez contribuya a la seguridad alimentaria mundial y a la reducción de la pobreza. Ya sea nacional o extranjera, privada o respaldada por el gobierno, la inversión juega un papel clave en la financiación del crecimiento agrícola. Muchos países en desarrollo están buscando activamente atraer la inversión en sus sectores agrícolas, con miras a mejorar la disponibilidad de alimentos, los rendimientos, la producción y su valor agregado, mientras se benefician de explotaciones agrarias y empresas adicionales, mayores ingresos, empleos directos e indirectos, infraestructura productiva, transferencia de tecnología, desarrollo de nuevos productos y mejor acceso a mercados atractivos...

...Por otro lado, las cuestiones relativas a la tierra y a otros recursos productivos tales como el agua, los bosques y los recursos costeros, son complejas e inversiones mal concebidas o ejecutadas, en particular aquellas relacionadas con grandes extensiones de tierra en los países en desarrollo, podrían tener efectos negativos no previstos en términos de estabilidad política, cohesión social, derechos humanos, producción sostenible de alimentos, seguridad alimentaria de los hogares o de protección ambiental para el país receptor. Por otra parte, la población local podría perder el acceso a los recursos de los que dependen. De ello se desprende la urgencia de implementar medidas para mitigar los impactos negativos asociados con la inversión a gran escala internacional en los países en desarrollo...

...Diversas partes interesadas han pedido principios, directrices e incluso códigos de conducta que regulen estas inversiones. La llamada es urgente, porque más de un año ya ha pasado desde que el fenómeno se dio a conocer. Sin embargo, los avances en el terreno siguen siendo limitados...

...Un amplio consenso ha ido surgiendo a través de muchas reuniones y conferencias diferentes para que los gobiernos, el sector privado, la sociedad civil y las organizaciones internacionales, trabajen juntos para desarrollar tales principios, así como un marco internacional y un plan que traduzca los principios a la acción...

...Los principios deberían servir de base alrededor de la cual se diseñe el marco internacional. Sin embargo, la mayoría de los observadores coinciden en que ellos deben ser jurídicamente no vinculantes, tener un mecanismo flexible para la supervisión y deben tener en cuenta circunstancias específicas del país. Los principios clave son los siguientes:

1. **Derechos a la tierra y a los recursos:** deben reconocerse y respetarse los derechos existentes en cuanto a tierra y a los bienes naturales.
2. **Seguridad alimentaria:** las inversiones no pondrán en riesgo la seguridad alimentaria. Al contrario, la fortalecerán.
3. **Transparencia y ambiente propicio:** los procesos para acceder a la tierra y para realizar las inversiones relacionadas serán transparentes, contarán con supervisión y garantizarán la rendición de cuentas.
4. **Consulta y participación:** aquéllos que sean afectados en lo material serán consultados y los acuerdos de tales consultas se registrarán y pondrán en efecto.
5. **Viabilidad económica e inversión responsable en las agroempresas:** los proyectos serán viables en todos sentidos, serán respetuosos del imperio de la ley, reflejarán las mejores prácticas de la industria y tendrán por resultado valores compartidos duraderos.
6. **Sustentabilidad social:** las inversiones generarán impactos sociales y de distribución deseables, y no incrementarán la vulnerabilidad.

7. **Sustentabilidad ambiental:** se cuantificarán los impactos ambientales y se tomarán medidas para impulsar el uso sustentable de los recursos y al mismo tiempo minimizarán y mitigarán los impactos negativos.

El mismo documento indica que el proceso de ponerse de acuerdo sobre los principios y el desarrollo de un marco internacional para su implementación se debe basar en el debate público vigoroso y debe estar sustentado en pruebas y consultas amplias, proporcionando así voz a todas las partes interesadas y por lo tanto reconciliando y apoyando los intereses de los países receptores, las comunidades locales y los inversores. El objetivo primordial es lograr el beneficio mutuo para todos los implicados y promover la responsabilidad de las agroempresas, que optimice el impacto de las inversiones para potenciar al máximo sus beneficios y minimizar los riesgos inherentes a todos los involucrados, logrando así un desarrollo agrícola sostenible e inclusivo en los países receptores.

...También se ha acordado que los esfuerzos a este respecto deben basarse en la experiencia adquirida de buenas prácticas y en el contenido ya desarrollado por diversas directrices, esquemas de estándares o códigos de conducta, ya sean públicos o privados. Los ejemplos incluyen los Principios de Ecuador, la Iniciativa de Transparencia para las Industrias Extractivas (EITI), los Principios de Santiago o las Directrices de la OCDE para Empresas Multinacionales, entre otros...

...Finalmente el documento indica que el proceso de formulación del marco internacional también debe estar en línea y complementarse con otras iniciativas de seguridad alimentaria. Sugiere esquemas de formulación de los contratos de inversión más equitativa y la selección de modelos adecuados de negocio, incluyendo empresas conjuntas, esquemas de agricultura por contrato y marcos legislativos y de políticas adecuadas en los países receptores. Este marco internacional también debe facilitar la recopilación y el intercambio de datos e información, la difusión de lecciones aprendidas y de buenas prácticas y la creación de herramientas analíticas y operacionales. Es en este sentido, en que se creó, a fines de 2009, una plataforma

de conocimiento y de herramientas para abordar las cuestiones de inversión internacional en agricultura de los países de desarrollo...”

De nuevo, los impulsores de estas ideas pueden ver en este documento una preocupación genuina por la direccionalidad y las consecuencias ambientales de tales inversiones. Los principios IAR cubren la mayor parte de las demandas que la sociedad podría formularle a cualquier tipo de inversión agraria. Se interesan por respetar los derechos a la tierra y a los recursos, por la seguridad alimentaria, la consulta y la participación, la viabilidad económica y la sustentabilidad ambiental y social, impulsan una “mejor gestión de las tierras” y al final admiten una serie de riesgos relacionados con estas operaciones (acceso a la tierra de los pobres rurales, especulación, imposición de decisiones por falta de consulta, corrupción, daños ambientales, conflictos violentos...)... ¿No son todos estos ideales a los que aspira buena parte de la sociedad contemporánea? ¿No resulta factible que un código de conducta respetable y respetado por todos, genere bienestar para todas las partes y que a través de él se logren las aspiraciones del desarrollo general, tanto de inversores como de comunidades locales?

Los defensores de este código de conducta, según Borras y Franco (*op. cit*) argumentan, además, que los IAR implican:

- Derechos y autoridades sobre las tierras bien definidos, con especial acento en un sistema de derechos de propiedad privada.
- Identificación clara de las tierras disponibles y de mecanismos para la transferencia de los derechos de tierras públicas.
- Un mejor clima de inversión a través del estado de derecho y la seguridad contractual.
- Políticas agrícolas de base empírica en relación con incentivos, mercados, tecnologías e infraestructuras rurales.
- Facilidades para emprender programas de agricultura por contrato y de cultivos externalizados.

- Mejores sistemas de información de los mercados.
- Mejores servicios de extensión y conocimiento (incluida la banca rural).
- Negociaciones descentralizadas (de base comunitaria).
- Regulación del establecimiento y mantenimiento de acuerdos transnacionales sobre tierras de forma que se proteja a la población y el entorno local y, al mismo tiempo, permita la mayor rentabilidad.

Los autores citados señalan que este último punto es ‘la varita mágica’ de la nueva narrativa sobre la apropiación de tierras: la inauguración de un mecanismo de ‘código de conducta’ internacional mediante el que todas las ‘partes interesadas’ pueden unirse y llegar a acuerdos basándose en una serie de principios predefinidos con respecto a comportamientos y resultados aceptables.

En teoría, afirman Borras y Franco (*op.cit*), un código de conducta (CdC) en estas condiciones podría ser algo apropiado y ventajoso, o cuando menos inocuo ¿No sería beneficioso para la sociedad cultivar tierras aún sin explotar (o poco explotadas) si se pudiera hacer de forma que no se socaven los derechos locales, no se ponga en peligro la seguridad alimentaria local ni se perjudique el medio ambiente? ¿No sería útil contar con un marco claro sobre la propiedad de las tierras y los derechos de uso? ¿Y no sería útil tener un acuerdo sobre las responsabilidades de las distintas partes interesadas (y no sólo sobre sus derechos)? Si el valor fundamental de las instituciones radica en que establecen normas allí donde antes no las había y, de este modo, hacen posible regular comportamientos y resultados (y poner orden en el caos), ¿no sería éste el tipo de situación en que resultaría especialmente adecuado instituir un código de conducta?

Pero las objeciones comienzan inmediatamente, unas de parte de los movimientos sociales y otras de parte de analistas como los autores citados. Veamos las primeras:

Pese al aparente marco de transparencia y a los ideales altruistas que se desprenden de los principios IAR, en general muchos críticos de los movimientos sociales no están contentos con estos planteamientos.

Son varios los asuntos que se derivan de la crítica a estos principios IAR. En primer lugar, es que no son vinculantes u obligatorios. Son voluntarios. Ello quiere decir que pueden pasarse por encima, sin ninguna clase de penalización o que algunos pueden cumplirse pero otros no. En segundo lugar, no fueron consultados. La ONG Amigos de la Tierra Internacional (2011) indica que tales principios de inversión agrícola responsable nunca fueron sometidos a la aprobación de los órganos de gobierno de las cuatro instituciones promotoras, pero tampoco fueron consultados con las comunidades locales o regionales. Aunque tácitamente muchos países los acepten y los promuevan, es sabido que en muchas ocasiones los gobiernos nacionales no responden a la salvaguarda de los intereses colectivos.

En tercer lugar, muchos temen que tales principios sean solo una excusa, una cortina, algo así como una “saludo a la bandera” o, lo que es peor, una importante justificación ideológica, para darle un toque de respetabilidad y legitimidad a procesos que en el fondo se consideran muy lesivos para las comunidades locales, en especial para los pobres.

En abril de 2010, 130 organizaciones y redes de todo el mundo, incluidas algunas de las más representativas alianzas de campesinos, pastores y pescadores artesanales denunciaron esta iniciativa indicando que los principios IAR son una maniobra para legitimar el acaparamiento de tierras y facilitar el control de las corporaciones (extranjeras o nacionales) sobre las tierras agrícolas de los pueblos, lo cual es algo totalmente inaceptable sin importar qué lineamientos se sigan (Amigos de la Tierra Internacional, 2010).

En el mismo sentido se han pronunciado por lo menos otros dos centenares de ONG, grupos ambientalistas, movimientos de la sociedad civil y agrupaciones y sociedades campesinas, de derechos humanos y de justicia social, a través de la denominada declaración de Dakar, realizada durante el Foro Social Mundial realizado en esa ciudad, en

febrero de 2011²⁹. En ella, los firmantes, luego de reconocer los problemas ligados al acaparamiento masivo de tierras, solicitan y exigen a gobiernos y agencias multilaterales, entre otras cosas:

- Finalizar inmediatamente todos los acaparamientos masivos de tierras actuales o futuros y a que se restituyan las tierras saqueadas.
- Dejar de reprimir y criminalizar a los movimientos de lucha por la tierra.
- Establecer un marco efectivo para el reconocimiento y la regulación de los derechos a la tierra para los/as usuarios/as a través de consultas con todas las partes.
- Terminar con la corrupción y el clientelismo que invalidan cualquier intento de gestión compartida de la tierra.
- Poner inmediatamente en práctica los compromisos asumidos en la Conferencia Internacional sobre Reforma Agraria y Desarrollo Rural (CIRADR) de 2006, especialmente, en lo que concierne a garantizar los derechos de los/as usuarios/as de la tierra, la re-activación de procesos de reforma agraria sobre la base de un acceso equitativo a los bienes naturales y el desarrollo rural para el bienestar de todos/as.
- Que las Directrices de la FAO sobre la gobernanza de la tierra y los bienes naturales se basen en los derechos humanos tal como se definen en las diversas cartas y pactos internacionales.
- Instar al Comité de Seguridad Alimentaria Mundial (CSA) para rechazar definitivamente los Principios para Inversiones Agrícolas Responsables (RAI) del Banco Mundial, que son ilegítimos e insuficientes para hacer frente al fenómeno, así como a que incluya los compromisos de la CIRADR y las conclusiones

²⁹ El llamamiento de Dakar se encuentra en <http://www.petitiononline.com/dakares/petition.html>

de la Evaluación Internacional del Conocimiento, de la Ciencia y de la Tecnología Agrícola para el Desarrollo (IAASTD) en su Marco Global de Acción.

La declaración reafirma la supremacía de los derechos humanos sobre los regímenes legales comerciales, financieros y de inversiones internacionales que han hecho posible la especulación con los bienes naturales y los productos agrícolas.

Finalmente, la declaración exige que los estados, las organizaciones regionales y las instituciones internacionales garanticen el derecho a la tierra de los pueblos y que apoyen las agriculturas familiares y la producción agro-ecológica de alimentos y que en sus políticas agrícolas incluyan los diferentes tipos de productores/as de alimentos (pueblos indígenas, pastores/as, pescadores/as artesanales, campesinos/as beneficiarios de las reformas agrarias), con especial atención a las necesidades de las mujeres y de los jóvenes.

Muchos de los puntos de la declaración anterior no pasan de ser deseos altruistas de los firmantes (acabar con la corrupción y el clientelismo o la reactivación de la reforma agraria), pero que no pueden ser agenciados por ninguna de las entidades que apoyan los IAR. Sin embargo, constituyen un norte – objetivo de oposición y resistencia global.

La crítica va más allá: por ejemplo, en el texto citado de Amigos de la Tierra Internacional, se lee que:

“...Las IAR no tienen que ver con facilitar las inversiones en agricultura...intentan crear la ilusión de que el acaparamiento de tierras puede continuar sin consecuencias desastrosas para los pueblos, las comunidades, los ecosistemas y el clima. Esta ilusión es falsa y engañosa...son un intento por encubrir las desigualdades. Después de todo, ni los campesinos, ni los pastores o pescadores artesanales están solicitando vender o arrendar sus tierras.

El acaparamiento agrario impide que vastas extensiones de tierra puedan ser utilizadas ahora y en el futuro por indígenas campesinos,

pastores, pescadores artesanales y nómadas, lo que amenaza seriamente sus derechos a la alimentación y al sustento seguro...de facto es una privatización del agua. La violación de las leyes internacionales de derechos humanos es una parte intrínseca del acaparamiento de tierras, debido a que se llevan a cabo expulsiones por la fuerza, se silencia y se reprime a los críticos, se introducen modelos no sostenibles de agricultura y del uso del suelo que destruyen los ambientes naturales y agotan los bienes naturales, se niega información de modo rotundo y se evita una participación local significativa en las decisiones que afectan la vida de las personas.

Ningún conjunto de principios voluntarios puede remediar estos hechos y estas realidades. No pueden tampoco adaptarse para ser presentados como políticas públicas o regulación estatal...es lisa y llanamente una especulación financiera, totalmente incompatible con la seguridad alimentaria. Enfatiza la mercantilización de la agricultura con el solo propósito de remunerar en exceso al capital especulativo.

Hay quienes creen que promoviendo transparencia en los negocios de adquisición de tierras se puede, de algún modo, conducir a resultados donde “ambas partes ganen”. Sin embargo, incluso si se hiciera con “transparencia”, la transferencia de vastas porciones de tierra, bosques, áreas costeras y fuentes de agua a grupos de inversionistas, de todas formas va a privar a los campesinos, a los pastores, a los pescadores artesanales y a otras comunidades locales de los recursos y el sustento cruciales para las generaciones venideras... El problema es obvio. Estos proyectos de agronegocios —de las 10 mil hectáreas del acuerdo de Malibya en el Office du Niger en Mali, a las 320 mil hectáreas que el Grupo Beidahuang pactó en Río Negro, Argentina— hacen un daño enorme y son profundamente ilegítimos. Intentar compensar la ausencia de legitimidad haciendo que los inversionistas se adhieran a unos cuantos principios es una estafa...”

Las críticas de Borras y Franco (*op. cit.*) son mucho más contundentes y sustentadas que las de los movimientos sociales y colocan el acento en asuntos que pasan desapercibidos, pero que son claves a la hora de entender la complejidad de las relaciones implicadas en el acaparamiento de tierras. Estos autores puntualizan las siguientes

deficiencias de los IAR, que ellos consideran como códigos de conducta (CdC) por lo menos problemáticos:

- Se asume, de forma implícita o explícita, que no hay ningún problema de base con los actuales modelos de industriales de producción y consumo de alimentos y energía que tan estrechamente controlan las empresas transnacionales. El CdC no aborda los graves problemas asociados con la explotación extractiva de tierras (y aguas) en el Sur Global para abastecer las demandas de alimentos y energías de países industrializados.
- El CdC se está fomentando junto con la idea de unas “reserva de tierras agrícolas”, combinado con la imagen de unos sistemas agroindustriales que desempeñan un papel beneficioso al devolver la vida a tierras degradadas, utilizar tierras marginales más plenamente y regenerar las tierras baldías o yermas. Además de nuevas imágenes de satélite (que no muestran a las personas ni sus relaciones históricas con respecto a las tierras o prácticas de sustento), el supuesto de las ‘reservas de tierras’ suele fundamentarse en los datos que ofrecen los Estados de sus censos oficiales sobre el uso de las tierras y las relaciones de propiedad sobre ellas, datos que, por diversos motivos, son muy poco fiables.
- En este proceso, otros usos posibles o reales se hacen ‘ilegibles’ (Scott, 1998 citado por Borras y Franco, *op.cit*) y ello confina inevitablemente a las prácticas y relaciones sociales locales en torno a la tierra, que son distintas y diversas, a los vestigios del pasado; a ser reconocidas pero, a fin de cuentas, no merecedoras de ser tomadas lo bastante en serio como para protegerlas en el futuro. Lo que se puede esperar de este tipo de marco sobre las tierras son más expulsiones y desposesiones en el nombre de la transformación de ‘tierras marginales’ en espacios económicamente productivos.
- Además, la regeneración de las llamadas ‘tierras degradadas’ suele llegar en forma de monocultivos industriales que, aun-

que se presentan como respetuosos con el medio ambiente, generan bastantes problemas ambientales.

- Los partidarios del CdC arguyen que, sin derechos de propiedad sobre la tierra claros el ‘riesgo’ de expulsión y desposesión es alto. Este punto de vista, sin embargo, tiene fallos de base. El hecho de conseguir reconocimiento jurídico de los derechos de los pobres sobre las tierras nunca ha garantizado, de por sí, que éstos sean efectivamente respetados y protegidos ante los tribunales o sobre el terreno.
- La transparencia no asegura necesariamente resultados que sean favorables a los pobres. La transparencia no es sinónimo de rendición de cuentas, especialmente para las ‘partes interesadas’ pobres.
- La cuestión de la representación de los grupos sociales, sobre todo en las comunidades rurales del Sur Global, es problemática, desigual y políticamente discutible, independientemente de si las negociaciones son transparentes. En muchos lugares, una minoría de la elite suele afirmar representar a los pobres, incluso cuando no es así. A menudo y en muchos países, las elites locales fraguan contratos con inversores en el nombre de sus comunidades a pesar de carecer mandato para ello y obviar todo proceso consultivo.
- El carácter voluntario de los acuerdos hace difícil determinar las violaciones de esos acuerdos e imposible que sus autores rindan cuentas. Incluso cuando las partes en cuestión se adhieren formalmente a los principios del consentimiento previo, libre e informado, estos principios raramente se observan y se aplican en la práctica, de forma que se necesitaría una tremenda dosis de poder político, de tiempo y de recursos para asegurar que así fuera.
- Un concepto clave de un CdC es el de ‘asociación de intereses’, pero este concepto de “todos ganan” se suele fundamentar en una perspectiva despolitizada y poco realista de la interacción

entre los varios actores que los despoja de posibles intereses encontrados y los intenta situar en una posición de igualdad. Imaginar una posición de igualdad e intereses complementarios en circunstancias donde no se dan, conducirá muy probablemente a que los pobres salgan perdiendo.

- Otro tipo de asociación que se promueve es el establecido entre ‘transnacionales y agricultor’, también conocido como ‘agricultura por contrato’, por el que se incorpora a los productores campesinos en el complejo agroindustrial de producción de alimentos o energía mediante diversos arreglos contractuales y se aspira a desembocar en escenarios beneficiosos para todos. No obstante, estos acuerdos suelen traducirse en procesos y resultados que favorecen fundamentalmente a las empresas transnacionales e incluso, en algunos casos, se han convertido en una excusa para despejar bosques y plantar monocultivos.

En conclusión, los autores citados indican que un elemento inherente de las propuestas de CdC es la creencia, desprovista de toda mirada crítica, en la benevolencia fundamental de medidas de carácter formal y jurídico, como contratos más claros, derechos de propiedad más claros y seguros (entendidos, por lo general, como derechos privados e individuales), contratos transparentes, la existencia de un consentimiento libre, previo e informado, y el establecimiento de partenariados o sociedades entre el Estado y la sociedad civil. Ninguno de estos puntos es, en sí, necesariamente negativo; de hecho, cada uno de ellos podría tener sus ventajas dependiendo de cada contexto concreto. Pero ninguno de ellos es inherentemente positivo, en la medida en que no pueden garantizar realmente resultados en pro de los pobres. A falta de un marco y un proceso claros que insistan en la importancia de dar prioridad a resultados realmente beneficiosos para los pobres, lo más probable es que los puntos débiles de estos distintos elementos se refuercen cuando se encuadren en un CdC voluntario concebido como *la respuesta* a la apropiación mundial de tierras (Borras y Franco *op.cit.*).

Los Desafíos del Acaparamiento de Tierras a la Agroecología

Como muchos otros temas controversiales (el auge de los biocombustibles, la introducción masiva de plantas transgénicas, el uso de plaguicidas, la generación y transferencia de tecnología), el acaparamiento de tierras plantea serios desafíos a la agroecología, que deben traducirse en procesos de investigación para determinar con mayores probabilidades de acierto, qué es lo que en realidad plantea el fenómeno, cuál es su magnitud, cuáles sus consecuencias y cómo de debería enfrentar.

Borras y Franco (*op.cit*) advierten la necesidad de análisis matizados y de estudios analíticos meticulosos que reduzcan la especulación y que limiten de mejor manera el término utilizado (“acaparamiento de tierras o land grabbing”) que se ha vuelto una especie de “comodín” con puntos débiles que lo han hecho vulnerable a su apropiación por parte de las agendas de élites no democráticas.

En este sentido, indican que es necesario prestar mucha atención al significado del concepto de “cambio de usos de la tierra”, que encierra por lo menos 14 situaciones diferentes, catalogadas y analizadas en profundidad por los autores citados: desde área productoras de alimentos para consumo que viran hacia la producción de esos mismos alimentos para consumo (A1) intercambio interno (A2) o para exportación (A3); zonas que producen alimentos para el consumo y el mercado local que se redirigen hacia biocombustibles para exportación (B1) o para uso interno, controlados o no por corporaciones (B2a y B2b); áreas de tierras forestales que se reconvierten a producción de alimentos para consumo interno (C1), para los mercados externos (C2) o hacia biocombustibles para uso local (D1) o exportación (D2) y zonas marginales “sin uso”, que se incorporan a las actividades descritas (alimentos o biocombustibles en sus diferentes modalidades y que ellos clasifican en los tipos C3, C4, D3 y D4).

Cada uno de los procesos descritos, representa universos agrarios muy complejos y variados con diferentes juegos de poder, asimetrías de relaciones y consecuencias distintas para los pobres rurales, que significan profundas diferencias en las relaciones de propiedad de la tierra.

En este orden de ideas, Borrás y Franco (*op.cit.*), hacen hincapié, incluso en la necesidad de descifrar qué se entiende por “pobres rurales” categoría a la que podrían pertenecer distintos grupos, como campesinos pobres, pequeños agricultores, jornaleros rurales sin tierra, pueblos indígenas, pastores y pescadores de subsistencia, tanto hombres como mujeres. Es importante recordar, agregan, que “...el cambio de uso de la tierra tendrá impactos distintos en estos diversos estratos de los pobres rurales, así como entre los pobres rurales y los no pobres, como los campesinos ricos, los terratenientes, los prestamistas y los comerciantes. No es posible desglosar el panorama y comprender plenamente el impacto del cambio de uso de la tierra sin desplegar un análisis de clase...”

Indican además estos autores que no todos los cambios en el uso de la tierra son malos *per se* para los pobres rurales y el ambiente y destacan que existen varios acuerdos institucionales impulsados por empresas transnacionales, en que no se recurre a técnicas de producción en monocultivos de gran escala y agricultura industrial, como serían los numerosos convenios de agricultura por contrato establecidos con pequeños agricultores.

Tampoco es estrictamente cierto que el cambio de uso de la tierra sea resultado de la expulsión o desplazamiento de campesinos y pueblos indígenas: “...Los actuales debates sobre estos temas se han fundamentado, en el mejor de los casos, en pruebas anecdóticas y, en el peor, en meras especulaciones. También aquí, es necesario asegurar que se realicen estudios empíricos y meticulosos sobre la cuestión, orientados a responder, entre otras cosas, a grandes preguntas como ¿quién fue expulsado, por qué y cómo? (Borrás y Franco, *op.cit.*).

Adicionalmente los autores sugieren que los pobres rurales no siempre ven este nuevo fenómeno del complejo agroindustrial de alimentos y biocombustibles como algo contra lo que habría que luchar. Muchas veces, se da por sentado que estos grandes acuerdos de tierras son ‘malos’ para ‘la población y las comunidades locales’ y que éstas se oponen o deberían oponerse a ellos.

Por otra parte, advierten que las discusiones y las campañas contra el cambio de uso de la tierra fomentado por las grandes empresas no siempre tratan exactamente sobre el ‘cambio de uso de la tierra’, sino sobre el ‘cambio de uso de los cultivos’. Estos dos fenómenos también se suelen confundir con demasiada frecuencia en la literatura. Pero la naturaleza, la dirección, el ritmo, el alcance y los procesos socio-políticos que los acompañan no siempre son los mismos y, por tanto, es importante distinguir entre ambos.

Por otra parte, advierten, el discurso del acaparamiento mundial de tierras sobre el cambio de uso de éstas se ha centrado en su dimensión global, poniendo un acento casi obsesivo en los llamados ‘nuevos’ apropiadores de tierras, a saber, los Estados del Golfo, China y Corea del Sur. Sin duda, es importante prestar y mantener la atención sobre estos actores, pero ese acento ha restado peso, sin quererlo, al papel clave (ya sea complementario o independiente) desempeñado por el capital nacional y otros actores transnacionales.

En su juicioso y bien documentado artículo sobre el tema, los autores llaman la atención sobre los siguientes aspectos a valorar y estudiar³⁰:

- Establecer en realidad el monto de tierras que cambian de manos en los países nacionales y en sus regiones particulares.
- Distinguir entre distintos tipos de inversionistas (transnacionales, gobiernos extranjeros, firmas nacionales, familias poderosas).

³⁰ Existen otros documentos que pueden consultarse, para profundizar en los desafíos que coloca el tema: <http://www.landaction.org/spip/spip.php?article554&lang=es> / “Destruir responsablemente el campesinado del mundo” por Olivier de Schutter, Bruselas, 4 de junio 2010, <http://www.project-syndicate.org/commentary/deschutter1/Spanish>. / Por qué nos oponemos a los Principios de Inversión Agrícola Responsable (IAR), <http://www.landaction.org/spip/spip.php?article574>. / Llamamiento de Dakar contra el acaparamiento de tierras <http://www.petitiononline.com/dakar/petition.html>. / John Lamb, “Sustainable Commercial Agriculture, Land and Environmental (SCALE) management initiative: Achieving a global consensus on good policy and practices”, Banco Mundial, julio 2009, <http://farmlandgrab.org/post/view/7649>.

- Determinar los efectos de estas inversiones en la revalorización económica de las tierras.
- Aclarar los argumentos que se vierten en pro y en contra del proceso.
- Levantar mapas conceptuales y empíricos de la naturaleza y dirección del cambio de uso de la tierra a distintas escalas locales, regionales y nacionales.
- Determinar las causas, frecuencia, magnitudes y consecuencias de los despojos de tierra.
- Determinar, junto con otros elementos, si las políticas sobre tierras de las agencias internacionales han propiciado acuerdos comerciales (trans)nacionales de tierras (de qué manera y con qué resultados) en lo que se refiere a la situación de los pobres rurales en estructuras agrarias existentes.
- Analizar el cambio a gran escala de uso de la tierra para alimentos o usos forestales a la producción de alimentos y biocombustibles.
- Estudiar los cambios en las relaciones de propiedad de la tierra (distribución, redistribución, no redistribución, reconcentración) para evitar la superficialidad y repetición del debate.

Por parecernos muy pertinentes, finalmente trasladamos algunos de los principales consejos o mensajes que Borrás y Franco (*op. cit*) dejan para guía de las investigaciones futuras sobre el tema:

- En primer lugar, ante las voces de protesta en contra de la actual apropiación mundial de tierras, es importante –incluso vital– distinguir entre las visiones encontradas, las estrategias y las alternativas que presentan distintos grupos y personas. Sin embargo, es igual de importante ir más allá de estas posturas opuestas y examinar con mirada crítica la heterogeneidad de las posiciones dentro y entre ellos.

- Es fundamental trazar los grandes patrones de cambio de uso de la tierra, subrayando las *condiciones* de la integración de los pobres rurales en el emergente complejo agro-industrial de alimentos y biocombustibles o bien el desplazamiento de sus medios de vida o su desposesión, independientemente de si los procesos están impulsados por transnacionales y gobiernos extranjeros o no, y de si la producción de alimentos y biocombustibles está orientada a la exportación o no.
- Desplegar en los análisis las cuatro preguntas clave interrelacionadas de la economía política agraria ¿quién posee qué? ¿quién hace qué? ¿quién recibe qué? ¿y qué hacen con el excedente generado?
- En lugar de reproducir las tablas simplificadas y los registros y procesos estándares de la propiedad de la tierra tal como la concibe y la aplica el Estado, es de vital importancia tomar las *complejas relaciones sociales basadas en la tierra* que existen realmente, como punto de partida de los análisis y acciones políticas, independientemente de las categorías de propiedad de la tierra impuestas o autorizadas por el Estado.
- Priorizar resultados que sean verdaderamente favorables a los pobres exigiría adoptar un enfoque basado en los derechos humanos, lo cual entraña tomarse en serio el derecho a la alimentación y a la tierra.

Otros factores culturales que afectan la estabilidad de los agroecosistemas, no considerados en este libro, son los relativos al comercio internacional, al otorgamiento de patentes de propiedad sobre organismos modificados genéticamente, las diferentes modalidades de crédito agropecuario o distintas presiones ligadas a procesos sociales (inmigración- emigración, cambios tecnológicos, herencias a hijos con distintas visiones del mundo rural, procesos educativos que afectan la permanencia de poblaciones rurales...), todos ellos claves en el estudio de la persistencia en el tiempo de distintos tipos de agroecosistemas.

VI. CAMPOS DE LA AGROECOLOGÍA

De la misma manera en que no se pueden estipular los momentos exactos o las directrices principales que fundan y hacen evolucionar a una ciencia particular, tampoco es posible dictaminar qué ramas del cuerpo teórico principal se abren para desarrollar contenidos y prácticas.

No obstante, la realidad es que los estudios sobre agroecología se multiplican en distintos sentidos y eso hace si no necesario, por lo menos sí interesante que se expliciten los campos del saber que se van explorando, a fin de comprender si de allí emergen teorías y aplicaciones novedosas, que ayuden a la construcción de la totalidad del sistema de conocimientos.

Lo anterior implica aceptar que la agroecología todavía es una ciencia en construcción, que requiere acuerdos no solo sobre la conceptualización y denominación de sus principales fundamentos teórico – prácticos sino también la sistematización completa de las expresiones y variabilidades que expresan los agroecosistemas, en busca de las anheladas leyes predictivas de su comportamiento, porque ¿Cuál es si no, la aspiración principal de esta ciencia, la de predecir, bajo determinadas circunstancias, el comportamiento de sus unidades fundamentales, los agroecosistemas?

Las ciencias emergentes que abren sus propios caminos no poseen prescripciones claras sobre la manera en que se van originando y consolidando subcampos o ejercicios disciplinares autónomos. Ello resulta de la conjunción de varios fenómenos interdependientes como por ejemplo la puesta a punto de novedosos instrumentos metodológicos, del éxito relativo en la predicción de fenómenos o del cúmulo de hipótesis y teorías que se van formulando a través de los ejercicios de ciencia normal.

El autor ya planteó algunas reflexiones en torno a las ramas de la agroecología, cuyas denominaciones pueden amparar esfuerzos similares realizados por distintas escuelas e investigadores independientes. Basados en esas ideas preliminares (León, 2010 y León *et al.*, 2008), a continuación se amplían tales consideraciones, sin perder de vista que la agroecología es una ciencia ambiental, en donde confluyen las visiones, prácticas y metodologías de las ciencias que estudian la naturaleza no humana (ecología y otras ciencias) y las que estudian el comportamiento adaptativo de la especie (la cultura).

La reflexión anterior implica que la agroecología transite por los caminos de la interdisciplinariedad, es decir, que requiera la conformación de equipos de profesionales pertenecientes a distintas disciplinas³¹ y que ellas sean de índoles diferentes. Es claro que un solo individuo puede tener visiones universales y amplias sobre las implicaciones culturales y ecosistémicas del acto agronómico, pero es tal la complejidad del asunto, que es muy posible que su nivel de conocimientos (así sean ellos muy elevados) solo le sirva para trazar los mapas conceptuales generales y guiar la acción en distintos frentes. Pero solamente el equipo interdisciplinario, nutrido desde la fortaleza de las disciplinas y abierto a los intercambios que requiere el abordaje de la dimensión ambiental, podrá entender y validar las interacciones complejas que coloca en juego la totalidad del agroecosistema.

En consecuencia la agroecología, en tanto que ciencia interdisciplinaria y en construcción, está abocada a los retos que implica la conjunción de esas áreas temáticas del conocimiento y que generan discursos novedosos. Unos, que pueden ser considerados como derivados de la dinámica que genera el mismo pensamiento ambiental agrario y otros, que se apoyan en ciencias o en disciplinas que ya están formuladas o que poseen suficientes bagajes teórico - práctico para ser consideradas como tales.

En el primer caso, la agroecología se legitima en espacios de conocimientos nuevos producto del re-enfoque de los objetos y campos

³¹ Los equipos pueden ser multidisciplinarios. La interdisciplinariedad se obtiene en su conjunción y en la redefinición y reacomodación de los discursos monodisciplinarios.

de estudio. Esto puede parecer un tanto simplista, porque se puede pensar que la sola contextualización de una situación (que antes se consideraba sencilla, manejable, susceptible de ser descompuesta fácilmente en sus componentes principales y que, ahora, bajo las lentes de la dimensión ambiental y de la agroecología se perciben como complejas), no bastaría para que el objeto en sí mismo generara conocimientos nuevos. Pero no es así de simplista. En efecto, la investigación ambiental recontextualiza el *momentum*, el desarrollo histórico, las variables y las percepciones de los objetos y campos de estudio y coloca en movimiento las interacciones dinámicas, continuas y profundas que cualifican sus procesos desde los flujos y los ciclos culturales y ecosistémicos.

Esta “puesta en escena” de variables y factores de los mundos separados de la cultura y los ecosistemas genera, en contraprestación, la visibilización de relaciones escondidas entre variables cuyos determinantes o conexiones difícilmente se habían percibido o analizado (por ejemplo entre la compactación de suelos y las políticas de liberación de mercados), modifica el peso específico de algunas de ellas en la comprensión de fenómenos biofísicos o culturales (...¿Qué tanto afecta la regulación de plagas el hecho de que algunas compañías transnacionales financien parte de la actividad de los aparatos científicos nacionales?...) o plantea nuevos retos metodológicos para comprender la complejidad que emerge de la visión propuesta. Todo ello en su conjunto, genera nuevos conocimientos.

En el segundo caso, el acercamiento de distintas profesiones o disciplinas para interrogar al mismo objeto de estudio y compartir los hallazgos, suministra luces nuevas para enriquecer la interpretación disciplinaria. El entomólogo encuentra, por ejemplo, que la dinámica de insectos en los campos de cultivo puede estar influida igualmente por las características edáficas o por las políticas agrarias. El economista puede entender que los flujos de caja y los balances de pérdidas y ganancias deben contar con valoraciones de largo plazo, influidas por la resiliencia del agroecosistema y por su estructura agroecológica, además de otras variables de tipo político. Si analiza más a fondo la situación, notará que la eficiencia energética y las mismas peculiaridades

ecosistémicas de los predios generan otras externalidades y servicios ambientales que no caben en su agenda de análisis clásicos.

Por lo tanto, los estudios que se realicen sobre la naturaleza y evolución de los agroecosistemas, requieren el viraje hacia el diálogo de todas las disciplinas tradicionales y de éstas con los actores y las realidades biofísicas que operan al interior y al exterior de los agroecosistemas. De allí que aparezcan cada vez con mayor fuerza ciencias híbridas como la economía ecológica, la economía política o la antropología ecológica que ayudan a comprender los fenómenos complejos de las sociedades agrarias.

Pero es que también los conocimientos nuevos se desprenden del desplazamiento que hace la agroecología de su objeto de estudio y que, a su vez, la diferencia de las aproximaciones agronómicas anteriores: el acento no es ya la agricultura como fenómeno productivo, ni el sistema agroalimentario en su complejidad social o económica sino el agroecosistema, en su dimensión ecosistémica y cultural. Las preguntas se dirigen ahora a este nuevo objeto, redefinido de manera global. Como se ha visto con anterioridad en este documento, el agroecosistema interrogado de esta manera diversa, desde el ángulo ambiental complejo, empieza a develar su naturaleza, sus comportamientos y reacciones, a dejar ver sus principios rectores y a dejar descifrar sus pautas de manejo. Es una nueva materia, difusa sí, pero aprehensible.

La misma aplicación de los principios y de las metodologías de la agroecología genera nuevas hipótesis y teorías frente al comportamiento de los agroecosistemas, no solo considerados como entes biofísicos o ecosistémicos (fincas o campos de cultivo) sino como unidades ambientales, escenarios y protagonistas de cambios, intereses, presiones y disputas políticas, económicas y sociales.

La comprensión de tales procesos complejos en la doble vía ecosistema – cultura permite que emerjan principios nuevos para regular el comportamiento de los agroecosistemas mayores, que configuran y originan facultades diferenciadoras. Allí donde ello se aplica, el agroecosistema se torna más resiliente, más productivo, más sustentable, en una palabra, “más ecológico” o “más ambiental”.

Y aquí el camino de la agroecología como ciencia que estudia la naturaleza de cualquier agroecosistema (chagras indígenas, milpas nativas, invernaderos agroindustriales, fincas dominadas por cultivos transgénicos, haciendas con plantaciones de palma aceitera, monocultivos de caña, algodones extensos, cafetales diversificados o pequeños predios campesinos de subsistencia...), se cruza con el discurso social, económico y político y propone hipótesis que se aplican para reconvertir agroecosistemas uniformes y homogéneos en agroecosistemas diversificados, autónomos, resilientes, en agroecosistemas ecológicos.

La clave de estas nuevas hipótesis y teorías se pueden expresar, quizás, en por lo menos dos procesos: la emergencia de fenómenos nuevos, producto de la aplicación de principios agroecológicos y en el hecho de que tales fenómenos se puedan atribuir a efectos sinérgicos “*debidos al sistema*”. La resiliencia o capacidad de reacomodación como respuesta a presiones externas, la compensación de servicios ambientales dentro de las mismas unidades de producción, la regulación de insectos o de enfermedades fungosas / bacterianas o las respuestas diferenciales a mercados diversos, producto de la diversificación, son solo algunos ejemplos de cómo se pueden comportar los sistemas agrarios con principios agroecológicos y cómo muchos de ellos se deben a las interacciones de las partes, más que a causas únicas y simples.

El consenso entre agroécólogos sobre sus distintos campos de análisis, no existe todavía, pero se entiende que, en la medida en que se acumule el conocimiento sobre el agroecosistema como objeto autónomo de estudio, se delimitarán campos y espacios teóricos y aplicados y se establecerán límites, aún cuando muchos de ellos sean conjuntos borrosos, porciones de conocimientos nuevos, expresadas en hipótesis y porqué no, en leyes regulatorias. Algunos de ellos se discuten a continuación:

La Agroecología Descriptiva es una rama de la agroecología que, como su nombre lo indica, se propone describir las características e interacciones de los agroecosistemas, como un paso inicial en su comprensión. Enuncia, enumera, cataloga, ordena e integra las distintas manifestaciones de estructura y función de los agroecosistemas mayores y menores, al mismo tiempo que describe y analiza las regulaciones o “leyes”

emergentes que se originan al aumentar, por ejemplo, la complejidad de los agroecosistemas en los pasos de reconversión desde monocultivos hasta policultivos, en el uso simultáneo de varias tecnologías de manejo o en la transformación de su estatus de propiedad desde la tenencia individual hasta los grupos cooperativos o las asociaciones comunidad – estado – empresa privada.

No se conforma solamente con enunciar cuales son los distintos componentes bióticos y sus cruces energéticos, químicos o alimenticios desde la esfera microscópica de los seres ciegos que habitan el universo edáfico, hasta las relaciones macro que establecen las flores, los insectos, los setos vivos y los parches de bosque alrededor de los agroecosistemas, sino que además indaga por la manera en que la sociedad percibe y utiliza tales encadenamientos para sus propios fines. Se aboca, además, a la comprensión de las presiones macroeconómicas y a delinear las tendencias sociales globales que afectan la estabilidad de los sistemas agrarios.

Este campo debería ser ampliado con las descripciones, no solamente de las prácticas de manejo utilizadas por distintos tipos de agricultores, sino también y de manera urgente, con las descripciones informadas de las características culturales en que se desenvuelven dichos grupos, es decir, con referencias constantes a la institucionalidad, las políticas públicas, las redes comerciales, los incentivos económicos, la geopolítica, la fortaleza o debilidad de los aparatos científicos, la existencia de procesos educativos y a las propias motivaciones, dificultades o ventajas que le asignan los distintos productores a los procesos de reconversión. Todo un programa de investigación a largo plazo, puesto que la descripción y el análisis de las formaciones o culturas humanas, pasa por variables complejas de tipo demográfico, productivo o político ancladas a sus entornos ecosistémicos.

Como complemento a este campo, aparece la *Agroecología Comparada* que se ocupa esencialmente de clasificar y comparar distintos tipos de agroecosistemas, incluyendo por lo general referencias a agroecosistemas convencionales de revolución verde (RV).

La definición de agroecosistema que se utiliza en este documento permite comprender que ellos pueden ser desde una pequeña huerta habitacional hasta un latifundio extenso de miles de hectáreas, manejados con criterios disímiles entre los polos opuestos de la agricultura ecológica y la agricultura hiperespecializada. Es tan agroecosistema un campo o una finca de monocultivos transgénicos como una chagra indígena, un invernadero de flores para exportación como una granja familiar. La agroecología comparada se dirige entonces a entender tanto las lógicas y razones comerciales, de mercado y de seguridad alimentaria que operan en estos distintos agroecosistemas como sus diferencias o similitudes en los productos que generan, ya sea en términos económicos, de salud, producción, servicios ambientales, ingresos, conservación de recursos u otros factores o variables.

El énfasis puesto en las comparaciones entre agroecosistemas ecológicos y convencionales o de revolución verde, se deriva de la oposición de los paradigmas culturales que ellos representan, de las distintas opciones de sociedad que encarnan. La discusión se traslada, entonces, al plano del desarrollo general y al espacio de las discusiones sobre el papel de la tecnología y las consecuencias ambientales de su aplicación en un mundo finito.

El paradigma de la revolución verde expresa visiones del mundo basadas, entre otras cosas, en la acumulación de capital a cualquier precio, la eficiencia en el uso de los factores productivos, la planeación a corto plazo, la distorsión de mercados en beneficio propio, la uniformidad biofísica, la despreocupación sobre las externalidades del proceso y la confianza ilimitada en la tecnología. El paradigma de las agriculturas alternativas, en cambio, enfatizan en la producción de alimentos sanos, la equidad en la distribución de excedentes, la visión a largo plazo, la transformación *in situ* y la generación de mercados locales, la preocupación por la conservación de bienes naturales y la calidad del entorno biofísico para las generaciones futuras y la generación y transferencia de tecnologías apropiadas, adaptadas a las condiciones ambientales de la región.

Las diferencias entre estos dos paradigmas aparentemente irreconciliables, se expresan en muchos factores de orden ecosistémico y cultural,

ampliamente debatidos en distintos círculos: de un lado, aparecen los críticos que le achacan a la RV efectos de polarización en la sociedad, graves externalidades negativas de sus procesos productivos, afectación de la salud de seres humanos y otros fenómenos negativos y de otro lado se colocan quienes señalan que sin RV el mundo asistiría a hambrunas periódicas y que sus efectos han sido muy positivos en los aumentos de producción y productividad de muchos cultivos, en la lucha contra los insectos plaga y en la reducción de los niveles de riesgo de la agricultura contemporánea.

Algunos teóricos cuestionan la utilidad de tales comparaciones, argumentando con alguna razón que ya pasó el momento histórico de establecer los beneficios o las desventajas de los sistemas de base agroecológica *versus* aquellos obtenidos de los sistemas que mantienen los preceptos de la revolución verde. Es decir, manifiestan que ya es suficiente la evidencia acumulada de la degradación de recursos y de los efectos negativos sobre la salud humana o la estabilidad general del clima que produce el modelo dominante de agricultura convencional, como para invertir mayores cantidades de tiempo y dinero en probar sus desventajas frente a las agriculturas alternativas.

Ello no es del todo cierto. A pesar de que existen numerosos estudios al respecto, todavía se requieren mayores pruebas (y su correspondiente utilización política) para demostrar que los agroecosistemas ecológicos o en general, los sistemas alternativos, reportan mayores beneficios que los convencionales en áreas claves de las actividades humanas. No de otra manera se explicaría, por ejemplo, que los sistemas agropecuarios agroecológicos certificados se encuentren en el mundo alrededor de los 30 o 35 millones de hectáreas, mientras que los cultivos transgénicos se expanden hasta alcanzar alrededor de 148 millones de hectáreas para el año 2010 (ISAAA, 2011).

Por ejemplo, a pesar que se sostiene que existe mayor resiliencia en los sistemas agroecológicos, aún tal concepto no se expresa en índices o indicadores cuantitativos que lo demuestren, algo similar a lo que acontece con las denominaciones de “capacidad de carga” de los territorios, que habría que evaluar en condiciones locales y con indicadores concretos. Faltan comparaciones, además, en el campo

de la situación alimentaria de productores y consumidores, en la valoración energética de los sistemas de cultivo, en la medición de externalidades, en el análisis multicriterio de los bienes y servicios ambientales generados por distintos agroecosistemas, en sus ciclos de nutrientes, en la asimilación de carbono en fin... en sus capacidades generales para promover la sustentabilidad ambiental de las poblaciones rurales.

Como corolario, es necesario insistir de nuevo en que la comunidad científica aún no dispone de referentes taxonómicos claros que permitan el intercambio fluido y confiable de información científica. Deberían emprenderse, con carácter urgente, trabajos que apuntaran a unificar lenguajes en torno a las denominaciones en diferentes escalas, de los agroecosistemas "...que faciliten el intercambio de información y permitan la identificación de factores relevantes de transferencia tecnológica, incluyendo mapas regionales o nacionales de agroecosistemas que muestren su incidencia y dinámica territorial..." (León y Altieri, *op. cit.*).

Las disciplinas señaladas como auxiliares o complementarias para el análisis agroecológico (la *Antropología Cultural*, la *Economía Ecológica*, la *Historia Ambiental* y la *Ecología Política*) permiten comprender con mayor suficiencia la complejidad de las intervenciones humanas alrededor de los agroecosistemas.

Tales disciplinas, un tanto alejadas del pensamiento y de la praxis agronómica tradicional, son claves a la hora de realizar los análisis de contexto que permiten entender y solucionar problemas antaño adjudicados al clima, al suelo o bien a la topografía o, en el mejor de los casos, a la aplicación de los paquetes tecnológicos.

Por ejemplo, la historia ambiental es una disciplina que retoma los acontecimientos pasados y los integra de manera diferente para mostrar cómo, muchos de los acontecimientos históricos que se refieren en los textos tradicionales como si estuvieran desconectados de los escenarios naturales y que son narrados solo como revoluciones políticas o transformaciones sociales, pudieron darse en virtud solamente de determinadas condiciones ecosistémicas o biofísicas, ligadas a la cría

de animales o a las pautas de uso de las tierras. Del mismo modo, esta disciplina señala las repercusiones de muchos actos aparentemente desconectados de las esferas agropecuarias, en el curso posterior y actual de las sociedades, a fin de tomar nota sobre las estrategias para evitar desastres o colapsos debidos a la intensificación y agotamiento de recursos.

La conjunción de tales disciplinas permite al agroecólogo disponer de un arsenal amplio de hipótesis, teorías y herramientas metodológicas para explicar las causas y los resultados de intervenciones privadas o institucionales sobre los agroecosistemas y para planificar su desarrollo ulterior. Es en este espacio en donde aparece una nueva rama de esta ciencia: la *Agroecología Aplicada*, que pretende llevar a la práctica el cúmulo de perspectivas teóricas precedentes.

Muchos productores agrarios, decisores políticos, comercializadores, consumidores e incluso académicos, se preguntan cómo funcionarán en la práctica los principios derivados de la agroecología y allí colocan tanto sus esperanzas como sus críticas.

La agroecología en general y en particular su rama de agroecología aplicada tiende a confundirse con la Agricultura Ecológica (AE)³² porque ambas comparten principios y preceptos de manejo integrado de los agroecosistemas, tendientes a lograr la sustentabilidad ambiental de las unidades agrarias. Por ello es necesario diferenciar estos conceptos, tema que será abordado con mayor detalle en el capítulo VII de este libro.

Tanto la agroecología aplicada o, si se quiere, la agricultura ecológica, exigen elevados niveles de información y conocimientos, porque en uno de sus principales postulados de manejo ambas posturas prescinden tanto del uso de sustancias químicas de síntesis utilizadas comúnmente en la agricultura convencional (AC) para el control de

³² La Agricultura Biológica y la Agricultura Orgánica son otras denominaciones que dan a escuelas similares de agricultura, que por convención general se designan con estos nombres en francés (*Agriculture Biologique*) y en inglés (*Organic Farming System*). No obstante, algunos investigadores no aceptan esta convención porque consideran que existen diferencias sustantivas entre los tres términos.

plagas y enfermedades, como de la incorporación de plantas transgénicas en sus campos de cultivo.

Esta diferencia de perspectiva, de enfoque y de principios filosóficos entre uno y otro modelo agrario (AE versus AC) tiene fuertes implicaciones a la hora de tomar decisiones en campo sobre la instalación, manejo y desarrollo de los cultivos. El hecho de no poseer armas (biológicas o químicas) para matar insectos, hongos, bacterias u otros organismos plantea el manejo agrícola en otro nivel diferente de conceptualización y praxis.

Al no poseer dispositivos de muerte de “enemigos” de los cultivos, los agroécólogos se ven obligados a replantear las bases mismas del manejo agrario, reconociendo de entrada que tales anomalías, enfermedades o ataques de herbívoros no son otra cosa que el resultado de desequilibrios funcionales del sistema. El reto es cómo entender y revertir tales desequilibrios apelando a procesos de bajo costo, alta efectividad y sostenibilidad en el tiempo.

Las respuestas subyacen en el mismo campo productivo y en la comprensión de sus particulares relaciones con el entorno circundante y con la sociedad que maneja los cultivos o las fincas.

La sola observación de las cualidades de la tierra, de las características internas y externas de los suelos y de sus limitantes o potencialidades para desarrollar tal o cual sistema productivo, garantiza de entrada la eliminación de muchos problemas posteriores. El conocimiento de los suelos supresivos a enfermedades fungosas, de los canales naturales de drenaje, de los cambios texturales o de la profundidad efectiva de los terrenos de los predios agrarios, resulta en un proceso de planificación que facilita entender las potencialidades y limitaciones mismas de las fincas y que a su vez, permite eliminar o reducir riesgos biofísicos que puedan afectar el posterior desarrollo de los cultivos.

Los principios de la agroecología aplicada se centran inicialmente, entonces, en el *Diseño de Agroecosistemas* diversificados, utilizando principios de uso de la biodiversidad, reciclaje y reutilización de insumos, basados en la comprensión de la oferta edáfica, de las condiciones

climáticas locales, de la topografía del predio, de su ubicación geográfica y, en fin, de la comprensión de los ciclos naturales y de las múltiples interacciones cultivo-ganado-bosques. Aquí es interesante anotar que el concepto de Estructura Agroecológica Principal de la Finca (EAP) puede jugar un papel fundamental a la hora de planificar la distribución espacial y los propósitos funcionales de la diversidad vegetal.

Otro espacio de amplias repercusiones y de grandes potencialidades de trabajo, es el de generar, validar y transferir *Tecnologías Agroecológicas*, punto de encuentro entre la teoría y la praxis. En efecto, la tecnología a diferencia de los procedimientos técnicos o de la instrumentalización de los oficios, lleva implícita el bagaje teórico necesario para soportar las causas culturales de la intervención biofísica, sus consecuencias ambientales o sus limitaciones generales. De esta manera la práctica agraria ya no es sólo el instrumento aislado o la fría herramienta, sino que tanto prácticas como herramientas o sistemas, vienen acompañadas de las reflexiones necesarias del porqué, cómo, dónde, para quién y cuándo.

Muchas críticas provenientes de la agricultura convencional, cuestionan los procedimientos agroecológicos y sus tecnologías derivadas, porque en opinión de los críticos no pueden resolver problemas a escala comercial, en superficies extensas. Arguyen, como corolario, que la agroecología es una opción para pequeños productores o, en última instancia, para productores que se ligen exclusivamente a mercados alternativos con sellos verdes o sociales.

Aunque en estas líneas no se resolverá este debate, es posible afirmar que la agroecología aplicada en sistemas agroecológicos, propone principios que, ciertamente, se oponen a concepciones de monocultivos que ocupen extensas superficies, pero no por ello se limita a resolver encrucijadas tecnológicas para pequeños productores.

El *quid* de la cuestión radica en que se trata de enfoques diferentes. La agroecología se puede aplicar a extensas superficies comerciales, siempre y cuando éstas se instalen en franjas o en arreglos de policultivos con elementos significativos tanto en superficie como en categorías, de biodiversidad funcional, cerrando la estructura agroecológica principal y apelando a prácticas preventivas más que curativas.

Es cierto que escalar la producción de bioinsumos constituye un reto tecnológico de amplias proporciones, pero también es cierto que la agroecología aplicada propende más por manejar el conjunto del agroecosistema que por utilizar biopreparados o insumos externos a la finca, aunque ellos sean necesarios en muchos momentos de la reconversión.

En este debate resulta clave el aporte de la economía ecológica y de las teorías sociales sobre los “Modos de Vida Sostenibles” (Sustainable Livelihoods) que indican que existen balances de materia o de energía y aspiraciones sociales legítimas en donde la valoración crematística exclusiva le deja su lugar a las valoraciones multicriterio como indicadores del éxito económico, social, político, ecosistémico (en una palabra, ambiental) de las unidades de producción agraria, limitando la ganancia económica como única finalidad de las actividades agrarias.

Las anteriores consideraciones no significan que la agricultura ecológica o la agroecología aplicada le hagan el quite a los desafíos de la generación y transferencia de tecnología y que no sea necesario evaluar los resultados de muchas de tales prácticas agrarias que en la actualidad se transmiten por fuera de los círculos oficiales de los aparatos científicos.

Todo lo contrario. Los agroecólogos están obligados a valorar los efectos indeseables no esperados y los beneficios ambientales de las prácticas agrarias (agroecológicas) que utilizan con frecuencia los agricultores campesinos y aquellas de tipo convencional usada por los productores agroindustriales. En el primer caso, para soportar con datos sistematizados la inocuidad química o microbiológica de los productos que se basan en materiales orgánicos y para certificar sus efectos potencializadores en el vigor y desarrollo vegetales, en la fertilidad edáfica, en la estabilidad del sistema, en la resistencia a herbívoros o a enfermedades o en sus efectos sobre la salud, los ingresos y el bienestar social de las comunidades. En el segundo caso, para proponer modificaciones viables que lleven a la reconversión productiva de tales sistemas convencionales, señalando sus impactos ambientales y las soluciones que provienen desde el pensamiento agroecológico.

VII. DE LA CIENCIA AGROECOLÓGICA A LA AGROECOLOGÍA COMO SISTEMA DE AGRICULTURA Y COMO MOVIMIENTO SOCIAL

En los capítulos anteriores se ha señalado que el término agroecología alude tanto a un nuevo paradigma de la ciencia y de las profesiones, como a un sistema de agricultura alternativa (agricultura ecológica) y a un movimiento socio-político. Tales denominaciones se confunden en el lenguaje diario e incluso en no pocos escritos científicos y técnicos por lo que nunca serán suficientes los intentos por separarlos y aclararlos, tarea que enfrenta múltiples dificultades dado el arraigo popular de la agroecología como movimiento político y fuente de resistencia frente al avance de distintas tendencias modernizantes y neoliberales.

En este caso particular de la ciencia, se trata de un paradigma cultural de gran alcance, que ha desbordado el círculo interior de los especialistas en agroecología y se ha difundido de manera inercial, al resto de la sociedad, tanto a quienes practican sus principios como a quienes los utilizan para la controversia política. Un conjunto borroso, como suelen decir los analistas ambientales en donde, incluso, es muy difícil indicar quién o qué proceso fue primero y cuál es el grado y la intensidad de la influencia recíproca y de las interacciones agroecología – sociedad (Figura 2).

También se indicó que la agroecología como ciencia estudia las relaciones ambientales complejas (ecosistémicas y culturales) de los agroecosistemas, con el propósito fundamental de derivar de estos estudios una serie de principios de manejo que guíen el acto agropecuario hacia niveles de mayor sustentabilidad ambiental de las sociedades (no solamente hacia el desarrollo sostenible, que es un concepto corto y sesgado especialmente hacia el crecimiento económico).

Estos principios conforman el cuerpo principal de manejo de lo que se llama la agricultura ecológica o agricultura de base agroecológica. Estos dos conceptos aunque son similares y en este escrito los utilizamos como sinónimos, en muchos contextos pueden significar cosas diferentes. Por ejemplo, varios investigadores consideran que la “agricultura ecológica” responde a una reglamentación previamente definida por la institucionalidad, expresada en decretos, regulaciones o normas que indican qué, cómo y cuántos insumos se pueden o no utilizar y lo que se denomina “agricultura de base agroecológica”, responde más a ciertos principios universales de manejo de los agroecosistemas, que toman en cuenta la totalidad del agroecosistema mayor y sus relaciones funcionales con los paisajes externos y con sus correspondientes variables culturales.

Son dos conceptos relacionados pero que se bifurcan en el camino cultural. En la literatura también hay confusión cuando se habla de otras denominaciones de agriculturas alternativas (orgánica, biológica, biodinámica, natural, permacultura) que se solapan entre sí en sus intenciones, principios, filosofías y prácticas aunque cada una de ellas conserva varios rasgos distintivos que conservan o le imprimen su identidad. El profesor Mario Mejía (1995) realizó en Colombia un trabajo que delimita tales tendencias de agriculturas alternativas y que puede ser consultado en extenso, para identificar sus principales diferencias.

La confusión aumenta cuando autores reconocidos se refieren a “la agricultura sustentable o sostenible”, que es un concepto que proviene de los debates ambientalistas de las décadas de los años setentas y ochentas del siglo pasado y que hace alusión a mantener el “desarrollo sostenible o sustentable” para las generaciones futuras.

Este concepto ha sido ampliamente criticado (Sachs, 1996) y, como se afirmó en capítulos precedentes, es necesario redefinirlo hacia un concepto más amplio, de “sustentabilidad o sostenibilidad ambiental de la sociedad”, que elimine el sesgo hacia el factor económico o la acumulación de riqueza que pesa sobre este concepto del desarrollo sostenible. Por consiguiente, el término “agricultura sostenible o sustentable” es difuso, alberga cualquier posibilidad tecnológica

(buenas prácticas agrícolas, agricultura limpia, agricultura de bajos insumos) y es utilizado indiscriminadamente por cualquier grupo de actores interesados en demostrar (con cualquier *set* de indicadores) que su sistema productivo es “sostenible”. El ejemplo más representativo de esta cooptación del discurso es la denominada “soya sostenible” que con tanto empeño promocionan los partidarios de la manipulación genética de plantas en Argentina y otros países sojeros.

A pesar de lo anterior, es necesario señalar en este escrito que la comunidad académica distingue claramente la diferencia entre la agricultura de base agroecológica o ecológica y la “agricultura orgánica de sustitución de insumos” que reemplaza productos de síntesis química por productos de origen biológico para enfrentar plagas y enfermedades, pero bajo la misma premisa de dependencia externa y de manejo desarticulado de los agroecosistemas, característico de la agricultura convencional.

En términos muy generales y con las diferencias anotadas por Mejía, es posible indicar que tales sistemas alternativos de agricultura se identifican entre sí y se diferencian de la agricultura convencional (AC) dominante en la actualidad, por lo menos en tres rasgos claves:

1. No utilización de sustancias químicas de síntesis para matar insectos, hongos, bacterias u otros organismos nocivos (plaguicidas).
2. No utilización de plantas transgénicas.
3. Incorporación de los conocimientos ancestrales de comunidades indígenas, afrodescendientes y campesinas.

En el resto de opciones, existe un amplio rango de preferencias que varían en estas agriculturas alternativas: desde el uso de policultivos en lugar de monocultivos, la incorporación en distintos grados de los conocimientos tradicionales y ancestrales, materiales y grados de reciclaje, escalas de combinación de usos de la tierra, el conocimiento y aprovechamiento de las energías cósmicas, acceso diferencial y con

variadas estrategias a los mercados alternativos, el mismo tipo de consumo, el uso de tales o cuales técnicas y tecnologías, el privilegio de instrumentos sociales por encima de los tecnológicos, en fin.

Por lo tanto, los analistas del tema están de acuerdo en que una cosa es la ciencia que estudia todos los tipos de agroecosistemas (agroecología), incluyendo aquellos pertenecientes a la agricultura convencional, de revolución verde, transgénica o de agroindustria y otra cosa diferente, aunque relacionada, es la aplicación de sus conceptos en distintos sistemas, entre ellos en los sistemas de agricultura ecológica o de base agroecológica (AE) o en los sistemas de producción agropecuaria ecológica (PAE). En este escrito y sin definirlos todavía, haremos referencia continua a los sistemas AE o PAE más que a las otras distintas denominaciones de agricultura alternativa.

Por otra parte y en términos estrictos, es posible afirmar que los sistemas agrícolas que ahora identificamos como ecológicos o de base agroecológica, fueron practicados desde la revolución neolítica, hace más de 11.000 años, a lo largo de distintas sociedades que lograron mantener altas tasas de crecimiento poblacional y perdurar hasta nuestros días. En términos reales se puede decir que la humanidad ha practicado la agricultura ecológica (biodiversa, sin uso de agroquímicos ni plantas transgénicas), en gran parte de su historia, sin apelar al uso de esta denominación.

Se ha señalado también que fueron los drásticos cambios originados en la revolución industrial de los siglos XVIII y XIX e impulsados desde la revolución verde de mediados del siglo XX, los que desvalorizaron y ocultaron los conocimientos milenarios de diversos agricultores a lo largo del planeta y que obligaron al resurgimiento de hipótesis, teorías y procedimientos desde el seno mismo de la ciencia occidental, a partir de las cuales se origina el paradigma agroecológico.

La conjunción del re-descubrimiento del acervo de conocimientos depositados en las comunidades antiguas y tradicionales con los aportes realizados por los investigadores profesionales, desemboca en una serie de principios y propuestas de aplicación, que van conformando

el núcleo de la agroecología y que fueron presentados y desarrollados por distintos autores (Primavesi, 1982; Altieri, 1987, 1994, 1995; Sevilla *et al.*, 1993; González, 1992; Mejía, 1995; Pretty, 1995; Lampkin, 1998; Guzmán *et al.*, 2000; Altieri y Nicholls, 2000).

Los principios de la agroecología, en su inicio y en su mayor expresión, son de índole ecológica, pero a medida que se comprende con mayor claridad las conexiones e interdependencias que existen entre los ecosistemas agrarios y las sociedades que los usufructúan, también se van modelando nuevos principios de índole cultural, que redireccionan el manejo de los agroecosistemas hacia objetivos de equidad, tolerancia, respeto, autonomía y solidaridad, más allá de los ya muy deseables propósitos de conservación de bienes naturales o de producción de alimentos sanos.

Una síntesis de todos estos autores mencionados, deja como principios fundamentales de la agroecología, los siguientes, tanto a nivel ecosistémico como cultural (que se presentan sin ninguna jerarquía especial y que han sido replanteados y ampliados en este texto).

PRINCIPIOS AGROECOLÓGICOS EN EL PLANO ECOSISTÉMICO

Tomando como base los principios expuestos por Knight 1980, Reijntjes *et al.*, (1992) y Altieri (1999), el autor presenta, reformulados y ampliados, los siguientes principios ecológicos fundamentales para el diseño y el manejo de agroecosistemas sustentables:

1. Asegurar condiciones de suelo favorables para el crecimiento de las plantas, especialmente con el manejo de la materia orgánica y de la biota edáfica.
2. Optimizar y equilibrar la disponibilidad y el flujo de nutrientes, mediante la fijación de nitrógeno, usando plantas de diferentes hábitos de crecimiento, doseles y estructuras radiculares y con el uso complementario de fertilizantes naturales externos.

3. Reducir al mínimo las pérdidas de biomasa, nutrientes y energía debido a los flujos de radiación solar, aire y agua, manejando micro-climas y controlando el movimiento de aguas y suelos (erosión).
4. Explotar la complementariedad y el sinergismo en el uso de recursos genéticos vegetales y animales, lo que incluye su combinación en sistemas agropecuarios integrados con un alto grado de diversidad funcional.
5. Asegurar la continuidad y diversidad espacial y temporal en los agroecosistemas, a través de diseños múltiples de cultivo (mantener la biodiversidad y la estructura agroecológica principal de los agroecosistemas como la clave de su productividad y estabilidad).
6. Reciclar, manteniendo ciclos cerrados de nutrientes, energía, agua y desechos.
7. Conservar el agua mediante cultivos resistentes a la sequía, técnicas de manejo que ponen énfasis en la cubierta del suelo o creando sistemas integrados de agricultura / acuicultura / ganadería.
8. Controlar las sucesiones vegetales y animales y proteger cultivos mediante diversas estrategias integrales de manejo del agroecosistema para controlar y regular poblaciones de organismos indeseados.

PRINCIPIOS AGROECOLÓGICOS EN EL PLANO CULTURAL

No obstante, desde el punto de vista cultural, existen otros principios básicos de la agroecología, no solo para el manejo de los agroecosistemas sino para su preservación en un mundo sometido a fuertes presiones ambientales. Algunos de estos principios son:

1. Favorecer y mantener la vida en todas sus dimensiones y expresiones.
2. Producir alimentos sanos e inocuos, como obligación ética de los sistemas agropecuarios.
3. Conservar y mejorar los recursos ecosistémicos para que las generaciones futuras dispongan de las mismas oportunidades que las actuales.
4. Solidarizarse con todos los usuarios, consumidores y personas que resulten afectados de distintas maneras durante los procesos productivos.
5. No depender de insumos externos a los agroecosistemas.
6. Fortalecer el intercambio gratuito y oportuno de semillas.
7. Mantener la seguridad y la soberanía alimentaria de productores y consumidores.
8. Rescatar y difundir el conocimiento ancestral campesino, indígena y afrodescendiente para compatibilizarlo con los aportes realizados por la ciencia y la tecnología contemporáneas, en un esfuerzo de síntesis en el diálogo de saberes
9. Promover la participación de todos los interesados en los procesos de decisión política y económica referentes a los PAE.
10. Propiciar la equidad de género y la repartición justa y equitativa de los excedentes agrarios, evitando monopolios que desequilibran la igualdad de oportunidades.
11. Fortalecer la autonomía cultural en todas sus manifestaciones políticas, económicas y sociales.
12. Utilizar tecnologías adaptadas localmente, de bajo impacto ambiental y de fácil acceso económico.

13. Respetar todas las opciones agrarias, como parte de sus respectivas expresiones culturales.

Los principios anotados y otros que se hayan omitido involuntariamente, revelan un espíritu diferente en el abordaje mismo de la producción agropecuaria, una base filosófica distinta a aquella basada exclusivamente en el lucro y una ética superior, que desborda en mucho los límites estrechos de la acumulación de riqueza. Y aquí radica la esencia de la divergencia con los modelos de producción agropecuaria impulsados por la revolución verde: el ideario ideológico, los anhelos de una humanidad practicante de virtudes de convivencia, respeto y solidaridad, el fundamento ético que defiende la vida a toda costa y en todas sus manifestaciones y la moral y los códigos de conducta que se desprenden de tales premisas, en las que no hay concesiones, hacen que ya no coincidan ni los objetivos ni los fines ni las estrategias ni los procedimientos de los sistemas PAE con los de la agricultura convencional o de RV.

Los sistemas de agricultura ecológica (AE) o, mejor, los de producción agropecuaria ecológica (PAE), se definen, entonces, *como aquellos que se adscriben a los principios ecológicos y culturales descritos en las páginas anteriores y que, en su conjunto, reivindican la defensa de la vida en todas sus manifestaciones, el valor de la calidad de los alimentos que se producen, la incorporación de distintas clases de conocimientos y saberes, la generación de tecnologías adaptadas ambientalmente, la conservación de los bienes naturales y la promoción de procesos con equidad y respeto en los planos económico, social y político para garantizar la autonomía y mejorar las condiciones de vida de los productores.*

Las mismas premisas y principios enunciados separan el quehacer científico de los agroecólogos de aquellas actividades científicas típicas de la producción agropecuaria tradicional, así se compartan las bases materiales y los principios físicos o bioquímicos de los fenómenos estudiados. Se puede estar de acuerdo en los porcentajes de constitución proteica de los cuerpos, pero se difiere en la forma de alimentarlos.

El paso siguiente que ocupa nuestra atención es el de analizar la manera en que tales principios se convierten en prácticas novedosas o refuerzan las prácticas ancestrales. Es enfrentar la más pura agromía, el mejor manejo animal posible: la producción agropecuaria sin venenos, sin tecnologías excluyentes, sin maquinarias energéticamente ineficientes, con productores agropecuarios protagonistas y maestros, con aparatos científicos interdisciplinarios e integrados a la práctica política y respaldados por economías solidarias o por economías de prestigio, como lo proclama para la identidad nacional Bonfil Batalla (2010) en su notable libro “México profundo”. Esto es lo que se discutirá brevemente en las páginas siguientes y lo que constituye el núcleo de los desafíos que enfrenta la agroecología como práctica agraria y, como veremos, como opción política:

DE LOS PRINCIPIOS DE LA AGROECOLOGÍA A LA AGRICULTURA ECOLÓGICA.

Nótese, como corolario de lo anterior, que la puesta en práctica de los principios agroecológicos no se refieren únicamente a aspectos de manejo ecológico de insectos o enfermedades, al establecimiento de conectores internos o externos para desarrollar la estructura agroecológica principal de la finca o a la preparación de tal o cual bioinsumo, sino que también de estos principios se generan actitudes y comportamientos “prácticos” que inciden tanto en la formación política de los grupos de productores, consumidores y decisores, como en otros aspectos de la cultura, tales como procesos de educación; sistemas de aseguramiento de la calidad; nuevas relaciones sociales de producción basadas en el respeto y la solidaridad; acciones constantes tendientes a preservar la salud de los seres humanos vía calidad de alimentos y la salud de los seres no humanos vía manejo integral del agroecosistema; conformación de un nuevo paradigma científico; generación y transferencia participativa de tecnologías adaptadas a los requerimientos locales o redes diferentes de comercialización que le otorguen “rostro humano” a las transacciones y acorten las distancias producción – consumo, entre muchos otros aspectos (Figura 15).

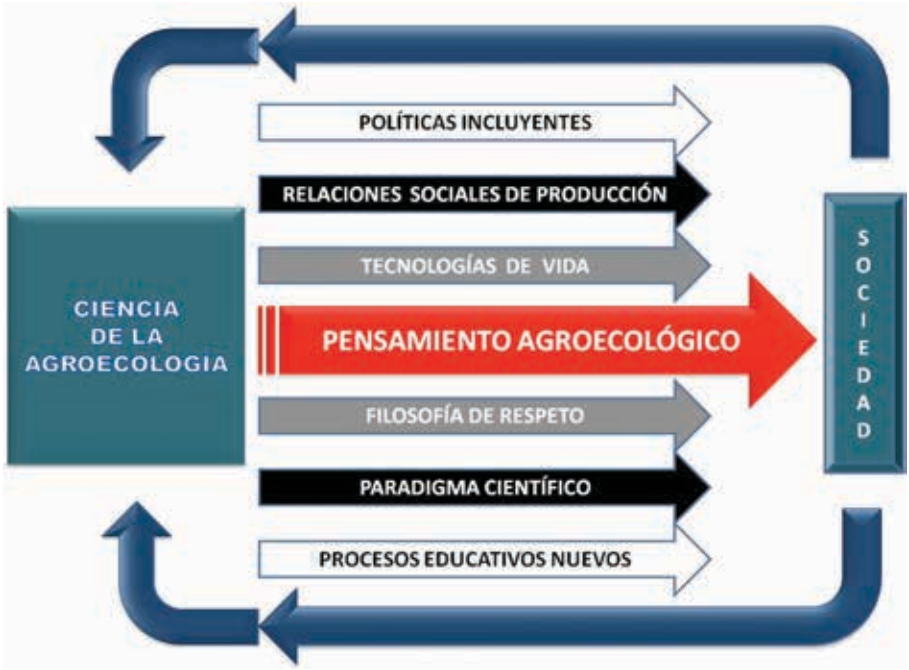


Figura 15. Relaciones recíprocas del pensamiento agroecológico con la sociedad

Es más: incluso cuando se trata de generar y aplicar determinadas prácticas agrícolas, procedimientos o sistemas tecnológicos, la agroecología propone una reflexión general sobre quiénes y en qué contextos ambientales las realizan, incluyendo valoraciones amplias de sus efectos.

La aplicación de un bioinsumo, por ejemplo, no se promociona porque sea solamente eficaz contra algún herbívoro sino porque también existe la posibilidad de su fabricación en la propia finca o de su fácil adquisición local, lo que le imprime rasgos de autonomía a su producción y uso. El bioinsumo debe asegurar también su inocuidad, porque no se justifica que el solo rótulo de “biológico” o “agroecológico” y su fabricación autónoma genere productos que coloquen en riesgo la salud de humanos y de no humanos. En muchas ocasiones, incluso, la agroecología indica que no es necesario utilizar bioinsumos, porque ella promueve el manejo integral de los agroecosistemas

ó MIA (principio 8 en este documento) antes que apelar a la utilización de productos tóxicos, cualquiera que fuere su origen.

Un Caso Paradigmático: El Proyecto Checua

Un ejemplo que tipifica el análisis integral realizado desde la perspectiva ambiental en relación con la generación y transferencia de una tecnología específica de corte agroecológico, lo representa el estudio realizado por Zamudio y León (2008) sobre el proceso de transferencia y adopción de prácticas de conservación de suelos en una región de la altiplanicie andina en Cundinamarca (Colombia). Veamos, con mayor detalle, la cuestión estudiada por los autores mencionados y su análisis ambiental:

La erosión es un problema generalizado y de alta incidencia en el altiplano Cundiboyacense de Colombia (CAR-GTZ, 2000). Estas instituciones indicaban que, alrededor de 100.000 hectáreas que poseían vegetación altamente diversificada en la zona andina de los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, se habían convertido, en las últimas décadas del siglo XX, en suelos “estériles”³³ sin capacidad productiva, mientras que de 300.000 a 400.000 has se habían transformado en zonas degradadas, con graves síntomas de erosión. Indican, además, que el citado proceso de degradación avanzaba a una tasa de 2000 has /año en la región, afectando el sustento de vida para 4000 – 5000 familias, generando abandono de viviendas, migración y pobreza para 4 de cada 5 grupos familiares.

La fuerte erosión generada en estas áreas ponía en grave riesgo, por sedimentación, a la represa de Tibitó que surte parte del agua potable para el Distrito capital de Bogotá y ello llevó a la Corporación Autónoma de Cundinamarca (CAR) a iniciar, desde 1986 y a través del Proyecto Checua, un proceso de transferencia tecnológica de prácticas de agricultura de conservación *con enfoque curativo*, en el marco de un convenio internacional entre los gobiernos alemán y colombiano,

³³ El diagnóstico de estas dos entidades no es adecuado. En términos estrictos, los “suelos estériles” no existen, porque la propia definición de suelo excluye su esterilidad. Hubiese sido mejor utilizar términos como baja fertilidad o productividad.

para detener la erosión y recuperar la cuenca del río Checua (municipios de Nemocón, Tausa y Sutatausa en Cundinamarca), las cuencas adyacentes de los ríos Suta, Ubaté y la laguna de Cucunubá. Este convenio fue asumido, por parte del gobierno alemán por su oficina de cooperación para el desarrollo, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, (GTZ por sus siglas en alemán) y por parte de Colombia por la CAR.

Hacia 1995, bajo un nuevo contrato intergubernamental y con la denominación de Programa de Conservación de Agua y Suelo (PRO-CAS), se iniciaron labores en la Cuenca de la Laguna de Fúquene (para un gran total de 125.000 hectáreas y aproximadamente 14.000 familias campesinas), bajo un paradigma que apuntaba más hacia la prevención de las causas de la erosión y a la transferencia de prácticas de agricultura de conservación de agua y suelo, enfoque que pertenece al marco de la agricultura de bajo impacto (Bejarano, 1998)³⁴, que incluía el uso selectivo y restrictivo de agroquímicos, técnicas de labranza mínima y siembra directa.

La agricultura de conservación transferida por el Proyecto Checua, se basaba en tres principios fundamentales: 1. Mínimo Movimiento del Suelo (MMS) 2. Rotación con Abonos Verdes (RAV) y 3. Uso de Cobertura Permanente (UCP), a la luz de los cuales se desprenden los sistemas de labranza mínima y renovación de praderas.

El MMS se fundamenta en que la preparación del suelo no es estrictamente necesaria para la producción vegetal y se expresa a través de dos prácticas: la siembra directa³⁵ y la labranza mínima. La RAV,

³⁴ El autor citado entendía este tipo de agricultura como un sistema de producción agraria, conservador de recursos, ambientalmente sano y económicamente viable, que implicaba la reducción en el uso de fertilizantes, productos fitosanitarios o combustibles ajenos a la explotación y que por ende implicaba la integración de procesos naturales en la producción, con incrementos de la eficiencia y la salubridad de la explotación, de modo que condujeran a una agricultura de bajo impacto.

³⁵ La siembra directa no es un principio nuevo pues los antiguos egipcios y los Incas suramericanos usaban un palo para hacer hoyos en el suelo, colocaban la semilla y cubrían con tierra. En regiones de selva húmeda tropical de Latinoamérica, África y Asia cientos de miles de hectáreas han sido sembradas directamente bajo condiciones de rotación o desplazamiento, corte con machete

incluye la producción de cultivos comerciales intercalando periódicamente abonos verdes, que son leguminosas, gramíneas o plantas de rápido crecimiento (PROCAS, 2002). El UCP se refiere a que el terreno debe cubrirse la mayor parte del tiempo, ya sea con abono verde vivo o depuesto, praderas, cultivos comerciales o residuos de cosechas anteriores.

La problemática general que planteaba el proyecto Checua, se relaciona con introducción de la labranza cero o la labranza reducida, que son estrategias para no arar los suelos, práctica que se considera no adecuada para las zonas tropicales en donde la radiación solar directa afecta la vida microbiana, la humedad del suelo y los contenidos de materia orgánica, entre otros factores edáficos.

La utilización de maquinaria pesada con implementos como arados de vertedera, rastras y rastrillos ha sido cuestionada por sus efectos sobre la estructura de los suelos y la aparición de fenómenos degradativos (compactación y pisos de arado). En su lugar, la AE promociona la denominada “labranza invertida”, técnica basada en el manejo de las plantas adventicias (antiguamente llamadas malezas) y el uso de herramientas de mano o de tracción animal, que consiste en cortar periódicamente las plantas que cubren la superficie, dejándolas sobre el terreno.

La labranza invertida (que algunos llaman también “siembra directa”), es promovida por varios investigadores como un procedimiento superior, incluso, al procesamiento de materiales orgánicos en forma de compost, puesto que no es necesario movilizar el material

y quema (Seguy y Bouzinac, 2001). En México, por tradición para los cultivos de frijol y maíz, se hace siembra directa sobre una cubierta del frijol “Mucuna”. En el contexto de la agricultura moderna, la siembra directa sin algún cultivo preliminar, fue utilizada en los Estados Unidos a finales de la década de los 40, cuando las Grandes Planicies fueron arrasadas por la erosión del viento (Dust Bowl) que dejaba a su paso enormes áreas devastadas; entonces se desarrollaron los sistemas de labranza de conservación para mantener la superficie del suelo protegida contra este agente erosivo. Hacia 1950 la agricultura de conservación comienza con experimentos de investigación y una limitada adopción por parte de los agricultores, quienes se resistían a sembrar semillas sin hacer el arado para invertir el suelo (Derpsch, 2001).

vegetal de un lado a otro y porque el depositar el producto de los cortes sobre la misma superficie edáfica, genera la materia prima para la acción cortadora de macro y mesofauna que, posteriormente, le deja el campo a los microorganismos, alimentando la cadena trófica y proveyendo *in situ*, los materiales suficientes para diversas formas de vida. Los efectos benéficos de la siembra directa han sido documentados desde hace muchos años por distintos investigadores en relación con su capacidad para detener las pérdidas de suelo y para aumentar la capacidad edáfica de retención de agua (Santana, *et al.*, 1994; Merten, *et al.*, 1996; Venialgo, 1996).

No obstante, en algunas oportunidades y especialmente en monocultivos transgénicos, la labranza cero viene acompañada de aplicaciones masivas de herbicidas para evitar el desarrollo de adventicias. Pengue (2005) ha demostrado cómo, al tenor del desarrollo de estas tecnologías integradas labranza cero – plantas transgénicas, se ha disparado el consumo de herbicidas (glifosato y otros) en Argentina, tipificando un caso paradigmático de cooptación del discurso agroecológico, puesto que, al final, esta tecnología cuando se utiliza dentro de un contexto de monocultivo agroexportador que desplaza y desarraiga seres humanos y se apropia de extensas zonas que producían comida y mantenían ciclos ecosistémicos vitales, genera efectos perversos, disparando la deuda social y ecológica en lugar de servir a la sostenibilidad ambiental de la sociedad.

Por otra parte, no arar o sembrar de forma directa, es una decisión que no siempre resulta fácil de adoptar, porque depende de varias circunstancias, entre ellas de la cobertura que posee el suelo en el momento de iniciar el proceso, de la disponibilidad local de maquinaria o de mano de obra, de la percepción o grado de conciencia que posea el productor sobre la magnitud y las consecuencias de la erosión, del acompañamiento institucional, de las probabilidades de éxito de la práctica y de sus posibilidades para generar ganancias económicas e incluso del grado de conocimiento edáfico de su propia finca que posea el agricultor. En muchas ocasiones no es necesario arar el suelo, esencialmente cuando éste posee una estructura fuerte y bien desarrollada. En otras ocasiones, sin embargo, es preciso arar para desacomodar terrones y en este caso es preferible el arado de cincel al de discos.

El trabajo de Zamudio y León (*op. cit*) se propuso, entonces, evaluar y explicar, desde un punto de vista ambiental, el proceso de adopción de las prácticas mencionadas entre los agricultores de los municipios de Nemocón (Cundinamarca) y Caldas (Boyacá) como aporte al conocimiento de los procesos de transferencia de tecnología en Colombia.

Los investigadores, utilizando instrumentos etnográficos, incluyendo 44 encuestas estructuradas y 54 entrevistas a agricultores (de un total de 79) y 15 encuestas a funcionarios del proyecto PROCAS y de las UMATA³⁶ locales, establecieron el grado de adopción de la agricultura de conservación en los dos grupos de usuarios del Proyecto Chacua, en los municipios citados.

Asumiendo como criterio el número de principios de la agricultura de conservación aplicados efectivamente (Mínimo Movimiento del Suelo, Rotación con Abonos Verdes y Uso de Coberturas Permanentes), encontraron que en Nemocón predominaba la adopción nula (36,84%) y baja (31,57%), es decir, que alrededor del 68 % de los pobladores no adoptaron o adoptaron poco la tecnología propuesta, en tanto que en Caldas existía un 72 % de usuarios con alto grado de adopción.

Las razones que explicarían las diferencias encontradas en el grado de adopción, los autores citados las relacionan con múltiples variables biofísicas, económicas, tecnológicas, sociales, institucionales y simbólicas, entre las que se destacaron las siguientes (Tabla 20):

A nivel biofísico, existen marcadas diferencias de clima, relieve, coberturas y características de suelos en las dos áreas estudiadas, que en lo sustancial, juegan a favor del municipio de Caldas, en donde la adopción es mayor: Caldas presenta suelos con buena calidad y aptitud agrícola, con contenidos moderados de materia orgánica y mejores condiciones de drenaje y permeabilidad. En esta zona dominan los ecosistemas de bosque andino montano y premontano, en relieve quebrado con pendientes entre 25 y 50%, con suelos moderadamente desarrollados (inceptisoles), evolucionando en climas húmedos con

³⁶ UMATA es la sigla de la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria.

distribución de precipitación entre 1.000 y 1.200 mm (Reyes *et. al.*, 1996; IDEAM, 2002).

Entre tanto, Nemocón posee condiciones de aridez que facilitan la erosión, haciendo que la actividad agrícola no solo sea difícil sino que sea poco competitiva o atractiva frente a otras opciones de actividad económica. Es característico el relieve fuertemente inclinado, con pendientes entre 12 y 25%. El clima es frío, subhúmedo a semiárido con bajas precipitaciones y rangos de evapotranspiración entre 900 y 1.100 mm. El índice de aridez de Eugleman describe condiciones entre deficitarias y normales (Ruíz y Calderón, 2004). Predominan los órdenes alfisol, andisol y en menor proporción inceptisoles³⁷, cerca al casco urbano. No por casualidad, las veredas donde se adopta la agricultura de conservación con mayor frecuencia son las de mayores ventajas agroecológicas, es decir, donde hay menos degradación del suelo, mayor disponibilidad de agua o mejor calidad agrícola para los cultivos.

A nivel económico, en las dos zonas no existen estímulos o desestímulos gubernamentales para incentivar o no la adopción tecnológica desarrollada por las dos entidades. La tenencia de la tierra, factor que con frecuencia ha sido importante en la adopción de tecnologías, tampoco expresó una incidencia directa sobre la adopción. En los dos casos existen dificultades en mercadeo, comercialización y ausencia de un nicho de mercado específico para agricultura de conservación.

No obstante, los dos grupos de agricultores indican que son los costos de producción la principal razón para adoptar la tecnología³⁸.

³⁷ Los alfisoles se presentan en paisajes de montaña, especialmente bajo condiciones climáticas frías y secas. En Cundinamarca se presentan los subórdenes udalfs y ustalfs (INGEOMINAS, 2004). Los andisoles se presentan en zonas que han recibido aportes de cenizas volcánicas. Pertenecen a los subórdenes cryands, udands y ustands. Los suelos del orden inceptisol pertenecen a los subórdenes cryepts, aquepts, udepts y ustepts.

³⁸ Según la FAO (2002), la eficiencia económica es quizá el factor primordial que determina el tipo de sistema de producción agrícola empleada por los agricultores, ya que de manera general, las personas dedicadas a una actividad buscan percibir una remuneración satisfactoria, en términos de dinero y están regidas por las leyes de la economía, las cuales exigen que cada actividad tenga su ganancia para hacerla sustentable.

Tabla 19. Costos por hectárea de papa después de usar abono verde vs. papa tradicional (Fuente: PROCAS, 2002).

Concepto	Papa en Labranza Mínima después de abono verde	Papa tradicional con preparación de suelo
Parcelas promediadas	8	6
Costos de abonos verdes	300.000,00	—
Total costos de producción	3.997.988,58	4.054.985,50
Total producción en kilos	19.419,84	16.060,67
Total valor producción	4.360.670,61	3.292.017,50
Ingreso neto	362.682,03	-762.968,00
Costo por kilo producido	205,87	252,48

En la Tabla 19 se muestra el análisis comparativo de los costos asumidos por el productor, para el cultivo de papa, de acuerdo con un estudio realizado por el mismo programa PROCAS, en el que compararon los costos usando labranza mínima después de haber depuesto un abono verde *versus* las condiciones de preparación de suelo con arada, rastrillada, rotoveteada, surcada, desyerba y aporque³⁹.

A pesar de la evidente ventaja del sistema de conservación impulsado por la CAR – GTZ, los autores citados llaman la atención sobre las dificultades que enfrentan los grupos de pequeños agricultores, que carecen de recursos para hacer grandes inversiones y por tanto existen limitaciones para adquirir insumos, maquinaria, semillas o dejar disponibles los abonos verdes para deponer sobre el suelo, factores que fueron detectados por Zamudio y León (*op. cit.*) como limitantes para la adopción.

³⁹ Aunque criterios como costos de producción, inversión, rentabilidad y recursos para producir, son trascendentales para medir la eficiencia de un sistema de producción agrícola, debe tenerse en cuenta que en la comparación de los sistemas convencional y de conservación, no se están incluyendo en términos económicos (en ninguno de los dos casos), las externalidades positivas o negativas, lo cual relativiza la validez de las comparaciones. Indirectamente, la agricultura de conservación implica reducción de costos para entidades que tienen que invertir en la recuperación de cuerpos de agua, dragados, construcción de obras, tratamiento de contaminación, entre otros.

Por otra parte, a diferencia de Caldas, las agroindustrias de flores en Nemocón representan una opción económica muy atractiva para los agricultores, mucho más segura y estable en el tiempo, lo cual tiene una gran influencia sobre la decisión de adopción, no tanto por la tecnología en sí misma, sino por las ventajas económicas que perciben los agricultores para integrarse como trabajadores a esta agroindustria.

En los aspectos tecnológicos, la adopción se ve favorecida por el desarrollo de maquinaria especializada, aunque su administración y mantenimiento es un cuello de botella.

En relación con algunas variables sociales, la edad no parecía tener incidencia en la adopción. En Nemocón, los agricultores encuestados tenían 61 años de edad en promedio y las personas mayores eran las que aún trabajaban en el campo, mientras la población más joven se empleaba en las agroindustrias aledañas o emigraba del municipio. En Caldas, la población estaba en edad productiva, con promedio de 49 años y edades que oscilan entre 23 y 75 años y en esta zona tanto usuarios jóvenes como mayores mostraban interés por temas agrarios y por permanecer en las labores agrícolas.

En cambio, el grado de escolaridad en Nemocón (8.4 años en promedio), sí parecía tener relación con la adopción: a mayor nivel educativo mayor grado de adopción (usuarios con 11 o más años cursados (10,5%) evidencian alto grado de adopción). En Caldas, aunque existía menor grado de escolaridad (5,1 años en promedio), los usuarios identificaban con claridad conceptos de sostenibilidad, aspectos técnicos y otros temas del Proyecto Checua y ello facilitaba el proceso. El asesor agropecuario de la zona afirmaba: “... los campesinos le enseñan a uno, aquí “la cultura” es buena, la gente pide profundizar más en producción más limpia y en la comercialización”. Pero paradójicamente entre más alta la escolaridad mayor era la deserción y la migración: “...a mis hijos les gusta cultivar y piensan permanecer, la labranza mínima es un hecho, la finca se mantiene al 90%. Claro que el bachiller sale y se va, ya no le gusta el campo, ya no quieren saber nada de esto, la mayoría se va a cualquier ciudad...”.

Por otro lado, la génesis del proceso de adopción y transferencia fue diferente en los dos municipios y esto incidió en que la participación de la comunidad fuese también distinta en cada caso. En Caldas, municipio con mayor grado de adopción, la iniciativa fue de un grupo de campesinos, quienes asumieron el liderazgo y generaron su propia empresa alrededor de la agricultura de conservación, mientras que en Nemocón la UMATA fue la entidad que introdujo el sistema en el municipio. Esto marcaba una diferencia radical, pues en el primer caso adoptar surgía como una iniciativa propia, no institucional y el grado de compromiso era, por lo tanto, mayor. En el caso de Nemocón, los agricultores no se identificaban claramente con el proyecto pues en él no veían reflejadas sus expectativas.

El asunto de la transferencia de tecnología mediada por instituciones es complejo y asume varias caras a la luz del debate ambiental: por una parte, se trata de procesos que requieren financiación y esa financiación es solicitada, a menudo, por otras instituciones (llámense ONG, asociaciones, cooperativas, universidades) que muchas veces dependen exclusivamente de tal flujo de dinero para su funcionamiento como entidad prestadora del servicio de asistencia técnica o de transferencia de tecnología. Esta dependencia obligada lleva implícita la obediencia a determinados cánones de política y a ciertos procedimientos administrativos estrictos, porque las instituciones deben rendir cuentas, a su vez, a otras instituciones de control fiscal. La rigidez es la marca de estas actuaciones. Los propósitos generales son dictados por una mesa directiva de personas que, a lo sumo, son bien intencionadas, pero que muchas veces desconocen la realidad cambiante y dinámica de las zonas agropecuarias.

Por otro lado, algunos individuos son capaces de mover los muros institucionales, a base de entusiasmo y dedicación y logran las metas que se proponen...hasta cuando la institución cambia de rumbo o de dirección, bien sea por políticas de ajuste, cambios de personal o por redireccionamiento de las políticas regionales, nacionales o internacionales. Aún así, y a pesar de otras metodologías propuestas desde la agroecología (como la investigación – acción participativa conocida como Campesino a Campesino), la asistencia técnica y la transferencia

Tabla 20. Razones que explicarían el grado de adopción de las prácticas de agricultura de conservación en cada municipio (Fuente: Zamudio y León, 2008)

Subsistema	Factor	Caldas	Nemocón
Biofísico	Condiciones biofísicas*	Erosión moderada a leve. Relativa estabilidad hídrica.	Erosión alta. Clima seco. Acidez en los suelos.
	Equilibrio ecológico	Constancia en el proceso	Inconstancia en el proceso
	Tiempo de duración*	Alrededor de 12 años	Alrededor de 5 años
Económico	Pequeños productores*	Limitaciones económicas	Limitaciones económicas
	Mercadeo	Dificultades	Dificultades
	Nicho de mercado	No valor agregado. Falta de gestión	No valor agregado. Falta de gestión
	Influencia de agroindustrias*	Baja. Poca presencia de industrias. Centros urbanos lejanos o poco influyentes.	Alta. Marcada presencia de industrias. Influencia de Bogotá.
	Estímulos económicos	Ausentes	Ausentes
Tecnológico	Tenencia de la tierra	Mayoría propietarios	Mayoría propietarios
	Opción tecnológica	Agricultura de conservación y sus principios	Agricultura de conservación y sus principios
	Adaptación a las condiciones locales*	Tecnología mejor adaptada	Tecnología poco adaptada
	Maquinaria	Disponibilidad limitada. Poca posibilidad de adquirirla.	Disponibilidad limitada. Poca posibilidad de adquirirla.
	Plagas y malezas	Propias de cualquier cultivo comercial	Propias de cualquier cultivo comercial

Subsistema	Factor	Caldas	Nemoción
Social	Condiciones sociológicas	Escolaridad media. Usuarios en edad productiva. Migración moderada. Organización comunitaria	Escolaridad media alta. Usuarios en edad madura. Alta migración. Poca organización y participación
	Iniciativa de la adopción y participación*	Comunidad. Participación activa	UMATA. Poca participación de la comunidad.
	Asesoría técnica*	Entusiasmo en la asesoría técnica de la CAR, poco interés de la UMATA. Presencia de asesor agropecuario y promotor ambiental. Asesoría horizontal	Poco entusiasmo en la asesoría técnica de la CAR, gran interés de la UMATA. Presencia de asesor agropecuario. Asesoría vertical
	Planificación y ejecución CAR	El principal criterio es el cubrimiento de territorio, medido en hectáreas	El principal criterio es el cubrimiento de territorio, medido en hectáreas
	Estrategias de transferencia	Demostraciones de método, giras, asesoría en campo	Demostraciones de método, giras, asesoría en campo
Simbólico	Coordinación entre instituciones	Alcaldía – Umata. CAR - Proyecto Checua. Gobernación – Secretaría de agricultura. Internacionales – GTZ, KFW. Muy poca coordinación.	Alcaldía – Umata. CAR - Proyecto Checua. Gobernación – Secretaría de agricultura. Internacionales – GTZ, KFW. Aproximaciones de coordinación.
	Políticas agrarias	Importaciones. Estímulos a la agricultura de revolución verde	Importaciones. Estímulos a RV
	Conocimiento local	Reconocimiento y retroalimentación	Reconocimiento moderado
	Relación agricultor – entorno*	Fuerte, mucho interés, proyección en el tiempo	Débil, poco interés, atracción por otras actividades económicas
	Racionalidad campesina para adoptar	Económica, adopta por menor inversión y mayor beneficio	Económica, adopta por menor inversión y mayor beneficio

* Factores determinantes

de tecnología es un mecanismo predominantemente institucional en América Latina (Polanco, 1996).

Igualmente importante resulta el tema de los indicadores que “miden” los resultados de la gestión institucional, tópico que, aunque sea altamente discutible, todas las instituciones deben afrontar, so pena de ser consideradas ineficientes. Para los casos analizados, el criterio de planificación y evaluación del Proyecto Checua se relacionaba principalmente con cantidad de hectáreas incluidas en la agricultura de conservación y cantidad de usuarios.

Sin embargo, este criterios no podía evidenciar, por sí mismo, el impacto del programa en las dimensiones social, económica, biofísica, tecnológica y simbólica, ni el grado de adopción (incluyendo factores cualitativos que incidan en la comprensión, apropiación y permanencia) y menos los efectos directos de las metas, logros e indicadores del Proyecto Checua.

Por otra parte, en el municipio de Caldas la actitud histórica de los asesores agropecuarios y de los promotores ambientales o de campo (refrendada por la opinión expresada por el 90% de los productores encuestados), resultó clave para lograr los altos índices de adopción registrados, pues más allá de ser transferidores, los técnicos fueron gestores de proyectos e impulsores de la organización de comunitaria, despertando en ésta el interés, la comprensión y el entusiasmo por continuar el proceso. En Nemocón la actitud de los asesores de la CAR fue, en mucho, más discreta.

El proceso de transferencia a través de la asesoría técnica, juega un papel esencial en la adopción de la agricultura de conservación. Cuando la asesoría se enfoca de manera horizontal, entre pares (campesino a campesino), como fue el caso de Caldas, tiende a ser más contundente, particularmente en la comprensión de la tecnología y el desarrollo de tejido social alrededor de la misma. Mientras que si la transferencia es vertical, asesor técnico - agricultor, como se constató en Nemocón, puede existir menor receptividad y mayor resistencia a la adopción. Bunch (1982), se refiere a esta actitud del equipo técnico, como el entusiasmo necesario para activar el proceso y conseguir la misma actitud

en otros actores involucrados, desencadenando el interés y por consecuencia la adopción.

En el mismo orden de ideas, el 85% de los receptores y transferidores consideraron la falta de continuidad en la contratación de los asesores como un obstáculo en el proceso. El hecho de tener tanta dependencia hacia la asesoría demuestra que la adopción puede sufrir en términos de sostenibilidad, por falta de autonomía basada en la comunidad y en la infraestructura que se genere durante la vigencia del proyecto en la región, lo cual indica que los objetivos de planificación deben ir más allá del cubrimiento de terreno.

Los aspectos anteriores (entusiasmo, pertenencia a las instituciones y a las comunidades, roles de los técnicos como facilitadores), pertenecen igualmente al mundo simbólico, porque prefiguran la acción. En este nivel de análisis simbólico Zamudio y León (*op. cit.*) detectaron, igualmente, que en Caldas fue un acierto el hecho de tener en cuenta el conocimiento local, recopilado a través de la asesoría de los promotores de campo⁴⁰, (campesino a campesino o transferencia a partir de usuarios destacados), quienes trabajando con sus pares “relajaban” la relación de asesores – productores, retroalimentaban y dinamizaban el proceso de adopción – transferencia.

Igualmente, establecieron que la relación suelo – agricultor en cada municipio era diferente: en Caldas existía un vínculo fuerte del agricultor con su entorno en una relación directa, de reciprocidad e incluso de deber ético para devolver o mantener y retribuir los beneficios obtenidos (el suelo visto como proveedor) y por lo tanto se generaban lazos emocionales fuertes, lo que afectaba notablemente la adopción de tecnologías que propendían por su mejoramiento: 8,3% de usuarios, para describir la labranza mínima, usó expresiones afectivas como: “*es lo más lindo que hay*”, “*si no lo quieren hacer es por pereza*”, “*si todo mundo lo hiciera no habría escasez de pasto y de comida*”.

⁴⁰ Debido a que el promotor ambiental o de campo es un usuario destacado, existe un cierto grado de competencia entre los agricultores, lo que contribuye a la adopción y a la comprensión de la tecnología y sus implicaciones.

Por otra parte en Nemocón, aunque esta relación existía, evidenciaba vínculos mucho más débiles expresados en ideas de dominación del entorno, con pocas referencias afectivas a la tierra (en ninguna de las encuestas o entrevistas directas realizadas se utilizaron frases que por lo menos insinuaran este tipo de relaciones afectivas). De igual manera, la influencia de las ciudades cercanas hacía que el imaginario colectivo en este municipio buscara intereses y expectativas que no se cumplieran desde el trabajo agrícola.

En resumen, las diferencias encontradas por Zamudio y León (*op. cit.*) en los porcentajes de adopción de la tecnología promovida en el proyecto Checua por las entidades CAR – GTZ, se explican por razones de diverso orden: en lo biofísico, existen significativas ventajas agroecológicas para Caldas. En lo económico, las limitaciones financieras propias de los pequeños agricultores y la influencia de actividades económicas diferentes a las agrícolas, limitaron la adopción en ambos municipios, pero especialmente en Nemocón. En lo social resultan fundamentales, la iniciativa personal, la participación comunitaria (campesino a campesino) y la intervención institucional a través de la asesoría técnica (en especial la actitud del asesor) y el tiempo de vigencia del PROCAS en cada zona. En lo tecnológico, la adaptación de la tecnología a las condiciones locales es determinante y en lo simbólico lo es la relación del campesino con su entorno, las actitudes de los técnicos y la valoración de los conocimientos locales.

Lo anterior quiere decir, de alguna manera, que el proceso de generación y transferencia de tecnología, cuando se enfoca desde la agroecología, entra de lleno en el campo ambiental y allí es ineludible considerar los fines, estrategias y resultados, tanto en términos de factores biofísicos y ecosistémicos como los de orden social, económico y simbólico. Este último aspecto casi siempre es subvalorado en los análisis clásicos, pero allí radica parte del éxito del proceso. Como lo afirman los autores citados “...en términos generales, la trascendencia del proceso de transferencia y adopción tecnológica en la agricultura, radica en la posibilidad real de intervenir los paradigmas simbólicos de transferidores y adoptantes, desde los cuales

finalmente, consciente o inconscientemente, se toman las decisiones para transformar el ambiente en sus múltiples acepciones...”

LA AGROECOLOGÍA EN LA FINCA: ALGUNOS DESAFÍOS AGRONÓMICOS / ECOLÓGICOS

El caso descrito en el proyecto Checua para los procesos de generación y transferencia de tecnologías de agricultura de conservación, que implica movimientos mínimos de suelo, uso de abonos verdes y coberturas vegetales, da cuenta de los múltiples aspectos que aborda simultáneamente cualquier análisis integral por parte de la agroecología y del pensamiento ambiental.

El asunto de la complejidad derivada de la aplicación de los principios agroecológicos no es de poca monta: en el campo ecológico solamente, existe una serie de aplicaciones de orden práctico que enfatizan, por ejemplo, la eliminación del uso de sustancias tóxicas, el manejo ecológico de suelos con coberturas permanentes y labranza invertida, el uso de semillas ecológicas, la comprensión y manejo de la biodiversidad funcional, la utilización de la diversidad genética (policultivos, sistemas agroforestales), reciclaje de elementos, uso de tecnologías propias de cada entorno (bioinsumos), integración de la producción animal – agrícola, el desarrollo de una adecuada estructura agroecológica principal de la finca, el manejo ecológico de insectos, la regulación de enfermedades...en fin, todo un acervo de procedimientos que exigen alta intensidad de conocimientos y un entorno cultural (mercados, políticas, infraestructura, relaciones sociales e institucionales, educación), altamente propicio.

León (2007) indica que, desde el punto de vista cultural, la inserción del paradigma agroecológico por lo menos en el medio colombiano, enfrenta varios obstáculos que provienen tanto de la misma organización socioeconómica como de la orilla de la tecnología y de las construcciones simbólicas, especialmente de la ciencia y que se expresan claramente al nivel de las parcelas o fincas agrícolas. Veamos algunos de estos aspectos:

El autor indica que la difusión de la agricultura ecológica en el medio europeo se facilitó gracias a las características más o menos similares de los agricultores en relación con la propiedad de la tierra, el acceso a la tecnología, la infraestructura física de apoyo, las condiciones climáticas regulares y unos suelos con características de mayor uniformidad en relación a las áreas tropicales. El origen mismo de esta opción agrícola se dio como respuesta a una creciente homogenización del proceso agrario, a la pérdida de identidad del agricultor (recordemos que en los países industrializados los porcentajes de agricultores, por no hablar de campesinos, no superan el 2% de la población económicamente activa y que la mayor parte de ellos comparten su actividad agrícola con otras labores cotidianas), a los crecientes fenómenos de contaminación de aguas y suelos y a los movimientos sociales y de opinión pública que reivindican el derecho a una alimentación sana y a un entorno natural agradable.

Lo anterior facilitó los procesos de reconversión de la agricultura de Revolución Verde a agricultura ecológica en los agricultores que así lo desearan, simplemente porque no se estaba arriesgando la seguridad del ingreso familiar, dado que se contaba, además, con un mercado dispuesto a pagar sobre-precios por productos agrícolas libres de plaguicidas. Allí resultaba más fácil “oponerse” y aceptar la totalidad de la concepción ecológica de la agricultura, vista incluso como paquete tecnológico o como sumatoria de prácticas agrícolas.

Pero la realidad colombiana y en general la de los países ecuatoriales o latinoamericanos “subdesarrollados” es fundamentalmente diferente: la propiedad de la tierra es desigual tanto en cantidad como en calidad dada la existencia de los latifundios típicos en las áreas planas y del minifundio de ladera, acompañados de toda una constelación de formas precarias de tenencia o de arrendamiento; la tecnología RV está asociada, incluso de manera parcial, con las explotaciones agroindustriales tecnificadas en tanto que en la economía campesina de ladera las denominadas tecnologías apropiadas son escasas o están aún por crearse; la infraestructura vial o de servicios nuevamente está relacionada con la cercanía a los centros urbanos o industriales del poder y en consecuencia, son crónicas las carencias de carreteras, escuelas, servicios de agua, luz o alcantarillado en las regiones montañosas de

difícil acceso, en donde, además, la mayor presencia efectiva la ejerce el intermediario comercial que se apropia de los excedentes económicos, influyendo fuertemente en los mercados locales.

Adicionalmente, es necesario contar con la gran diversidad biológica característica del trópico que se opone a la formulación de recetas universalmente válidas. Lo que puede ser cierto para una condición de clima, relieve y suelos dada, puede que no lo sea para la misma combinación de factores pero que está siendo manejado por una comunidad humana diferente y al contrario: campesinos con similares niveles de organización pueden responder de manera diferente a una variación sustantiva del entorno biofísico.

No es lo mismo la agricultura de los altiplanos de Boyacá y de Nariño por motivos culturales, como nunca será igual la percepción de la vida de un habitante afrodescendiente del Chocó Biogeográfico a la de un indígena amazónico, a pesar de compartir el mismo bioma de selva húmeda tropical.

En las condiciones anotadas, no es posible realizar una transferencia rápida y eficiente de una serie sucesiva de prácticas, más aún si ellas conllevan un grado significativo de incertidumbre y si se toman en conjunto como un “paquete tecnológico” lo cual constituye una gran dificultad al momento de la aproximación al predio campesino o a la empresa agroindustrial.

Sin embargo, en países como Cuba, la incorporación de los principios AE se ha facilitado porque ha habido una conjunción de múltiples factores económicos, sociales y políticos que han permitido avanzar en el proceso, aceptando los postulados básicos de Bunch (2002) para lograr los objetivos de un exitoso programa de transferencia: a) empezar despacio y en pequeño b) limitar la tecnología c) seleccionar una tecnología apropiada d) obtener éxito rápido y reconocible e) experimentar en pequeña escala f) desarrollar un efecto multiplicador. En otros países y en otras circunstancias, el asunto no es tan fácil. Vale la pena anotar que estos postulados básicos son el fundamento teórico de la metodología Campesino a Campesino (CAC).

Existen varias situaciones que enfrentan al agroecólogo con la realidad de los campos de cultivo y unas de ellas se refieren a la manera de comenzar el proceso de reconversión, desde fincas convencionales a fincas ecológicas o de base agroecológica. Por supuesto que existen múltiples respuestas a esta situación, en función de la enorme diversidad del universo agrario. Pero vale la pena consignar acá algunos apuntes surgidos desde la experiencia de varios agricultores de fincas ecológicas hortícolas en la Sabana de Bogotá, especialmente de la finca Gabeno y de su principal gestora, Brígida Valderrama, complementados con otros resultados y observaciones tomados de la literatura especializada.

Este apartado no pretende exponer ni profundizar temas específicos de diseño, manejo y función de distintos agroecosistemas, ni detallar tecnologías o procedimientos para aumentar la fertilidad de suelos o combatir plagas y enfermedades, para lo cual se sugiere al lector interesado consultar obras que tratan estos tópicos con bastante suficiencia (Gliessman, 1990; 1998; Altieri y Nicholls, 2000, 2007, 2007a; Altieri, 1999). Para examinar prácticas puntuales de distintos insumos y procedimientos en agricultura ecológica u orgánica se recomiendan, entre muchas otras, las obras de Rodale, 1985; Restrepo, 1994; Mejía, 1995; Fundación San Isidro, 2000; Funes *et al.*, 2001; Restrepo y Ishimura, 2004; Pérez, 2004; Corpoica, 2007; Altieri y Nicholls, 2007; Nicholls, 2008 y Restrepo y Pinheiro, 2009.

Lo que se pretende, en los párrafos siguientes, es explorar las relaciones, efectos, razones y consecuencias ambientales que subyacen en las decisiones de los productores, cuando practican los principios de agricultura ecológica. Tampoco se trata de un estudio psicológico ni siquiera superficial de las individualidades o de los mapas mentales que impulsan el proceso, sino una revisión somera de actitudes e interacciones de orden ambiental, que pueden estar escondidas tras la práctica agraria ecológica.

Pasaremos revista, en primera instancia a entender quienes son los productores / agricultores agroecológicos y sus pares: los académicos que optan por esta vía y luego se harán algunos comentarios al proceso

general de reconversión, visibilizando algunos aspectos culturales, usualmente dejados de lado.

¿Cuántos y Quiénes son los Productores Agropecuarios Ecológicos?

Las primeras inquietudes alrededor de este tema se centran en las preguntas sobre cuántos y quiénes son en realidad los agricultores ecológicos y qué es lo que les motiva a reconvertir sus fincas, antes dedicadas a la agricultura RV y ahora en proceso de reconversión.

Resolver esta inquietud es válida, porque ello significa develar relaciones de poder que inciden en la masificación de la AE y en su capacidad contestataria real ante el avance de otros paradigmas agrarios, especialmente los que provienen de la transformación genética de organismos, de la biotecnología dura, de la nanotecnología o de la agricultura industrial.

Antes de continuar, vale la pena una aclaración: en principio puede parecer obvio que los productores agroecológicos en su mayoría, pertenecen a las masas campesinas y que, en la orilla contraria de la AC la mayoría de sus practicantes son productores no campesinos, con vínculos débiles con la tierra y relacionados mayormente con el sector comercial de exportación y con grupos capitalistas poderosos.

Ello tiene excepciones importantes. Para empezar, muchos son los productores de origen indígena o afrodescendiente que practican la agricultura ecológica, de manera ancestral y sin que hubiesen dado este nombre a sus costumbres agrarias. Por otra parte, no todos, y tal vez ni siquiera la mayoría de campesinos son productores ecológicos, contando la población mundial. Es claro que ello puede variar de país a país, de región en región y de localidad en localidad y es también evidente que no existen estadísticas actualizadas suficientes para comprobar esta afirmación o su aseveración contraria, aunque con los datos disponibles es posible realizar las siguientes observaciones:

En países como Colombia, en donde la RV entró con tanta fuerza en los años cincuentas y sesentas del siglo pasado, es posible que cientos,

miles e incluso millones de campesinos se hubieran adscrito a ese modelo, bien fuese a través de la utilización ocasional o permanente de plaguicidas y fertilizantes o bien a través del monocultivo y de la adquisición de maquinaria e insumos funcionales a ese proceso. Forero (2002) argumentaba que los campesinos colombianos generaron sistemas de producción exitosos, vinculados al mercado, apelando a la mejor tecnología disponible en función de sus estrategias para obtener los ingresos suficientes que les permitan atender sus gastos. En ese sentido afirma que la tecnología agroquímica pudo ser el vehículo preferido por los campesinos en la mayor parte de los casos.

Por lo tanto, no todos los agricultores familiares campesinos en Colombia son productores ecológicos y, a juzgar por el comportamiento histórico de las hectáreas agroecológicas certificadas cultivadas en el país, que luego de un incremento sustancial desde el año 2001 y un crecimiento hasta casi 51.000 has en 2006, descendió a 40.190 en 2010 – 2011, es posible que ellos sigan siendo una minoría en el contexto general de la producción agropecuaria colombiana (Figura 16).

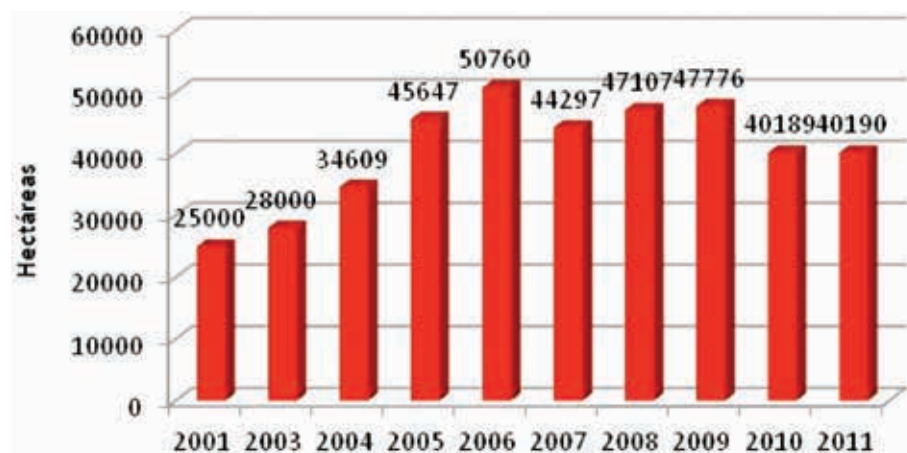


Figura 16. Área sembrada en Colombia con agricultura ecológica certificada (2001 – 2011). El dato de 2011 es provisional. Fuente: MADR, estadísticas internas.

Téngase en cuenta que las casi 40.000 hectáreas certificadas en 2011 no representan más del 1% de la totalidad del uso actual de la tierra que Colombia dedica a la agricultura.

Un análisis similar puede hacerse a nivel mundial, a juzgar por las estadísticas disponibles:

De acuerdo con Willer y Kilcher (2011) las hectáreas dedicadas en el año 2009 a todo tipo de agricultura ecológica certificada en el mundo, incluyendo aquellas en reconversión, llegaban a 37.232.000 hectáreas (35.2 millones en 2008 y 11 millones en 1999). El valor reportado corresponde al 0.9% de las tierras agrícolas del mundo, calculada en 1500 millones de hectáreas (4900 millones para todo uso agropecuario y forestal), aunque algunos países poseen proporciones más elevadas: Islas Malvinas (36%), Liechtenstein (27%) y Austria (18.5%). Siete países poseen más del 10% de sus tierras en AE. El dato suministrado incluye casi 12 millones de hectáreas en pastoreo extensivo en Australia.

Tabla 21. Superficie global utilizada en agricultura orgánica (incluyendo áreas en conversión) en 2009. Fuente: Willer y Kilcher (2011).

Región	Superficie (has)	%
África	1.026.632	2.8
Asia	3.581.918	9.6
Europa	9.259.934	24.9
Latinoamérica	8.558.910	23.0
Oceanía	12.152.108	32.6
América del Norte	2.652.624	7.1
Total	37.232.127	100.0

Nota: Incluye áreas en conversión y excluye áreas de reserva, acuicultura, forestería y áreas no agrícolas de pastoreo.

La baja cifra anterior de área cultivada, estaría expresando, igualmente, un bajo número de agricultores dedicados a estos sistemas de AE alrededor del planeta. En efecto, la misma fuente advierte que en estas actividades se ocupaban 1.8 millones de productores (1.4 millones en 2008) en 160 países.

En América Latina, más de 280'000 productores cultivaron 8,6 millones de hectáreas de tierra de manera orgánica en 2009, lo que equivale al 23% del global mundial en AE y al 1,4% de la tierra dedicada a labores agrícolas en el planeta. Los principales países fueron Argentina (4,4 millones de hectáreas), Brasil (1,8 millones de hectáreas) y Uruguay (930'965 hectáreas). La proporción más alta de tierras agrícolas ecológicas se reportan en las Islas Falkland / Malvinas (35,7 por ciento), la República Dominicana (8,3 por ciento) y Uruguay (6,3 por ciento) (Willer y Kilcher, *op. cit.*)

Los datos anteriores contrastan con las 148 millones de hectáreas sembradas en el año 2010 en cultivos genéticamente modificados que, según el Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones Agrobiotecnológicas (ISAAA por sus siglas en inglés), pertenecen a distintos tipos de pequeños y medianos agricultores. De acuerdo con el reporte anual de ISAAA (2011), durante el año 2010, el 15^{avo} año de comercialización de cultivos transgénicos o cultivos biotech, un récord de 15,4 millones de agricultores sembraron cultivos transgénicos en todo el planeta, de los cuales, más del 90% es decir, 14,4 millones eran pequeños agricultores de escasos recursos en los países en desarrollo. Esta fuente indica que tales estimaciones del número de agricultores beneficiarios son conservadoras debido a “...un desbordamiento de los beneficios indirectos a los agricultores vecinos con cultivos convencionales...” (ISAAA, 2011).

No cabe duda que, de ser ciertas las estimaciones anteriores, tanto en número de hectáreas cultivadas (37.2 *versus* 148 millones) como el de agricultores (1.8 *versus* 15.4 millones) revelan la disparidad de la aplicación del modelo biotecnológico frente al propuesto por la AE y manifiestan la magnitud de reto que ha asumido la agroecología.

Por otra parte, no existe un prototipo definido de productor agropecuario ecológico ni tampoco una sola razón por la cual se inicia el proceso de reconversión. El profesor y pionero de la agricultura ecológica en Colombia, Mario Mejía, afirmaba con razón que “... existen tantos tipos de agricultura como agricultores...” Aunque el autor no realizó un estudio bibliográfico sobre el tema, se atreve a afirmar que son pocos los estudios disponibles que caractericen las

condiciones culturales generales en que se desenvuelven estos productores y aún más escasos deben ser los estudios que dibujen sus perfiles socio-económicos, gnoseológicos, ideológicos y religiosos, su capacidad de actuación política, el mundo de sus sueños y sus deseos, las esferas de relación familiar e institucional que los limitan y, en fin, las investigaciones a profundidad que establezcan el relato general del ser humano que se dedica a la agroecología por convicción o necesidad.

Miles de agricultores campesinos en Cuba han realizado el proceso de reconversión a la AE y este país muestra uno de los mayores crecimientos en Latinoamérica, proceso acompañado de numerosos técnicos que comprenden y aplican los principios agroecológicos, todo ello derivado de la muy conocida situación política y económica de la isla caribeña. Machín *et al.*, (2011) indican que, luego de casi una década de trabajos, para el año 2009 existían en Cuba alrededor de 110.000 familias campesinas vinculadas al Movimiento Agroecológico Campesino a Campesino (MACAC) y más de 15.000 técnicos entre promotores, facilitadores y coordinadores (Figura 17 y Figura 18).

La información anterior es sumamente interesante. El número de agricultores (más de 110.000 familias, es decir, alrededor de medio millón de personas), practican la agroecología en una isla, cuya superficie (11.086.000 hectáreas) es alrededor de una décima parte de la extensión total de Colombia (111.400.000 hectáreas) y con un volumen de técnicos que supera en número a las más exigentes expectativas de cobertura para nuestro país. ¿Si no existiese una conjunción de factores como las que vivió y aún vive Cuba...cómo se llega a tan extraordinarios indicadores en un tiempo tan breve? ¿Si ni siquiera el invierno 2010 – 2011 que dejó millones de damnificados y de pérdidas económicas, logró que se pudieran incluir una o dos líneas sobre agricultura ecológica en el Plan Nacional de Desarrollo...qué tremendo esfuerzo debe hacerse para que Colombia “desatranque” el nudo en que vive actualmente en términos de promoción y desarrollo de la AE? ¿Cómo conseguir que el país entienda la importancia de estos sistemas agropecuarios que están transformando a ritmos acelerados otras regiones de Latinoamérica?

Varios investigadores (Altieri y Toledo, 2011; Machín *et al.*, 2010) no dudan en afirmar que lo que sucede en Cuba constituye una verdadera revolución agroecológica, explicada por las diferentes etapas de revolución, apoyo de la URSS, caída de la ayuda exterior, el famoso “periodo especial” y el aislamiento que sufrió la isla a consecuencia del bloqueo comercial impuesto por Estados Unidos y sus naciones aliadas. Otros datos que se ligan a este crecimiento

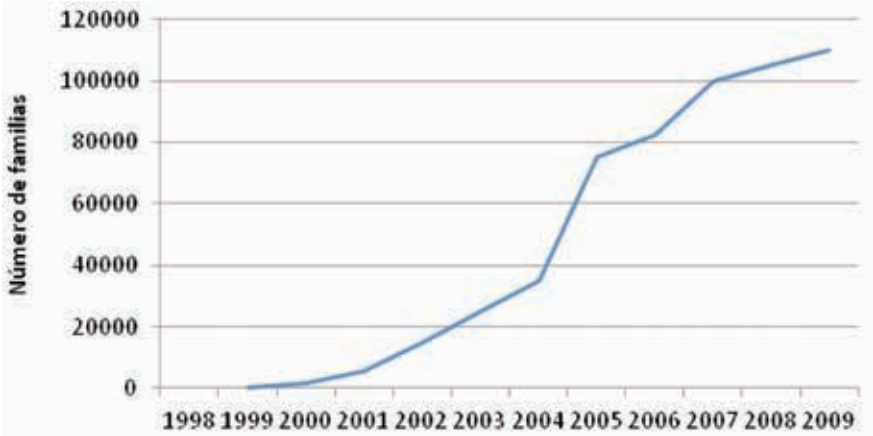


Figura 17. Familias del Movimiento Agroecológico Campesino a Campesino (MACAC) en Cuba (1998 – 2009). Fuente: Machín *et al.*, 2010)

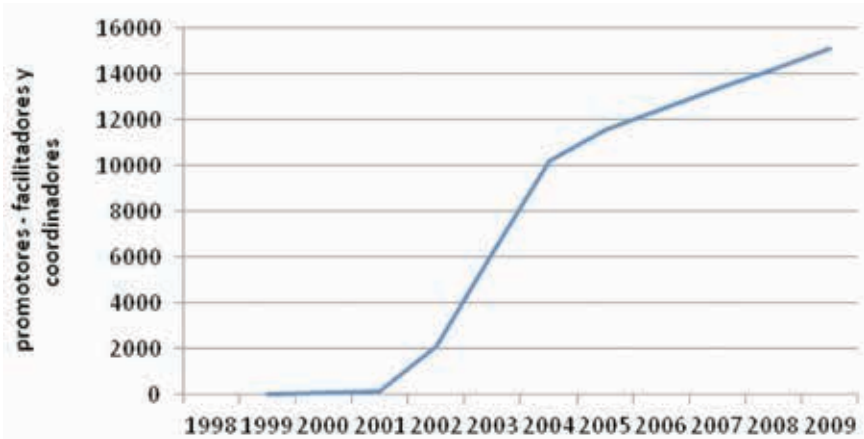


Figura 18. Técnicos promotores, facilitadores y coordinadores del Movimiento Agroecológico Campesino a Campesino (MACAC) en Cuba (1998 – 2009). Fuente: Machín *et al.*, 2010)

rápido de la agroecología en Latinoamérica presentados por los autores citados, indican que por lo menos 10.000 familias en Nicaragua, Honduras y Guatemala están en este movimiento agroecológico, al igual que cerca de 75.000 familias (75 organizaciones) en Bolivia y 12.000 miembros de la Asociación de Productores Ecológicos del Perú, mientras en Brasil el Movimiento de los Sin Tierra (MST) promueve la agroecología entre sus 1.5 millones de miembros (Altieri y Toledo, *op. cit.*).

Sin embargo, el hecho de poseer una determinada cantidad de agricultores, bajo unas condiciones políticas, económicas y sociales dadas, no quiere decir por fuerza que se estructure un determinado tipo de agricultor ecológico, con un perfil definido y diferenciado del resto de productores. El “agricultor ecológico” es un concepto que esconde infinidad de propuestas, perfiles, intereses y vivencias de seres humanos disímiles, variables y fluctuantes, aunque ellos compartan los principios y las prácticas de la agricultura ecológica.

Tampoco en Colombia, país en donde la agricultura ecológica presenta un comportamiento errático, es posible hablar de un prototipo de agricultor ecológico, más allá de las similitudes enunciadas.

El autor dirigió un trabajo de caracterización de fincas y productores ecológicos en la Sabana de Bogotá (Varela, 2009), en 29 fincas dedicadas en su mayor parte a cultivos de hortalizas, aromáticas y productos pecuarios en sistemas agroforestales, ubicadas entre 2487-3082 m.s.n.m en 15 municipios, 2 zonas de vida (Bosque Seco Montano Bajo - Bosque Húmedo Montano Bajo) y tres tipos diferentes de suelos (Typic Melanudands, Humic Eutrudepts y Typic Haplustalfs).

Diversos estilos de agricultura ecológica se entremezclaban en los sistemas estudiados, en los cuales se aplicaban varias estrategias para el manejo de la biodiversidad en tiempo y espacio: policultivos con arreglos en bordes, franjas, socios, intercalados y barreras corta vientos; agroforestería; rotaciones entre familias o cultivos de distintos hábitos (raíz, tallo, hoja); cultivos de cobertura (vivas o muertas) y arreglos agrosilvopastoriles. Para el manejo de la fertilidad del suelo se utilizaban abonos compostados (humus, compost, lombricompost,

Tabla 22. Tecnologías utilizadas en las fincas ecológicas estudiadas en la sabana de Bogotá, 2008 (fuente: Varela, 2009).

Objetivo	Tecnología o práctica	Producto	No de fincas
Mantenimiento de la fertilidad y biodiversidad edáfica	Abonos compostados	Humus, compost, lombricompuesto, bokashi	29
	Caldos microbianos	Super4, supermagro, bioabono y rizosfera	20
	Agroplus	Lactobacilos, bacterias nitrificantes, hongos y levaduras	3
	Microorganismos eficientes	Bacterias fototrópicas (<i>Rhodopseudomonas</i> sp), bacterias ácido lácticas (<i>Lactobacillus</i> sp) y Levaduras (<i>Saccharomyces</i> sp).	3
	Purines	Chipaca, helecho, ortiga, cola de caballo, borrachero, barbasco, cebolla, sauce y sábila	29
	Hidrolatos	ajo – ají	29
	Entomopatógenos	Virus (<i>Baculoviridae</i>) hongos (<i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> , <i>Paecilomyces</i> sp, <i>Lecanicillium lecani</i>) bacterias (<i>Bacillus thuringiensis</i>)	1
Protección a cultivos	Antagonistas	<i>Trichoderma harzianum</i> , <i>T. koningii</i> Botrycid (<i>Burkholderia cepacia</i>)	2
	Biocontroladores	<i>Trichogramma</i> sp	1
	Control alelopático	Ajenjo, ají, albahaca, caléndula, manzanilla, ortiga, ruda y neem	20
	Caldos	Bordelés, sulfocálcico, polisulfuro de Ca.	3

bokashi), producidos en las propias fincas o adquiridos en el mercado (agroplus y microorganismos eficientes). Se usan entomopatógenos, antagonistas y biocontroladores, al igual que purines, hidrolatos y control alelopático.

Sin embargo, en contra de lo que pudiera pensarse al indagar por las características generales de los agricultores en estas fincas, el estudio encontró que los agricultores ecológicos eran en su gran mayoría profesionales (72.41%) en diversas disciplinas (administradores, agrónomos, contadores, educadores, antropólogos, zootecnistas, economistas, tecnólogos agropecuarios y abogados) y solo el 18% restante correspondía a agricultores de menor nivel de educación formal.

Alrededor del 13.79% eran personas que habían aprendido tanto del intercambio de saberes con campesinos, técnicos y asesores, como en libros y en la práctica autodidacta de la agricultura ecológica. En el grupo se encontraron personas que iniciaron su estudio de la agroecología por diversas razones, que iban desde el gusto por el trabajo agrícola y el contacto con la naturaleza, hasta las meramente comerciales basadas en el valor agregado por comercialización de productos con certificación ecológica.

Propietarios en su gran mayoría (96.55%) y con residencia en Bogotá (58.62%), sus ingresos provenían de actividades generalmente diferentes a los obtenidos de la agricultura ecológica. En efecto, el 41.3% de los productores recibían algunos ingresos derivados de la producción ecológica y el 20.6%, aunque poseían cultivos ecológicos, no los comercializaban y por lo tanto no percibían recursos económicos de ellos. Muchos propietarios dependían en mayor medida de los dineros recibidos por su actividad profesional en otros campos. Solamente el 37.9% de los agricultores encuestados dependía directamente de los beneficios económicos derivados de la producción ecológica. La mayor parte de las fincas estudiadas contrataban mano de obra (89.66%) para realizar las labores agrícolas.

Adicionalmente, existía gran incertidumbre en lo que concierne a los recursos que se invierten en esta actividad. El 93.10% de los agricultores encuestados por Varela (*op. cit.*) preferían invertir sus propios recursos a comprometerse con préstamos bancarios, pues los productos ecológicos se ofrecían en nichos de mercado reducidos y no siempre había certeza sobre los ingresos que generaban las ventas, ya que en ocasiones los agricultores se veían afectados por decisiones del intermediario en cuanto a promociones sin previo aviso, devoluciones de

producto por manejo de inventarios en los almacenes o demora en los pagos, entre otros.

Al tratarse de productos perecederos que en su mayoría se comercializan en fresco, la orientación de las ventas era principalmente al mercado nacional (22 de 27 fincas estudiadas - 75.86%), pues los mercados internacionales presentan restricciones logísticas en cuanto a transporte, embalaje y valor agregado de los productos que se pretenden posicionar, siendo más atractivos, aquellos procesados (mermeladas, salsas, pulpas y deshidratados). Lo anterior estaba relacionado con el factor de nivel de organización de los productores, pues algunos de ellos tenían la oportunidad de ofrecer sus productos en el mercado internacional, dadas algunas ventajas que les brindaba el modelo asociativo: mayor capacidad de negociación en mercados internacionales, oferta de volúmenes significativos de producto y capacidad para cubrir los costos de envío y movilización de producto hasta el consumidor. No obstante la cantidad de fincas que trabajaban bajo este modelo era baja (9 de 29 fincas 31.03%) por las dificultades culturales ligadas a estos procesos: falta de compromiso, conflictos de interés, divergencias personales, diferentes estilos de agricultura ecológica e incertidumbre en las demandas.

Aunque el manejo de altos niveles de agrobiodiversidad requiere habilidades para el diseño y un proceso de toma de decisiones dinámico, que conduce al empoderamiento y fomento de procesos participativos (Funes-Monzote, *et al.*, 2009), solamente el 31.03% de los agricultores registrados por Varela (*op. cit.*) estaban asociados, siendo la participación comunitaria apenas del 7% (realización de cursos de extensión, alianzas con UMATAS, intercambio de conocimiento con comunidades circunvecinas u otros agricultores ecológicos). Esto se explicaría por la fuerte orientación al mercado en estos sistemas en los cuales los agricultores compiten entre sí para obtener el sobre precio pagado por los productos orgánicos certificados.

¿Qué quiere decir el conjunto de los datos anteriores? Que más allá del estereotipo que identifica al agricultor ecológico con la economía familiar campesina, existen otros protagonistas, con intereses y formación diferente, que pertenecen a una nueva ruralidad, a una oleada

de propietarios rurales con fuertes raíces urbanas y que se adscriben a la producción agroecológica por motivos ligados bien sea a preferencias alimenticias, conservación de la naturaleza o a intereses de otro tipo, incluyendo, por supuesto, los económicos.

La información suministrada también sirve para delinear un perfil tentativo: productores más que agricultores, con tendencias al individualismo y, por lo tanto, luchando solos por posicionar sus productos en un mercado que no acaba de consolidarse, con poca educación agronómica básica y capacitación deficiente en AE. Algo parecido al productor europeo, cada vez menos agricultor y más propietario neorural, buscando conocimientos y asesorías de cualquier fuente. Aunque el estudio no lo reporta, el acompañamiento institucional o la capacidad regional y local de asesoría técnica en la zona sobre AE es muy baja, casi inexistente.

¿Qué tanto poder político y comercial y qué tanta representación poseen estos grupos, en donde una buena parte de ellos posee educación universitaria relacionada con campos distintos a la agronomía o a la agroecología? ¿Podrán influir en las decisiones de política pública, dado que muchos de ellos pertenecen a las clases altas de la capital de la república? Tales preguntas quedan por esclarecer, así como las que se dirigen a identificar el perfil de los agricultores ecológicos del país y su grado de poder político y representatividad para gestionar y conseguir cambios de política pública. En suma, se requieren estudios etnográficos y antropológicos que guíen la definición de tales perfiles humanos y su interpretación a la luz de postulados políticos.

Agricultores y Técnicos en la Práctica Agroecológica

¿Y cuántos y quiénes son los técnicos, académicos o profesionales en AE que acompañan a estos agricultores? ¿Cuáles son sus perspectivas, formación, conocimientos, aspiraciones, grado de compromiso, liderazgo y capacidad para redirigir procesos complejos y para conectarlos con las esferas de la decisión política? ¿Cómo se interrelacionan con los agricultores ecológicos?

Este documento no tiene la respuesta a las preguntas formuladas y solo puede avanzar algunas ideas preliminares, a partir de la experiencia del autor y de la revisión de la escasa literatura que hay sobre el tema.

El único inventario nacional de agricultura ecológica que se ha realizado en Colombia, describía para 1996 una cantidad aproximada de 396 personas vinculadas a varias entidades públicas y privadas (UMATAs, universidades y ONG) trabajando en distintos aspectos de AE y agroecología (MADR, 1997).

La AE fue impulsada desde los años setentas por distintos grupos, especialmente ONG, entre las que se destacan la Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV) y el Instituto Mayor Campesino de Buga (IMCA) que generaron alianzas y programas académicos con universidades, entre ellas la Universidad Javeriana. Muchas otras entidades (Herencia Verde, Fundación San Isidro, Horizonte Verde, El Hatico, Fundación Natura, el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), la Corporación Colombiana para la Investigación Agropecuaria (Corpoica), Ecofondo, el Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (Pronatta), la Red Nacional de Agricultura Ecológica (Redae), Sunahisca, la Corporación Agros, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), la Fundación Agrobiológica Colombiana e inclusive los ministerios de agricultura y medio ambiente, entre muchas otras), han tenido y tienen programas de distinta índole en AE.

León (2007) indica que los esfuerzos aparecieron en distintas regiones y con propósitos diferentes: se creó la Red Nacional de Agricultura Biológica y Ecodesarrollo (ACABYE) impulsada en el centro del país por Paul Dehousse y Maryluz Gamba; el profesor de la Universidad Nacional Mario Mejía publicó varios libros sobre Agriculturas Alternativas y lideró procesos de reconversión en el valle del río Cauca; La fundación Bioma realizó el inventario de AE en el país; Enrique Murgueitio en el Valle del Cauca consagró importantes esfuerzos al estudio de los procesos ganaderos sostenibles; El Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) de la Universidad Nacional, en unión con el Secretariado Pastoral de Acción Social (SEPAS), realizó trabajos de comparación entre agricultura convencional y agricultura ecológica

en la producción vegetal y en la conservación de suelos en San Gil (Santander). Para esta época Juan Tiznes, Juan Adolfo Bermúdez y Juan Carlos Medina, entre otros, ya iniciaban sus cursos de antroposofía y agricultura biodinámica en Antioquia. Incluso los profesores Miguel Altieri e Iván Zuluaga dictaron un curso de agroecología a finales de la década de 1970 en Palmira (Valle).

Con la información presentada no es posible delinear un prototipo de investigador o técnico agropecuario que represente el ideal de un agroecólogo, pero en principio se pueden adelantar algunos rasgos que ayudan a comprender su papel dentro de la sociedad. Se trata de individuos que tienen en común, por lo menos cuatro características: amor por la naturaleza, inconformidad con el modelo dominante de agricultura, capacidad de síntesis y de análisis que los dota a la vez de visión interdisciplinaria de la realidad y de exigencia en su campo disciplinar y, finalmente, capacidad para relacionarse con agricultores campesinos, indígenas y afrodescendientes de manera tal que pueden establecer lazos profundos de comunicación con ellos y de reinterpretar su propio rol social a la luz de tales experiencias (capacidad de autocrítica).

Acaso sea pertinente acá incluir algunos rasgos del perfil de formación que se espera de los egresados del Programa de Doctorado en Agroecología de las Universidades Nacional de Colombia y de Antioquia (León y Altieri, 2010):

- Liderazgo para la identificación y solución de problemas inherentes al manejo integrado de agroecosistemas en distintos ambientes biofísicos y culturales de la América Latina.
- Capacidad para trabajar en equipos interdisciplinarios, no solo en términos formales de asimilación de nuevos conocimientos provenientes de otras disciplinas, sino también en capacidades de comunicación, respeto por las opiniones diferentes, solidaridad y cooperación.
- Facilidad de integración de conocimientos en miradas amplias sobre los problemas generales que afectan la producción agraria.

- Fortaleza para introducir análisis ambientales en los procesos productivos, que posibiliten su viabilidad tecnológica, ecosistémica, social, política y económica.
- Capacidad de evaluar iniciativas, proyectos, programas y planes de desarrollo o de producción y sistematizar principios y lecciones aprendidas, replicables en otras situaciones.
- Capacidad para transmitir la información científica que pueda influir en el diseño y formulación de políticas agrarias apropiadas.
- Dominio de métodos y metodologías de investigación de las ciencias sociales y de las ciencias naturales, incluyendo procedimientos estadísticos y matemáticos necesarios para desarrollar investigaciones de alto nivel.
- Capacidad para integrar conocimientos y saberes populares con aquellos otros provenientes de disciplinas científicas.
- Capacidad para diseñar y liderar proyectos de desarrollo a nivel de comunidades.

Algunos Elementos para Reconvertir Fincas

Dar el salto desde fincas convencionales, que durante muchos años utilizaron indiscriminadamente toda suerte de productos químicos de toxicología elevada, en patrones de monocultivo que facilitan todo el pesado trabajo agrario de siembra y cosecha y que, además, permiten el combate de cualquier insecto – plaga o de cualquier agente fitopatógeno con sólo adquirir en el almacén agrario local los productos deseados y aplicarlos sin dilación de tiempo a fincas ecológicas que demandan inventiva y conocimientos para identificar la multiplicidad de organismos que habitarán ahora los policultivos de la finca, planear siembras y recolecciones, aprender de los ciclos naturales para manejar insectos y enfermedades, es una decisión que cuesta mucho,

sobre todo a los indecisos o a quienes no se conectan fácilmente con los principios filosóficos expuestos en este libro.

La AE propone un amplio abanico de prácticas agrarias que exigen, además de una cierta perspectiva de la vida, una serie de habilidades y conocimientos que solo se adquieren con el diario vivir, con la práctica cotidiana y con la relación profunda con la tierra. Con razón Vázquez (2010) anota que existen diferencias entre ser agricultor o productor. Este busca ante todo la producción y aumentar los rendimientos, en tanto aquél se preocupa por experimentar, conocer, explicar y difundir. En este sentido, se enfrenta a múltiples cuestiones formuladas desde la AE. Veamos algunas:

En relación con los arreglos de los cultivos, la AE propone la diversificación de los campos agrícolas y la integración de los sistemas ganaderos – agrarios, como respuesta al uso exclusivo de monocultivos, típico del modelo de revolución verde. Muchas experiencias nacionales e internacionales demuestran las ventajas de los cultivos múltiples en términos del índice de Uso Eficiente de la Tierra (que compara los rendimientos de los monocultivos con los que se obtienen en los asociados) y de sus efectos en el control de plagas y enfermedades, reciclaje de elementos y conservación de suelos. No obstante, la diversificación de los campos de cultivo implica decisiones que tienen que ver con el manejo agronómico de las plantas, labores de cosecha y oportunidades de mercado que en ocasiones dificultan su adopción.

Otras técnicas para evitar que el suelo permanezca desnudo en los momentos de preparación de los terrenos como el uso de coberturas vivas o muertas y los abonos verdes, también han sido suficientemente probados en varias condiciones agroecológicas y en la actualidad se considera que pueden ser adoptadas por los agricultores, como parte de los procesos de reconversión de la agricultura convencional a la ecológica. Esta práctica, como ya se anotó, se enfrenta a la ausencia de herramientas diseñadas específicamente para las zonas ecuatoriales o para la AE, a la historia del uso de lotes compactados, a la escasez de maquinaria agrícola adecuada, a las deficiencias en capacitación sobre manejo de implementos y equipos en muchas partes del

país y a la aversión cultural, insertada por años y años de RV, a ver campos de cultivos enmalezados

Igual sucede con el uso de abonos orgánicos, aunque allí subsisten diversos tipos de intereses y obstáculos que impiden su masificación. Son ampliamente reconocidos los efectos benéficos que producen diferentes tipos de compost, residuos de cosechas y de estiércoles (fermentados o no) y caldos trofobióticos (Bokashi, caldo súper 4 o caldo microbiano de rizosfera de finca) tanto en la reactivación de la actividad biológica de los suelos, en la restitución de nutrientes y en la conservación de la materia orgánica, como en los aumentos de producción de los cultivos y en su protección contra plagas y enfermedades.

A pesar que los abonos orgánicos utilizados como fuentes de nutrientes y mejoradores de la calidad físico-química y biológica de los suelos, han demostrado su eficiencia en varios contextos, la posibilidad de reemplazar fertilizantes químicos de síntesis por estos abonos orgánicos no es fácil. Se trata de sortear los intereses económicos de los fabricantes, la respuesta inmediata de los cultivos a la aplicación de productos sintéticos, la disponibilidad de fuentes y la escasez relativa de desechos vegetales y animales en algunas regiones geográficas del país, los mayores requerimientos de mano de obra, la falta de estandarización de las técnicas utilizadas, la variabilidad de los materiales, la ausencia de monitoreo de las calidades de tales productos y, en fin, la relativamente poca investigación científica sobre algunos de estos temas, en especial los relacionados con los caldos trofobióticos.

En relación con el manejo de plagas y enfermedades la AE reconoce que ellas se presentan como parte de los desequilibrios inducidos por el manejo que se hace de los campos de cultivo y, en particular, del recurso suelo.

Al respecto, se poseen varias aproximaciones de manejo de suelos que tienden a equilibrar su nutrición, a evitar pérdidas por erosión y a conservar todas sus funciones ecológicas. Para ello las agriculturas alternativas, además de apelar a las prácticas mencionadas anteriormente,

manejan principios de alelopatía y con base en ellos definen ciclos de rotaciones de cultivos y arreglos espaciales entre plantas que son afines entre sí. Además, la AE ha iniciado el uso de extractos de plantas que se utilizan como purines o hidrolatos para prevenir y/o controlar enfermedades y plagas.

Nuevamente las principales dificultades para utilizar masivamente estas técnicas provienen de la falta de investigaciones sistematizadas sobre propiedades y manejos alelopáticos, procesos de obtención de los biopreparados, principios activos, dosis, épocas de aplicación, evolución de sus cualidades y componentes, estandarización de resultados y efectos ecosistémicos y culturales de los mismos. Al menos en Colombia, el aparato científico y la academia van a la saga de tales procesos de investigación, debido a la magnitud de la tradición y a las presiones productivas generadas tanto por productores convencionales como por fabricantes de agroquímicos, que tienen en estos renglones poderosos intereses económicos.

El proceso de reconversión por lo tanto, no es fácil ni es de una sola vía. Se trata prácticamente de lograr un cambio cultural profundo que afecta a toda la población y que tiene conexiones con el ámbito internacional. Afortunadamente son muchos los países del mundo desarrollado que han incluido expresamente metas de reconversión de agricultura convencional a ecológica presionados por la opinión pública, los cambios en los patrones de producción y consumo y el mercado. Al final, existen ya recomendaciones específicas sobre el qué y el cómo hacer este proceso.

Como se ha aclarado en varias oportunidades a lo largo de este libro, no se trata acá de describir en extenso las prácticas utilizadas por los agricultores para enfrentar con éxito los problemas que se enfrentan al prescindir del uso de plaguicidas en general y de otras técnicas RV y de adoptar los principios de la AE, cuyo esfuerzo supera en mucho los alcances de esta obra y para lo cual los lectores interesados encuentran abundante bibliografía especializada. Sin embargo, es deseable revisar algunas prácticas usuales en la reconversión de fincas convencionales a ecológicas, no tanto para especificar el procedimiento y derivar reglas, sino para poner en

evidencia las variables ambientales que se colocan en juego durante el proceso mismo.

Para ello, en los párrafos siguientes se describe una aproximación, tomada de las notas de clase de un curso impartido en 2009 por Brígida Valderrama, agricultora ecológica de hortalizas en Bogotá, que narra sus dificultades y soluciones en el proceso de reconversión (iniciado en 1982) de un predio de 6 fanegadas sobre suelos Typic melanudands, de estructura degradada, compactados y agotados en su fertilidad por varias décadas de explotación pecuaria y agrícola en cultivos de trigo y cebada.

Brígida y muchos otros horticultores ecológicos que inician el proceso de reconversión, entienden la situación de un predio que viene de tantos años de haber sido sometido a manejos inadecuados de suelo y de aplicación de sustancias tóxicas, en términos de enfermedad. El concepto, trasladado directamente de la medicina a la agromía, genera controversia en no pocos círculos académicos ¿Cómo puede enfermarse una finca o un suelo o un territorio...si ellos no son organismos? ¿Cómo se detectan sus enfermedades...y en todo caso...cuáles serían esas enfermedades..?

Las respuestas subyacen en el mundo simbólico, en las percepciones individuales y colectivas sobre el significado de la naturaleza.

Para la ciencia positiva y en términos estrictos, el suelo no es un organismo porque está definido como una “colección de cuerpos naturales...” y en esta colección la arcilla, la materia orgánica, el mundo invisible de los microorganismos y las miríadas de meso y macroorganismos se conjugan para hacer una unidad visible, tangible, compuesta por infinidad de cuerpos, concepción que es verdadera, a la luz de la experiencia fáctica. Tampoco lo es la finca, que a lo sumo se ve como un agregado de sistemas pero que en el fondo se asume como partes individuales (los cultivos en un extremo, las praderas en otro, los árboles más allá, en el conjunto un poco decorativo de bosques en los linderos).

Pero tal conjunción de cuerpos y de relaciones, también podría ser vista, incluso por la misma ciencia, como un macrocuerpo, como una entidad diferente, con solo cambiar de perspectiva y plantear en serio el asunto de las interrelaciones que predica la teoría de sistemas y su corolario siguiente: los equilibrios.

En efecto, a diferencia de un cuerpo sólido y único unido por piezas conectadas físicamente y que expresa propiedades autónomas de origen, movimiento, reproducción y muerte, el agroecosistema mayor puede entenderse como un cuerpo unido por interrelaciones, muchas de ellas intangibles (poder, autoridad, decisión) y muchas de ellas físicas, químicas y biológicas, que le comunican un cierto orden, una dirección, un destino que genera a la vez dinámicas constantes de cambio y movimiento, en que él mismo se reproduce y a partir de las cuales se desequilibra y, en ocasiones desaparece (de todas maneras las fincas contemporáneas no lo eran, hace apenas uno o dos siglos atrás). Los desequilibrios pueden entenderse como enfermedades en el sentido en que generan procesos que limitan el normal desarrollo del cuerpo, en esta caso la finca y en que pueden restaurarse (curarse), con solo aplicar los procedimientos curativos necesarios y adecuados.

No se requiere, entonces, de una posición cosmológica o de una filosofía metafísica para aceptar que la finca puede ser entendida como un cuerpo, que el suelo representa así mismo, un organismo vital y que los desequilibrios de la una o del otro constituyen sus enfermedades, para las cuales, ciertamente, existen remedios, muchos de ellos desarrollados por los mismos agricultores.

De allí que, con esta concepción, la primera reacción del agricultor ecológico es que el asunto de fondo es el de sanar al suelo y a la finca. Ello se logra observando, sintiendo y palpando, al igual que lo hace y recomienda la medicina tradicional. ¿Observar qué...palpar qué...sentir qué? Su territorio, su finca, sus suelos, sus animales, sus árboles, su clima, sus aguas, todo ello en relación con sus propias posibilidades físicas, económicas y sociales. Para ello Brígida Valderrama recomienda inicialmente recorrer varias veces con atención toda la extensión de la finca, observando y entendiendo su actual configuración, sus peculiaridades de relieve, sus atributos edáficos, su EAP,

sus límites, sus obstáculos físicos, los senderos internos, las caídas de agua, las pendientes, su posición en el paisaje general... escribiendo las observaciones en una libreta de campo. Igualmente recomienda escribir un listado de cosas favorables y de limitaciones en la finca, para trazar las prioridades y los objetivos. He aquí algunas variables a tener en cuenta en la lista de chequeo:

- La disponibilidad de aguas (permanencia, abundancia relativa, calidad).
- La existencia de remanentes de bosques o árboles dispersos (altura, tipo, densidad).
- El estado del suelo (profundidad, drenaje, colores, textura, estructura, signos de degradación).
- Las condiciones generales del clima (frecuencia y grado de temperaturas, precipitaciones, heladas...posibilidades de crear microclimas,).
- La historia de uso de la finca (cultivos y prácticas anteriores).
- Los vecinos (empatía, liderazgo, solidaridad, composición familiar).
- Las vías de acceso a la finca y el estado de las construcciones (casas, bodegas).
- Las fuentes de materia orgánica que produce la propia finca.
- Los animales que se posean o que se desee poseer.
- La disponibilidad de mano de obra en la zona (costos incluidos)
- Épocas de compra y venta.
- Limitaciones legales al uso de la propiedad (zonas agroindustriales, de valorización predial, área vecina a un parque nacional natural)
- Características del mercado local (compradores, frecuencia, precios, transporte).

A partir de la decisión de reconvertir, se trazan los objetivos de corto y mediano plazo, en función de las posibilidades económicas y de los tiempos requeridos para su implementación. Se planean los cultivos y las plantas a utilizar y se inicia el proceso de curación del suelo y de la finca.

La planeación inicial incluye la separación en lotes de la finca y la construcción de un plano o mapa ideal, en el que se plasme la visión del uso de la tierra, a fin de calcular áreas, tipos de cultivos, materiales necesarios, tiempos de siembra y costos de producción, entre otras cosas.

El trabajo puede iniciarse hacia dos ámbitos claves: el manejo de suelos y la conformación de una Estructura Agroecológica Principal Potencialde la Finca (EAP_p) que responda a las necesidades internas de producción en policultivos y al manejo de la biodiversidad productiva y funcional.

En el primer caso, es necesario trabajar el suelo, fundamentalmente para: 1. Protegerlo del sol y del agua 2. Generar y conservar su adecuada bioestructura 3. Restablecer el equilibrio de nutrientes 4. Manejar sus cambios de humedad y 5. Evitar su degradación física (erosión, compactación, salinización...).

Ello se logra a través de prácticas que ya han sido estudiadas y recomendadas por muchos autores, como la no inversión de capas u horizontes, el uso de acolchados y la rotación de cultivos. No invertir los horizontes de suelo es, como se vio en páginas anteriores, una decisión filosófica que implica también el uso de ciertas técnicas de manejo de cultivos y coberturas y el acceso a maquinaria especializada. Acolchar exige, no solamente, poseer recursos de dinero para pagar jornales extras y fuentes de materiales vegetales, sino que el agricultor debe saber para qué cultivos se hace el acolchado y cuál será la respuesta general de las plantas a esta práctica (algunos cultivos como el puerro no se dejan acolchar fácilmente). Rotar cultivos, por su parte, exige planeación de muchos detalles relacionados con hábitos de crecimiento de las plantas, requerimientos de luz y nutrientes, períodos vegetativos y demandas de mercado, entre otros factores.

Es necesario insistir en la utilización de los análisis físico-químicos y biológicos de los suelos, como herramientas claves para establecer los balances de nutrientes. Este campo requiere la cooperación entre agricultores y técnicos, puesto que, desde el mismo procedimiento de toma de las muestras, pueden derivarse errores que incidan posteriormente en decisiones de abonamiento o fertilización inadecuadas. A veces es

necesario complementar el análisis de suelos con análisis foliares y análisis químicos de las aguas utilizadas en el riego, sobre todo si las fincas se encuentran en zonas de influencia urbana o industrial. La interpretación del análisis es un momento clave en el encuentro técnico – productor, puesto que se trata de traducir un lenguaje prácticamente encriptado, de propiedad casi que exclusiva de edafólogos y agrónomos, para llevarlo a un nivel de comprensión realista por parte de los agricultores.

Los resultados de los análisis de suelos se pueden utilizar para aplicar o no suplementos nutricionales. Brígida Valderrama indica que “no todo es aplicar productos...muchas veces existen desequilibrios que se corrigen utilizando las plantas adecuadas, que toman los nutrientes adecuados, en el momento preciso, restableciendo los equilibrios perdidos en las relaciones de nutrientes...para ello es que hay que utilizar a las plantas arvenses, que son indicadoras de excesos o de deficiencias de nutrientes...se sabe, por ejemplo, que la ortiga y el cenizo guardan nitrógeno...”.

De igual manera, es posible promover procesos de solubilización y/o liberación de nutrientes retenidos en el suelo, con solo reactivar los procesos rizosféricos, utilizando caldos microbianos ricos en bacterias solubilizadoras de fosfatos o movilizadoras de otros nutrientes.

Pero también la recuperación de suelos se logra con otras prácticas, que han sido poco estudiadas, como las de reconocer las plantas arvenses que surgen espontáneamente en la finca, colectándolas, identificándolas y estudiando su morfología (hábitos de crecimiento de hojas, tallos y raíces), su fisiología, características alelopáticas, componentes internos (principios activos), usos recomendados para culinaria, agricultura o medicina y sus relaciones con insectos y otros organismos. Nótese que el estudio de las arvenses generó, prácticamente, un cambio de 180° en la dirección en que se hacían los estudios de estas plantas (la ciencia de la malherbología) y que este es un campo abierto todavía al reconocimiento de las arvenses como plantas fundamentales en el manejo del agroecosistema. El acceso de los agricultores a este conocimiento es directo, en el sentido en que pueden reconocer sus arvenses en cualquier momento, pero también

requiere consulta permanente de manuales sobre el tema, muchos de los cuales todavía deben ser construidos.

En el segundo caso, la conformación de una Estructura Agroecológica Principal se requiere fundamentalmente para manejar la biodiversidad funcional y para asegurar los intercambios de distintos organismos benéficos desde los conectores o cercas internas y externas hasta los mismos campos de cultivo o agroecosistemas menores. Ello exige, además de capacidades de observación, el estudio cuidadoso de las características de crecimiento de plantas con flores, su atracción de determinados insectos y la planeación de su siembra. No se trata entonces de establecer cercas de cualquier tipo de árbol, sino de decidir cuáles de ellos (por crecimiento, follaje, palatabilidad, sombrío, profundidad de raíces, sustancias alelopáticas o presencia de flores) son o los más indicados para el tipo o los tipos de agroecosistemas menores que se establezcan. Nuevamente nos tropezamos con exigencias de mayor conocimiento en la planeación y utilización de los recursos de las fincas.

En este sentido, se destacan las propuestas de trabajar la diversidad biológica *arriba y dentro*⁴¹ del suelo, puesto que la vida, en todas sus formas, está interconectada y pasa fundamental e ineludiblemente por el suelo.

Cuando se inician trabajos a partir de agroecosistemas mayores sin EAP o con EAP muy débil, es necesario recorrer los linderos y los alrededores de la finca, consultar con vecinos y técnicos y revisar manuales para decidir qué árboles sembrar, en qué dirección, con qué densidad y con qué propósitos. En ocasiones y para evitar efectos de vientos fuertes, se pueden utilizar barreras físicas o mallas de distintos materiales mientras se colocan conectores o cercas alternativas

⁴¹ Algunos investigadores proponen estudios de la biodiversidad *arriba y abajo* del suelo, que no resulta apropiado, puesto que abajo del suelo solo se encontraría el material parental (rocas, en la mayor parte de los casos). Se sugiere utilizar el concepto *arriba y dentro* del suelo, que recoge con mayor precisión la intención de considerar la biodiversidad edáfica en relación con la estructura agroecológica principal de la finca (EAP), es decir, con la biodiversidad funcional, productiva y auxiliar de los agroecosistemas mayores.

y transitorias (habas, quinuas, lupinos, maíz, girasol) intercalados o aislados o en franjas con romero - laurel (para la sabana de Bogotá), que a su vez se utilizan parcialmente hasta la instalación de la barrera o cerca viva definitiva.

Todos estos trabajos vienen de la mano con el abonamiento orgánico y con las prácticas de labranza invertida, ya discutida en este libro. Sobre la fabricación de compost también se han escrito extensos tratados y solo resta mencionar acá el debate que existe entre quienes afirman que no es necesario (porque elimina los procesos naturales de transformación de la materia orgánica que se deben dar *in situ*) y quienes ven en el compost un proceso de fermentación dirigido y necesario para controlar el proceso de mineralización de la materia orgánica y llevarlo a un punto tal que se obtenga un producto activador de los procesos orgánicos en el suelo, formador de humus y capaz de nutrir reamente al suelo, en las partes de la finca que así lo requieran.

De todas maneras, debido a las condiciones frías de la sabana de Bogotá, la preparación del compost es una tarea que debe realizarse dentro de las primeras acciones que se lleven a cabo en la finca, puesto que su maduración puede tardar varios meses, incluso un año. Hay que colocar cuidadosa atención en la manera en que se fabrican las pilas, la disponibilidad y las características de los materiales que se utilizan (atención, principalmente, con las relaciones C/N), las temperaturas que genera y los indicadores de su madurez.

La siguiente cuestión se dirige al diseño de la localización y características generales de los cultivos, tema que ha sido tratado en extenso también por varios investigadores, especialmente por Gliessman (1998) y Altieri (1999), que aportaron las claves generales y específicas para su planeación y desarrollo, a partir de elementos ecológicos, bióticos y energéticos, con consideraciones de orden social.

Parte de esos criterios se complementan con varias indicaciones aportadas por los horticultores ecológicos de la Sabana de Bogotá, que pueden resultar de interés para quienes deseen diseñar sus campos de cultivo y que se relacionan con:

- La capacidad de extracción y requerimientos de nutrientes de cada cultivo, para lo cual se pueden consultar los trabajos existentes en la bibliografía.
- Los aportes de cada cultivo al agroecosistema mayor, en términos de biomasa, exploración del suelo, sombrío, soporte, alelopatías positivas o negativas.
- La clasificación botánica, para decidir, de acuerdo con los calendarios biodinámicos, la rotación de cultivos y las labores agrícolas en los momentos más apropiados (cultivos de raíz, hoja, tallo, tubérculos, frutos).
- Las relaciones alelopáticas positivas o negativas que poseen los distintos cultivos.
- La funcionalidad de las plantas que existen en el predio.
- Los ciclos productivos de los cultivos.

La extracción de nutrientes se puede estudiar a través de revisiones bibliográficas y comprobaciones directas de asimilación de abonos orgánicos, para cada situación de suelo, clima y variedad. Para las condiciones de la Sabana de Bogotá, Brígida Valderrama indica que existen plantas más “voraces” que otras, como las coles y crucíferas en general, papas, tomate y pimentón, que exigen incluso reabonar la tierra en comparación con otras de exigencia mediana (apio, pepino, calabaza, puerro, espinaca y fresa) o aquellas que producen con aplicaciones relativamente bajas de compost (cebolla, zanahoria, remolacha, rábano, acelga, lechuga).

Parece de Perogrullo, pero es necesario recalcar que las plantas tienen disímiles características y cumplen múltiples funciones, que deben entenderse y sopesarse a la hora de tomar decisiones sobre la siembra múltiple (relevos, socios) y las rotaciones: algunas plantas fijan nutrientes (nitrógeno con leguminosas), los movilizan (fósforo con kudzu y fríjol arbustivo) o los extraen a través de la exploración de distintos espacios del suelo, incluyendo zonas profundas (alfalfa, haba, fríjol, soya, lupinos, arbustos y frutales); otras plantas presentan portes altos / bajos, generan buenas condiciones para ser utilizadas como acolchados o tienen buenas asociaciones con micorrizas; otros cultivos son anuales, algunos semestrales y otros se cosechan a los tres meses; algunos cultivos como el hinojo son incompatibles

con muchas plantas hortícolas, pero se pueden sembrar en los bordes, puesto que atraen muchos insectos, mientras que los tagetes e incluso el maíz y la alfalfa pueden ser utilizados contra nematodos. Ello puede traducirse en que existan compatibilidades de siembra múltiple entre papa // maíz, puerro // lechuga, zanahoria // cebolla, apio // escarola, cebola // remolacha o pepino // maíz, entre otros arreglos.

Lo anterior desemboca en la necesidad de trazar un plan de manejo, una ruta de siembra y unos objetivos de producción y conservación que responda a las preguntas sobre qué se quiere hacer, qué se puede hacer y qué hay disponible en la finca. Con este plan se inician los trabajos de preparación de abonos (que demandan bastante tiempo si se trata de compost, plazos intermedios si son abonos verdes o lombricompostos o tiempos menores, en el caso de biopreparados o Bokashi).

La misma preparación del suelo debe ser analizada con anterioridad. Aunque la AE privilegia la labranza cero o la labranza invertida, en muchas ocasiones los agricultores se enfrentan a dilemas sobre si se ara o no el suelo, debido a que la cobertura existente es muy agresiva (por ejemplo, el pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum*) y en la zona no existen implementos adecuados.

Lo mismo sucede con las rotaciones, que deben ser cuidadosamente planeadas, incluyendo su traslape espacial y las zonas que se dejan en barbecho o descanso (todo en función, por supuesto, de las características de cada finca). La experiencia de los agricultores ecológicos de la Sabana de Bogotá indica que se pueden hacer rotaciones crucíferas / zanahoria / puerro / leguminosas / papa o espinaca (dos veces) / lechuga / papa / puerro / calabacín / arveja / manzanilla. En general, proponen la rotación hoja / raíz / fruto / semilla / flor o plantas de raíces robustas (maíz-leguminosas) y luego hortalizas y abonos verdes (entre ellos avena cortada en grano lechoso).

El manejo animal en fincas de PAE posee connotaciones especiales, puesto que ellos son tratados no como mercancías, sino como seres vivos e integrados al pulso general del agroecosistema mayor. Se entiende, por ejemplo, que las vacas son animales meditativos, concentradores de energía y seleccionadores de alimento, con determinados

grados de sensibilidad que, incluso, atienden a llamados por sus propios nombres. Aunque no son tratados como animales sagrados (cosa que ocurre en ciertas culturas orientales), muchos agricultores ecológicos establecen relaciones afectivas con sus animales, sin ejercer acciones de dominio sino relaciones de comunicación en donde no se violenta a los animales, lo cual mejora la calidad de sus productos (leche, carne, huevos) y su vida útil.

Murgueitio (2003), presenta los efectos más notorios de la ganadería de pastoreo intensivo para leche sobre el suelo y el agua en algunas regiones de los Andes colombianos e indica una serie de alternativas para reducir los daños, que incluyen una activa gestión en las microcuencas (revegetalización, protección de nacimientos, reducción de vertimientos contaminantes) y la transformación de los pastizales homogéneos en sistemas silvopastoriles.

En condiciones ambientales diferentes, la fundación CIPAV ha adelantado experiencias muy exitosas de manejo animal en sistemas silvopastoriles intensivos (SSI) que se realizan con altas densidades de arbustos forrajeros asociados a pastos mejorados de alta producción de biomasa bajo modelos de pastoreo rotacional intensivo con cercas eléctricas (Murgueitio e Ibrahim, 2001) y que también centran su atención en el bienestar animal. Tales sistemas producen entre 10 y veces más carne y entre 3 y ocho veces más leche por hectárea por año que los sistemas ganaderos extensivos tradicionales, con beneficios ambientales como la conservación del suelo, el agua y una fracción considerable de la diversidad biológica (CIPAV, página web).

Los resultados han sido altamente satisfactorios en producción de carne y leche, reducción del estrés calórico de los animales, mejoramiento de las condiciones del suelo, aumentos de biodiversidad y disminución de impactos negativos sobre los ciclos hidrológicos, beneficios que, en su conjunto, hacen de los SSI una efectiva e importante solución a muchos problemas ambientales de la ganadería tradicional, al punto que estos sistemas, desarrollados en Colombia, se han extendido con muy buen éxito a distintos países latinoamericanos, entre ellos México, Nicaragua y Costa Rica (Chará y Murgueitio,

2005; Murgueitio, 2003; Murgueitio e Ibrahim, 2001; Murgueitio *et al.*, 2010). De acuerdo con este último autor, tales SSI pueden asociar o no árboles maderables, frutales y leguminosas rastreras. La *Leucaena leucocephala* por su calidad nutricional, fijación de nitrógeno, crecimiento, tolerancia a la sequía, adaptación al ramoneo es la especie utilizada con mayor éxito en sistemas silvopastoriles intensivos en las regiones tropicales y subtropicales (Shelton 1996, citado por Murgueitio, *op. cit.*).

El manejo animal en las fincas PAE no se restringe solamente al ganado vacuno, sino que contempla, además, la inclusión de cuyes, aves, cerdos, gallinas, ovejas, camuros y peces, que también responden a manejos no agresivos, configurando ello todo un universo de propuestas éticas de manejo animal (cuya profundización desborda los alcances de este libro) que van desde la preocupación por sus sitios de albergue y pastoreo pasando por la calidad de la alimentación que reciben, hasta cuidados especiales en los procesos de ordeño (el CIPAV desarrolló la idea de corrales arbolados, para mejorar las condiciones de vida del ganado vacuno y caballar), sanidad animal y sacrificio.

La AE se preocupa, de modo principal, por las condiciones materiales y espirituales de vida de los trabajadores familiares y asalariados que hacen parte de sus fincas, en clara intención de compartir beneficios y dificultades. Muchas de estas fincas han desarrollado programas de educación continua con los trabajadores y mantienen excelentes relaciones laborales que, a la postre, redundan en la mejor comprensión y aplicación de los procesos agroecológicos implicados.

A partir de estas preocupaciones, la AE amplía su visión como práctica agraria, hasta incluir otros componentes de orden cultural, que colocan en cuestión los fundamentos mismos de las visiones dominantes de progreso o desarrollo de la sociedad. Veamos algunos rasgos de esta visión y sus consecuencias ambientales:

LA AGROECOLOGÍA EN EL ÁMBITO DE LAS DISCUSIONES CULTURALES

De todo lo expuesto hasta aquí, se concluye fácilmente que la agroecología, aunque se limitara solamente a estudiar las relaciones ecosistémicas de los agroecosistemas, por natural consecuencia, terminaría también explorando y afectando otros dominios del quehacer humano, suscitando debates en la orilla cultural.

Piénsese si no, en que el solo acto de buscar la autonomía de las fincas promoviendo el uso de abonos orgánicos y el reciclaje, va en contra de las actividades comerciales de compra y venta de fertilizantes y por lo tanto se opone a las pretensiones de acumulación de capital en que basan su misión y visión las compañías vendedoras de estos insumos, lo que a la postre se convierte en un obstáculo para la acumulación de capital comercial. El énfasis en los alimentos sanos coloca de entrada una discusión fuerte con los promotores de la AC que glosan esta afirmación, indicando que este sistema también produce alimentos sanos (¿De qué otra manera, si no (dicen ellos), se ha alimentado la humanidad, desde los albores de la RV?). El acento en la utilización de insumos producidos, adaptados y transferidos localmente cuestiona de nuevo tanto a los aparatos científicos como a los creadores de tecnologías foráneas y de nuevo al aparato comercial dominante. Igual razonamiento puede hacerse para casi todos los principios ecosistémicos y culturales que se derivan de la agroecología y que fueron presentados en las páginas anteriores.

Ahora bien: en comparación con la agricultura convencional, la agricultura de base agroecológica, genera muchos beneficios de índole social, económico y ecosistémico cuyas consecuencias inciden de manera distinta en los ámbitos políticos y sociales de los grupos humanos:

Por una parte, demanda mayores cantidades de mano de obra que la agricultura convencional y por ende, consolida la generación de empleo rural; promociona el saber de los campesinos, afrodescendientes e indígenas y en ese sentido consolida el tejido social en las

regiones y apoya procesos de paz nacional; es exigente en conocimientos agronómicos, económicos y sociales y, por lo tanto, es un incentivo y un reto a la educación rural y a la investigación universitaria; conserva la biodiversidad *in situ* y de esta manera coloca la agrobiodiversidad como una estrategia fundamental para el conocimiento, valoración y uso económico de plantas y animales ecuatoriales; es un sistema que genera estabilidad de los suelos contra la erosión y que previene los deslizamientos de tierra y los desequilibrios hídricos y, en consecuencia, es un factor clave del ordenamiento territorial y un instrumento de lucha contra las inundaciones, las sequías y los desequilibrios hídricos; promociona los alimentos sanos, inocuos y libres de plaguicidas, convirtiéndose en un generador de salud, mecanismo que, a la postre, libera al Estado de pesadas cargas prestacionales por atención de enfermedades cubiertas en los seguros sociales y, es el sistema agrario que mayores contribuciones hace a la captura de gases de efecto invernadero y a la estabilidad general climática del planeta, entre muchos otros efectos positivos.

Los agroecosistemas diversificados suelen ser menos vulnerables a pérdidas catastróficas, se adaptan mejor al cambio climático, son más tolerantes a sequías y proveen mejores posibilidades para mantener la soberanía alimentaria (Bowder, 1989; Holt-Gimenez, 2001), características que los coloca de frente en las discusiones sobre la pobreza y el hambre a distintas escalas locales, regionales, nacionales y globales.

Por todo ello, la agroecología como sustento simbólico y la AE como práctica de acción, disputan las tendencias dominantes tanto de la ciencia y la tecnología, como de la organización social, económica y política, planteando rumbos diferentes para la sostenibilidad ambiental de la sociedad contemporánea.

En estos planteamientos choca con las visiones dominantes del desarrollo económico de base agraria, fundamentado en los paradigmas de la competitividad, las soluciones tecnológicas universales y el mercado como principal rector de la producción. Esta discordancia se traslada, de manera instantánea a las discusiones sobre la orientación de la educación en todos sus niveles, al cuestionamiento sobre la naturaleza misma de las actividades de investigación y de innovación tecnológica,

a la responsabilidad ambiental del consumo, a la dependencia energética global, a la institucionalidad que decide detrás de las burocracias, a las relaciones de salud y trabajo, a los planes de vida que agitan distintas comunidades autónomas, a la planificación regional, al comercio nacional o a los tratados internacionales de liberación del comercio.

Altieri y Toledo (2011) presentan una recopilación de la manera como la agroecología ha generado y está generando una verdadera revolución epistemológica, tecnológica y social a partir de proyectos, iniciativas y movimientos de inspiración agroecológica en Brasil, la región Andina, México, Centroamérica y Cuba, que “...generando cambios nuevos e imprevistos encaminados a restaurar la autosuficiencia local, a conservar y a regenerar la agrobiodiversidad, a producir alimentos sanos con bajos insumos y a empoderar a las organizaciones campesinas, abren nuevos derroteros políticos para las sociedades agrarias de Latinoamérica y conforman una alternativa totalmente opuesta a las políticas neoliberales basadas en la agroindustria y en las agroexportaciones...”

De ahí que la agroecología irrumpe en el mundo contemporáneo, planteando cambios profundos en muchos frentes: en la manera como los seres humanos se relacionan con los demás elementos de la naturaleza, en la forma de entender y de hacer agricultura, en la manera de alimentarse, de comprender el futuro de las nuevas generaciones de humanos, de entender, en suma, el devenir de las sociedades, conformando un acervo de posiciones políticas que interrogan y cuestionan a los modelos mismos de desarrollo en que se basa la sociedad actual.

Puesto que la agricultura es una actividad que, aunque de manera callada y poco visible, hace parte de todo el andamiaje cultural de las sociedades, la agroecología cuestiona, por lo tanto, la esencia misma del devenir humano, disputando visiones que anteponen la tecnología como el único y quizás el más eficaz de los remedios que requiere una civilización en crisis.

Varias son las arenas en que se enfrenta la agroecología con las visiones tecnológicas dominantes en el mundo contemporáneo. Veamos

someramente algunas de ellas (varias de las cuestiones que se presentan ya han sido tratadas con mayor énfasis en páginas anteriores y en otras obras similares, por lo que solo se destacarán los principales rasgos de la discusión):

- La seguridad y la soberanía alimentaria
- La soberanía energética
- Los cambios climáticos
- La modificación genética de organismos
- La salud de los consumidores
- El uso de plaguicidas
- El acaparamiento de tierras
- El alimento corporativo
- La libertad de la ciencia
- La incorporación de los conocimientos ancestrales

La Seguridad y la Soberanía Alimentaria

Más allá de discutir si la AE puede o no alimentar una o varias familias en determinadas regiones, la cuestión fundamental radica en contestar la pregunta sobre si la agricultura ecológica será capaz de alimentar a la creciente población mundial, que para el año 2050 rondará los 9 mil millones de seres humanos.

Esta es una discusión que subyace más en los estilos de consumo y en el diseño y ejecución de las políticas agrarias, de alimentación, comercio y de ordenamiento territorial, que en la producción física de alimentos de las fincas AE, puesto que ya ha sido demostrado con creces que las fincas ecológicas pequeñas pueden alimentar poblaciones grandes en distintos ambientes biofísicos y ecosistémicos (Funes *et al.*, 2009b, van der Hammen, 1992) y ello ha sido logrado no solo en épocas contemporáneas, sino a través de la historia, con distintas cargas poblacionales locales y regionales.

Es una discusión sobre los estilos de consumo porque si la humanidad se dirige cada vez más hacia una alimentación a base de productos cárnicos, como puede estar ocurriendo debido al aumento de los ingresos y la urbanización (Msangi y Rosegrant, 2009), ello implica

menor consumo de alimentos básicos y más de alimentos procesados y ganado, es decir, más productos animales, más papas para la comida rápida, más semillas oleaginosas para la alimentación y más azúcar para la elaboración de alimentos y la manufactura (Rosegrant *et al.*, 2001; Fischer *et al.*, 2009; OCDE-FAO 2010, citados por Bringezeu *et al.*, 2010), lo que también significa mayores requerimientos de tierra arable para monocultivos (en función de la demanda). Los autores indican que el valor nutritivo de una alimentación basada en productos animales requiere cinco veces más de tierra que una alimentación a base de plantas, con lo cual se puede deducir que las dietas vegetarianas podrían reducir significativamente la presión sobre los bienes naturales del mundo.

Este aumento mundial en la demanda para cultivos especializados o para praderas ocurre, muchas veces, incorporando a la frontera agrícola extensas zonas de bosques naturales. Por ejemplo, Malhi *et al.*, (2008) estiman que alrededor del 70% de la deforestación en la Amazonia brasileña se debe a la instalación de ranchos ganaderos. Igualmente, esta demanda presiona para que la producción se especialice y las tierras se dediquen a un solo tipo de cultivo, cuya permanencia está garantizada por esta demanda. De esta manera, las fincas diversificadas o de base agroecológica no resultan funcionales a este cambio cultural.

La UNEP (2014) indica que gran parte del cambio estructural en la dieta está ocurriendo en los países en desarrollo, debido a que las dietas en los países desarrollados ya están compuestas, en su mayor proporción, de alimentos procesados y ganado. Por ejemplo, señalan que los tres grupos de alimentos de productos animales (carne, leche, huevos), aceites vegetales y azúcar actualmente proveen alrededor del 29% del consumo total de alimentos de los países en desarrollo (en términos de las calorías) y se espera que su participación aumente al 35% en 2030 y al 37% en 2050, mientras que en los países industriales su participación ha sido más estable, alrededor del 48% durante varias décadas.

En total y de acuerdo con UNEP (*op. cit.*) las proyecciones para el consumo de alimentos predicen un aumento de alrededor del 10% en el promedio de consumo mundial de calorías por persona desde 2005 hasta 2050 (desde un promedio de 2771 Kcal/persona día en 2003 –

2006 (2622 en países en desarrollo y 3462 en países desarrollados), hasta un promedio mundial de 3047 a 3130).

Aunque el 90% del aumento de la demanda se surta a través de la intensificación de la agricultura (aumento de rendimientos y mayor intensidad de monocultivos), Bruinsma (2009, citado por UNEP, 2014) ha pronosticado un aumento neto de 71 millones de hectáreas de la tierra cultivable para satisfacer estas crecientes necesidades de alimentos y piensos, 12% de la cual se prevé en los países en desarrollo (120 millones de hectáreas), especialmente en el África subsahariana (64 millones de hectáreas) y en América Latina (52 millones de hectáreas), mientras que se espera un descenso del 6% en los países desarrollados, todo ello sin contar con el surgimiento de los biocombustibles.

Es también una cuestión de políticas agrarias, de alimentación, comercio y de ordenamiento territorial, porque en el fondo lo que está en juego es nada menos que la distribución de activos y de territorios en un escenario cambiante, dominado por las perspectivas del agotamiento del petróleo (recurso de donde se obtienen muchos de los insumos usados como fertilizantes o plaguicidas), del cambio climático, de innovaciones tecnológicas fuertes y de la prevalencia de multinacionales sobre los gobiernos nacionales, fuerzas que continuamente se enfrentan para decidir sobre qué producir, cómo, cuándo, en dónde, para quién y bajo qué circunstancias sociales y tecnológicas.

En este sentido se destacan los planteamientos de Rosset (2011) sobre la necesidad de cambiar drásticamente las políticas económicas para enfrentar el hambre en el mundo (más de mil millones de personas en la primera década del siglo XXI), apuntando a la promoción de la agricultura familiar campesina con método agroecológicos. En palabras del autor, las soluciones pasan por “...mejorar la transparencia en la copropiedad y la coadministración del sector entre los agricultores, el estado y las organizaciones de consumidores...y en el sector internacional se requieren efectivos mecanismos de gobernanza para mantener a los fondos financieros especulativos por fuera de la economía alimentaria y para aplicar medidas antimonopolio...”.

Al menos por ahora y al menos también para Colombia, las fuerzas de los intereses privados han dominado en la formulación de las políticas públicas agrarias y han obstaculizado la promoción de la AE en el país. Prueba de ello es que desde hace más de 10 años se formuló un documento conjunto entre diversas instituciones nacionales sobre lineamientos generales para promocionar los sistemas agropecuarios ecológicos en Colombia (que fue boicoteado, entre otros, por la misma entidad que agrupa a los mayores agricultores) y solo hasta mediados del 2011 se retomaron, tímidamente, sus recomendaciones.

Pero parte importante de la polémica técnica, parcialmente irresoluble por falta de estadísticas y también parcialmente bizantina porque se coloca en un plano desesperadamente hipotético y de irrealdad ambiental, se centra en discutir si los niveles de los rendimientos por hectárea de la AE serían o no son suficientes para alimentar al mundo en comparación con los alcanzados por la AC (nótese, para reafirmar lo inútil de la discusión que, a pesar de los elevados rendimientos de casi todos los cultivos del mundo producidos con tecnologías AC, a mediados y finales de 2011 todavía se producen hambrunas masivas en el cuerno del África y que la desnutrición alcanza cifras muy elevadas en la mayor parte de los países pobres, lo cual prueba que el asunto de la alimentación mundial no es de carácter tecnológico, sino político, económico, ético y comercial).

En la vía de esta discusión bizantina, Hodgson *et al.*, (2010) indican, por ejemplo, que en el Reino Unido, frecuentemente los rendimientos de la AE representan entre el 35 y el 87% de los rendimientos alcanzados para los mismos tipos de cultivos en AC, en iguales condiciones de paisaje. Gabriel *et al.*, (2010), también afirman que, por lo menos en Inglaterra, la producción ecológica es alrededor del 50% de la alcanzada por cultivos convencionales y que, por lo tanto ese país requeriría al menos dos veces la cantidad actual de tierras disponibles para alimentar a su población con método orgánicos u ecológicos.

La controversia se extiende cuando los críticos afirman que, si bien es cierto que en la AE se utiliza toda la biomasa disponible en la finca, mucha de esta biomasa (arvenses, conectores internos y externos, fragmentos de bosque al interior de las fincas) no produce directamente

alimentos, aunque sí servicios ecosistémicos y ambientales mientras que las fincas convencionales, actuando a través del monocultivo, sí se diseñan para producir alimentos, directa y casi que exclusivamente.

El asunto de la combinación de estrategias AC / AE para generar equilibrios entre la producción de alimentos y la conservación de bienes ecosistémicos, entre ellos la preservación de la biodiversidad, también resulta interesante y es un campo poco explorado. En un estudio conducido por Hodgson *et al.*, (*op. cit.*) y realizada en 16 localidades del sur de Inglaterra, se encontró que la una combinación de AC y reservas de bosque eran superiores para albergar poblaciones de mariposas que las meras fincas ecológicas, si el rendimiento por hectárea de las fincas AE cae por debajo del 87% del rendimiento convencional, aunque ésta sigue siendo mejor alternativa para el bioindicador utilizado (mariposas) cuando la tierra marginal no se dedica a fines de conservación en las fincas convencionales y la producción ecológica es mayor del 35% de la convencional. El estudio sin embargo, no muestra qué pasaría con la combinación de fincas AE con zonas de reserva de bosque.

La investigación de Gabriel *et al.*, (2010) analizó más de 30 variables de clima, topografía, condiciones socioeconómicas, uso y tipo de suelo, en treinta y dos pares de granjas orgánicas y no orgánicas en dos áreas del suroeste y la región central del norte de Inglaterra, una de ellas considerada como un 'hotspot' de biodiversidad, para identificar impactos acumulativos sobre áreas amplias. Se hicieron comparaciones entre ámbitos distintos, de abundancia y diversidad de pájaros, insectos (incluyendo mariposas, abejas y predadores de moscas), lombrices de tierra y plantas, con 192 unidades muestrales. Comparando granja por granja, los investigadores encontraron una caída de 55 % en el rendimiento de las fincas AE y un 12,4 % de aumento en su biodiversidad, aunque en áreas más grandes de los "puntos calientes" con una mayor densidad de agricultura orgánica, se encontró solo un aumento del 9,1% en la biodiversidad de las fincas AE en relación con las AC.

Las dos investigaciones citadas reflejan el meollo del debate. ¿Si toda la tierra cultivable del mundo se reconvirtiera a AE, se podría alimentar a toda la población?

Tal parece que la pregunta así planteada, está mal formulada, porque el día en que ello llegue a suceder, querría decir que estaríamos en un mundo con patrones culturales de producción y consumo de bienes, totalmente diferente al actual y por lo tanto con todas sus estructuras simbólicas, de organización y de tecnología, completamente vinculadas al deber ético de la producción de alimentos en condiciones de equidad y respeto. Para entonces, como ya lo demostró la milenaria historia antes de la RV, la tierra podrá producir suficiente e incluso más comida para todos.

Sin embargo, Badgley *et al.*, (2008), profundizaron en el debate y compararon los rendimientos de la producción de alimentos orgánicos y convencionales o de baja intensidad, a través de un conjunto de datos globales provenientes de 293 ejemplos y estimaron el radio promedio de la relación de rendimientos (ecológico: no ecológico) de diferentes categorías de alimentos para los países desarrollados y en desarrollo.

En la mayoría de las categorías de alimentos estudiados por las autoras, la tasa de rendimiento promedio fue ligeramente $<1,0$ para los estudios en los países desarrollados y $> 1,0$ para los estudios en el mundo en desarrollo. Con los índices de rendimiento medio, modelaron el suministro mundial de alimentos que podrían ser obtenidos ecológicamente con la actual cantidad de tierras agrícolas disponibles y encontraron que los métodos orgánicos podrían producir alimentos *per cápita* mundial para sostener la población humana actual y, potencialmente, una mayor población, sin aumentar la base de las tierras agrícolas. También encontraron que la cantidad de nitrógeno potencialmente disponible a través de la fijación por los cultivos de cobertura de leguminosas utilizadas como fertilizantes en agroecosistemas tropicales y templados podría reemplazar la totalidad de los fertilizantes sintéticos que se utilizan actualmente. Tales resultados indican que la agricultura ecológica u orgánica tiene el potencial para contribuir de forma sustancial a la oferta mundial de alimentos, al tiempo que reduce los impactos negativos ambientales de la agricultura convencional.

Más allá del debate planteado, la agroecología, en tanto que ciencia que explora las relaciones culturales y ecosistémicas de los agroecosistemas, debería plantearse, entre muchas otras, preguntas como las

siguientes, que aún se encuentran por resolver en el campo de la seguridad alimentaria:

- ¿Cuáles son los niveles reales de seguridad y soberanía alimentarias en determinadas localidades / regiones del país?
- ¿Qué políticas públicas se han ideado y aplicado para asegurar el acceso a alimentos de determinadas poblaciones, en lapsos históricos definidos? ¿Cuáles han sido sus resultados? ¿Qué factores culturales explican su éxito o fracaso?
- ¿Cuáles son los factores ambientales (ecosistémicos – culturales) que más inciden en la seguridad alimentaria de determinadas poblaciones / comunidades en distintas regiones del país?
- ¿Cuáles han sido las variaciones de precios de alimentos en las últimas décadas / años y cómo ello ha influido en el acceso a alimentos de comunidades vulnerables, urbanas y rurales?
- ¿Cómo influye la agricultura de base agroecológica en la seguridad y soberanía alimentaria de comunidades rurales de distintos niveles socioeconómicos? ¿Qué factores son los que determinan el éxito o fracaso de la AE en mejorar la seguridad alimentaria?
- ¿Cómo se relacionan las tendencias de consumo (preferencias, estratos sociales, capacidad de compra) con la demanda de productos ecológicos, en diferentes segmentos de la población? ¿Qué papel juega en estas tendencias la propaganda y los deseos de imitar?
- ¿Influye el precio de los productos ecológicos en el acceso a alimentos sanos de la población? ¿Qué políticas habría que implementar para reducir o eliminar estos precios?
- ¿Cómo se relacionan los acuerdos de libre comercio firmados entre países con la seguridad alimentaria (productos que salen y entran, precios, calidades, cambios en los usos de la

tierra, cultivos que se desplazan o que se incrementan, tecnologías que se importan o desaparecen)?

- ¿Cómo influyen los diferentes procesos de certificación de productos ecológicos en la seguridad alimentaria local / regional / nacional?
- ¿Se reducen las enfermedades de seres humanos con el consumo de alimentos ecológicos? ¿Cuáles? ¿En qué grado de intensidad? ¿Qué niveles de reducción de costos implicaría ello para los servicios estatales de prevención y atención de enfermedades?

La Soberanía Energética

El asunto de la energía ocupa gran parte de la atención actual del planeta, debido a las crecientes advertencias sobre el agotamiento de los recursos fósiles y a la elevada y casi imposible de reemplazar, dependencia de la sociedad moderna hacia el consumo de energía.

La discusión es intensa y desborda los propósitos analíticos de este libro. La dependencia o la “adicción” al petróleo y sus derivados es una constante en todos los aspectos de la vida actual de los seres humanos y de ello no se escapa la agricultura, tanto así que prácticamente toda la capacidad transformadora de la AC (tractores, combinadas, cosechadoras, sembradoras, equipos de riego, fertilizantes, plaguicidas, transporte) pasa por el uso de combustibles y de insumos a base de petróleo y sus derivados.

El carácter de no renovabilidad de este recurso y las crecientes demandas de alimentos generadas por una población mundial en aumento, imponen un límite severo y absoluto al desarrollo agrario del futuro cercano (¿cincuenta, cien, doscientos años?). Las respuestas convencionales pasan por acrecentar la eficiencia energética de todos los procesos, reciclar lo que antes era desecho e innovar, buscando nuevas fuentes energéticas. No pasa, por lo menos hasta ahora, por el cambio radical del modelo de producción y consumo.

El proceso de innovación tecnológica que busca reemplazar combustibles fósiles por otros provenientes del uso de la biomasa (biocombustibles), puso sus ojos en los agroecosistemas y buscó reconvertir el uso de cultivos ricos en azúcares, almidones o aceites en fuentes de combustibles. Ya se ha discutido en este libro y en muchas otras obras, lo insuficiente que resulta, a mediano y largo plazo, la reconversión de tierras de cultivo para usarlas en cultivos energéticos, pero ello es una realidad que avanza a toda máquina en casi todos los países del mundo, incluidos aquellos reconocidos con gobiernos de izquierda, que ven en estos procesos buenas posibilidades de negocio y de atraer capitales para utilizar zonas que antes se consideraban de mala calidad.

Pero la reacción política de los movimientos sociales a lo largo del planeta, tampoco se ha hecho esperar. Con argumentos disímiles como el derecho humano a la alimentación, la protección de la biodiversidad, los altos precios de los alimentos forzados por los mercados emergentes de biocombustibles y la poca ética implícita en el negocio, miles y millones de opositores por todo el mundo lanzan consignas y emprenden acciones contra los biocombustibles. Pero, a pesar de todo, ellos avanzan.

¿Por qué? Porque existe una lógica de acumulación de capital que subyace a todo el proceso, dentro de la cual se revalorizan tierras “marginales”, se diseñan y construyen plantas procesadoras-extractoras y poliductos, se generan nuevos empleos en toda la cadena de producción – transformación – comercialización y consumo (incluso para quienes se oponen al asunto, dentro y fuera de la academia, los biocombustibles en general y los agrocombustibles en particular generan temas para explicar, para medir, para divulgar en distintos foros y por lo tanto se convierte en una fuente de trabajo que le sirve a muchos agentes sociales, incluyendo a sus críticos y a quienes se dedican a valorar sus efectos ambientales y a exponer soluciones alternativas), empleos que cobijan a una amplia serie de actores (planificadores regionales, trabajadores agrícolas, gerentes de empresas, comercializadores, ingenieros de transporte, fabricantes y vendedores de autos y de piezas para repuestos, expendedores de combustibles, expertos en comercio exterior) y se rebajan costos de combustibles

fósiles a la par que se alarga la expectativa de su agotamiento y se buscan nuevos sustitutos.

¿En qué le compete la crisis energética global a la agroecología? En varios asuntos, relativos a la producción, transformación y uso (excluyendo parcialmente los efectos valorados en el sector de transporte), algunos de los cuales ya se discutieron en esta obra, pero que se resumen en algunas preguntas, de la siguiente manera:

- ¿Cuáles serían los requisitos, posibilidades y efectos ambientales de la producción de biocombustibles (incluyendo agrocombustibles) a pequeña escala?
- ¿Cómo afectan los agrocombustibles la seguridad alimentaria de determinadas localidades y regiones? ¿Qué tanta tierra agraria, dedicada antes a la producción de comida, se ha convertido o se convierte anualmente a este tipo de cultivos? ¿Qué razones comerciales o económicas impulsan o desaceleran esta conversión?
- ¿Cuál es la calidad agrológica de las tierras reconvertidas?
- ¿Qué escenarios de crecimiento / decrecimiento se prevén para el futuro de corto, mediano y largo plazo? ¿En qué regiones naturales? ¿Bajo qué parámetros culturales?
- ¿Qué políticas públicas se requerirían para regular el proceso? ¿Las políticas públicas tendrían efectos no previstos, indeseables o perversos?. ¿Sobre qué factores del ambiente y a qué escalas?
- ¿Cuáles serían los efectos ambientales generales de la reconversión de áreas ganaderas a zonas de producción de agrocombustibles basados en celulosa (segunda generación)?
- ¿Qué pasa con la calidad y cantidad de aguas utilizadas en los procesos de producción y transformación? ¿Cómo se

- transforman los balances hídricos de plantaciones, monocultivos o cuencas hidrográficas?
- ¿Cómo se afecta la biodiversidad edáfica? ¿Sus flujos de nutrientes?
 - ¿Es posible producir biocombustibles en el modelo de fincas ecológicas? ¿bajo qué circunstancias y supuestos culturales?
 - ¿Cuáles son los efectos generales sobre la estabilidad climática, en distintas zonas, de los cultivos energéticos? ¿Sobre los balances de carbono y metano? ¿Sobre la eficiencia energética? ¿Cómo se relacionan tales balances con otras variables culturales (económicas, sociales, políticas).
 - ¿Se pueden producir agrocombustibles en diferentes modalidades de asociación de productores, transformadores y comercializadores? ¿Cuáles? ¿Requisitos culturales?
 - ¿Qué criterios se deben asumir para la zonificación territorial del uso del uso para cultivos energéticos?

Los Cambios Climáticos

Existe un consenso científico sobre la regularidad de aparición y persistencia de la variabilidad climática, que se adiciona a los fenómenos más recientes, de origen antrópico, que el mundo conoce ahora como “cambio climático”. Ello incluye desde acentuación en la intensidad y cantidad de lluvias, hasta los desfases temporales y la aparición recurrente de fenómenos de heladas, sequías, temporales, huracanes, ciclones e inundaciones con sus consecuentes efectos ambientales, parcialmente discutidos en esta obra.

La agroecología también discute tanto los orígenes como las consecuencias de estos cambios, particularmente los que se achacan a las actividades agrarias (tala de bosques para reemplazarlos por zonas de cultivo; sistemas de agricultura - ganadería que emiten sustancias

agotadoras de la capa de ozono; captura de carbono por diversos arreglos de vegetación; mercados de regulación de carbono; medidas de mitigación / adaptación; efectos sobre poblaciones vulnerables; reacciones de comunidades campesinas, indígenas o afrodescendientes; papel de la agroindustria; aumentos de precios de alimentos), a fin de entender los mecanismos generales del proceso y proponer acciones tanto para modificar prácticas agropecuarias, como para incidir en la formulación y aplicación de políticas públicas.

Parte importante del papel de la agroecología en este proceso, es el de dilucidar las prácticas agronómicas y las razones y circunstancias que hacen más o menos resilientes al cambio climático a determinados agroecosistemas.

Como se ha venido insistiendo en este libro, los sistemas de producción agropecuarios son, en últimas, una expresión cultural de las poblaciones humanas (de allí el nombre de agri-cultura). La agricultura no se da en el vacío o en el escenario aislado de la unidad ecosistémica, sino que incluye todas las variables de tipo ideológico, social, económico, político, administrativo, científico y tecnológico que inciden en las decisiones de los agricultores, en una palabra, incluye el entorno cultural.

De allí que sea imprescindible comprender, no solo las características agroecosistémicas o biofísicas de las fincas, sino todo el andamiaje cultural (simbólico, organizativo y tecnológico) en que se basan los distintos actores agrarios, en este caso los productores, para enfrentar, resistir y aún modificar las condiciones cambiantes del clima y sus eventos extremos.

Se trata entonces de valorar, a la par de las características de suelos, biodiversidad, multiplicidad de cultivos, disponibilidad de aguas, posición geográfica o prácticas de manejo agronómico, otras variables de acompañamiento institucional, reservas económicas, redes de solidaridad y parentesco, composición familiar, percepción de los fenómenos en estudio, acceso a servicios públicos, educación, conocimientos, niveles de asociatividad, grado de participación y poder político entre muchas otras, que inciden de manera significativa en las acciones de los agricultores para adaptarse al cambio climático.

Los retos que asume la agroecología se dirigen entonces a conocer en qué medida, grado y circunstancias, prácticas como las siembras diversificadas, el desarrollo de una estructura agroecológica principal fuerte, el manejo de arvenses, las siembras en contorno y en curvas de nivel, el abonamiento orgánico permanente, la construcción de acequias y drenajes o la eliminación de productos biocidas pueden, en conjunto, mitigar y ayudar a la adaptación al cambio climático de las fincas de base ecológica, al mismo tiempo que se plantean interrogantes sobre las distintas capacidades que surgen del mundo simbólico (percepciones, capacidades, intenciones, intereses, juegos de poder), para enfrentar el fenómeno. En ese sentido avanzan los trabajos de la Red Iberoamericana de Agroecología para el Desarrollo de Sistemas Agrícolas Resilientes al Cambio Climático (REDAGRES).

La Modificación Genética de Organismos

La modificación genética de organismos, ha sido también analizada en distintos momentos a través de esta obra y por multiplicidad de autores que se alinean en dos bandos separados: los que tienen fe en que se trata de una tecnología limpia, a partir de la cual se resolverán los problemas fitosanitarios y productivos del sector agrario y aquellos que colocan fuertes reparos a su aplicación, aduciendo efectos ambientales de distinto orden.

La oposición que proviene del ala ambientalista indica que existen riesgos innecesarios y externalidades imprevistas del proceso que podrían desencadenar efectos graves tanto al interior de las plantas modificadas como en sus relaciones ecosistémicas, además de que su generación y diseminación está ligada principalmente a compañías multinacionales que buscan el lucro por encima de cualquier otro propósito, proceso en el que se generan nuevos efectos económicos, científicos, sociales y políticos. En esta visión, las compañías tratan, por todos los medios posibles, de recuperar sus inversiones y de acumular capital que, sencillamente, es la base filosófica de todas las actividades de las sociedades capitalistas contemporáneas, a la cual se inscriben (o a la que soportan) la mayor parte de los pobladores del mundo.

El modelo transgénico, es un modelo triunfante y mayoritario en superficie y en número de agricultores que lo utilizan, aunque sean evidentes sus efectos negativos en muchos planos del ambiente biofísico y cultural y en otros todavía no se hayan recopilado las evidencias suficientes para cuestionarlo, no porque no existan, sino porque los aparatos científicos no se dedican a ello.

El autor realizó ya una extensa crítica al modelo transgénico (León, 2007) desde el punto de vista ambiental, pero para los fines de este libro es posible transcribir algunos de sus ideas:

El panorama descrito de áreas sembradas, agricultores comprometidos, ganancias generadas y dólares invertidos, afirmaba el autor en 2007, a pesar de su apabullante fortaleza, no muestra toda la realidad. No describe la precaria situación de la investigación científica que se debería ocupar de establecer los efectos ecosistémicos, socioeconómicos o políticos del modelo transgénico. En el campo meramente ecosistémico la literatura que alaba el modelo no describe posibles efectos o impactos en parientes silvestres o en especies relacionadas; guarda silencio ante las repercusiones posibles en suelos afectados por exudados de raíces de plantas transgénicas; esquiva el tema de las supermalezas, de los insectos no objetivo que son afectados o de las funciones ecológicas que se transforman y nada dice sobre los gastos energéticos o las modificaciones metabólicas o bioquímicas de las mismas plantas modificadas. Se estima que para estos campos, los presupuestos de investigación mundial son mucho menores del 1%.

Pero el modelo divulgado tampoco expresa los cambios en las relaciones económicas o sociales que se generan como consecuencia de la implantación masiva de campos de cultivos transgénicos. Nada cuenta sobre países que, como Argentina, han visto reemplazar extensas zonas hortícolas por campos uniformes de soya transgénica destinada a la alimentación animal en Europa o sobre las actuales disputas que ese país suramericano sostiene con la compañía Monsanto por las regalías tasadas sobre el uso de las semillas.

Los defensores del modelo transgénico no describen las batallas desiguales que realizan las compañías transnacionales contra asociaciones

civiles, campesinos e indígenas para apropiarse de los derechos de los genomas modificados. Ni siquiera cuentan las demandas que tales compañías les han colocado a cientos de agricultores de países ricos, entre ellos los mismos Estados Unidos. Las carreras detrás de las patentes de propiedad por los organismos vivos han hecho que se modifiquen viejas posiciones de la jurisprudencia mundial sobre estos temas, se generen presiones a los gobiernos nacionales o que, incluso, se recurra a artificios de dudosas pruebas científicas para lograr la aprobación de registros de comercialización y venta de los OGM. Tampoco se refieren a los derechos de los agricultores por poseer e intercambiar sus propias semillas, que no será posible bajo el modelo privatizado y corporativo ni a los derechos de los consumidores para elegir lo que comen, que tampoco es posible bajo este modelo que impide el etiquetado de sus productos.

La opinión pública mundial se esfuerza en impedir la ampliación de los campos de cultivo transgénicos, lo que ha sido logrado en Europa, en donde la oposición ha logrado detener provisionalmente su producción y comercialización esencialmente debido a que en este continente existen fuertes lazos culturales que hacen de la comida un verdadero proceso de comunicación cultural. La balanza del mercado se mueve, entonces, hacia los países pobres que son los principales productores de *biotech crops*. Seis de los principales ocho países productores, pertenecían en 2006 a ese borroso mundo subdesarrollado.

La manipulación genética de plantas, animales y seres humanos, ofrece un extenso potencial económico que, seguramente, derivará en una nueva sociedad, dentro de un proceso de paulatino cambio cultural que es irreversible.

Algunos rasgos de esa sociedad novísima y tecnológica serán la centralización del conocimiento, basado en el secreto de las nuevas fórmulas genéticas; la exclusión de la mayor parte de la población que no accede a comprender el intrincado lenguaje molecular, característico de este tipo de biotecnología; el control de la producción mundial de alimentos por parte de un puñado de empresas transnacionales; el aumento de las brechas tecnológicas y económicas entre los

que más tienen y los que más necesitan...y una nueva era de dominio tecnológico final (o inicial) del ser humano sobre el resto de la naturaleza, cumpliendo el sueño prometeico de la supremacía humana. La promesa es tan fuerte y tan real especialmente para los biotecnólogos que esperan derivar de ello muchos beneficios sociales de gratificación, poder y dinero que, definitivamente, como lo afirmaban varios colegas de la época... “ningún trabajador de la ciencia renunciará al nuevo paradigma”.

Las reacciones de la sociedad civil han sido casi que inmediatas, en respuesta a la liberación comercial de los primeros cultivos transgénicos en 1996 y paulatinamente ha asumido posiciones de resistencia, expresadas en la idea de los “territorios libres de transgénicos”, que se multiplican a lo largo y ancho del planeta. Intentos loables, pero insuficientes, a la luz de lo que acontece en las esferas de la normatividad (incluyendo el protocolo de Cartagena, que tiene más de deseos que de posibilidades de aplicación), de la decisión política y de las relaciones comerciales y económicas.

Con esto, lo que queda claro es que el modelo OGM llegó para quedarse y que ninguna crítica, por fuerte y valedera que sea, le hará retroceder, porque siempre habrá un argumento científico, un subterfugio jurídico o una prebenda económica a su favor y se seguirá imponiendo aún sin que pueda responder a los cuestionamientos que el autor, reuniendo muchas preocupaciones ambientales, colocaba en su documento de 2007:

1. ¿Las plantas transgénicas solucionan los problemas fitosanitarios de los cultivos?
2. ¿Incrementan o no el uso de agroquímicos a corto, mediano y largo plazo?
3. ¿Son compatibles con la protección de la biodiversidad?
4. ¿Generan o no erosión genética?
5. ¿Pueden provocar la aparición de supermalezas resistentes a herbicidas?
6. ¿Afectarían insectos benéficos no objetivo?
7. ¿Provocan rápida resistencia entre los insectos objetivo?

8. ¿Aumentan significativamente la producción de alimentos en comparación con plantas cultivadas con sistemas convencionales o ecológicos?
9. ¿Mejoran la calidad nutricional de los alimentos y por ende representan un incremento en la calidad de vida de los consumidores?
10. ¿Afectan la salud de los seres humanos?
11. ¿Agudizan, o por el contrario, resuelven desequilibrios económicos de la población rural?
12. ¿Deben patentarse? ¿En qué condiciones? ¿Por quiénes?
13. ¿Es un proceso social y económicamente excluyente?
14. ¿Lesionan la soberanía alimentaria de las naciones?
15. ¿Aumentan la dependencia tecnológica de los grupos de productores o los libera de la importación obligada de insumos?
16. ¿Sus ventas sin etiqueta lesionan los derechos de los consumidores a estar informados sobre la clase de productos que consumen?
17. ¿Afectan la certificación de agricultores ecológicos cuando sus campos de cultivo se contaminan con plantas genéticamente modificadas?
18. ¿Afectan otros componentes estructurales y/o funcionales de los agroecosistemas y de los ecosistemas?
19. ¿Resuelven problemas centrales de manejo de suelos, como desequilibrios nutricionales, procesos de compactación o deficiencia de materia orgánica entre otros?
20. ¿Son necesarias para el desarrollo del sector agrario nacional?

La Salud de los Consumidores y el Uso de Plaguicidas

La salud de los seres humanos es un proceso de percepción individual, ligado de manera íntima a las costumbres, hábitos, condiciones sociales, ingresos económicos, educación y acceso a la información de cada individuo. Pero también es un proceso cultural. Se arraiga en políticas públicas sectoriales e incluso en acciones de comercio nacional e internacional, en capacidades de recibir y procesar información, en hábitos de consumo de alimentos, en ubicaciones geográficas que

permiten o no contactos con elementos contaminantes. En la forma de producir y procesar alimentos.

Es en este último aspecto, en donde la agroecología afronta los retos de mantener la salud de los seres humanos: en la forma en que ellos se producen y se transforman. Este campo, que al parecer es bastante nítido a los ojos de los legos, hay que visibilizarlo: es necesario que la agroecología genere hipótesis y proyectos de investigación en temas como:

- Residualidad de plaguicidas en alimentos y sus relaciones con distintos agroecosistemas.
- Inocuidad biológica de alimentos producidos en sistemas de base agroecológica.
- Riesgos en salud asociados a distintos puntos de las cadenas de producción, tanto ecológicas como convencionales, identificando puntos críticos.
- Estados nutricionales de productores en fincas ecológicas.
- Presencia y persistencia de patógenos en biopreparados.
- Tratados de comercio internacional, plaguicidas y salud.
- Efectos acumulativos de compuestos tóxicos persistentes.
- Políticas públicas sobre salud – agricultura – ambiente.
- Costos laborales provocados por envenenamientos con plaguicidas.
- Morbilidad y mortalidad en distintas escalas.
- Contaminación de aguas, suelos y efectos sobre cadenas tróficas de distintos plaguicidas sintéticos y orgánicos.

El Acaparamiento de Tierras

Este tema, que empieza a ser relevante en las discusiones internacionales, genera bastantes cuestionamientos en sus referencias culturales para la agroecología.

Se requiere entender, no tanto las raíces del fenómeno, ligadas casi todas ellas a los requerimientos incrementales de tierra fértil para alimentar poblaciones crecientes y a la disminución de tierras disponibles

en virtud de distintos fenómenos (urbanización, biocombustibles, biomateriales, cambios en dietas) ya expuestos en este documento, sino de introducirse en la consecución de informaciones, cifras y valores que sustenten discusiones válidas desde el punto de vista político.

Un caso que ilustra esta necesidad, fue el de los intentos fallidos del gobierno Uribe para adjudicar tierras de baja calificación agrológica pero con buenas instalaciones de servicios (que habían sido utilizadas como centros de investigación experimental) a terratenientes de la Orinoquia colombiana, en lugar de colocarlas al servicio de campesinos pobres y desplazados por la violencia, arguyendo tanto la baja fertilidad de suelos, como la lejanía de tales tierras a los centros de consumo y la incapacidad económica de los pequeños campesinos para producir en esas condiciones. El argumento todavía se agita y se aplica, no solo en los foros que se realizan sobre el futuro de esta región sino en las acciones de integración de varios millones de hectáreas de tierras planas en la altillanura a los procesos de desarrollo agrario comercial a base de monocultivos de soya, arroz y maíz (en el futuro, transgénicos), de plantaciones de palma de aceite y explotaciones intensivas de cerdos.

El argumento, en principio, parece aceptable: si son tierras ácidas, con poca materia orgánica, de suelos oxisoles, con arcillas caoliníticas, dominadas por óxidos y sesquióxidos de hierro y aluminio, baja capacidad de intercambio catiónico, altos niveles de aluminio y muy bajos contenidos de bases intercambiables, ubicadas de manera muy distante a las ciudades capitales, sin servicios de salud o de educación...¿No resulta mejor dárselas a empresarios con el suficiente capital para subsanar tales obstáculos, que las pueden poner a producir bajo esquemas comerciales clásicos que a campesinos que nunca podrían desarrollar allí proyectos productivos?

Lo que subyace en esta proposición es, ni más ni menos, la idea de un Estado que no se ocupa de los pobres campesinos, que “no son rentables”, que no pueden generar rentas y, que por lo tanto son “económicamente inviables”. Si es cierto que ellos, por sus propios medios no podrían ejecutar un programa capitalista de la misma naturaleza que ofrecía la empresa privada a la que iban a adjudicar los predios de la

antigua estación experimental, no es menos cierto que el Estado tiene la obligación de proveer esos medios, de posibilitar la organización social y de colocar los servicios de infraestructura básica, educación y salud que requieren los asentamientos humanos, máxime cuando ellos son nuevos y se instalan como consecuencia de desplazamientos violentos de sus propias tierras.

La agroecología, principalmente aquella que se arrima a las ramas de la ecología política debe documentar tales procesos y abrir el análisis de lo que significa para los países latinoamericanos, la nueva presión de acaparamiento de tierras ejercida por compañías y familias poderosas, a la manera en que lo proponen Borrás y Franco (2007) ya citados en este libro.

La Autonomía de la Ciencia

La ciencia, en tanto que uno de los más importantes circuitos culturales, de cuyos resultados se nutre gran parte del aparato productivo y de consumo del mundo moderno, tiene efectos en numerosas actividades humanas y la hacen objeto de múltiples presiones.

Lander (2005) expone con mucha suficiencia una serie de intereses de poder, dinero y gratificaciones sociales que se vierten sobre el quehacer científico contemporáneo, en donde los científicos ven seriamente comprometida su independencia. Bajo el rótulo de ciencia neoliberal, el autor afirma que "...en la llamada sociedad del conocimiento, las pugnas en torno a los procesos de producción, apropiación y regulación del conocimiento, juegan un papel cada vez más central en las tensiones entre la expansión de la lógica mercantil a todos los ámbitos de la vida que caracteriza a la globalización neoliberal y las múltiples formas de resistencia y búsquedas de alternativas a este orden global... Estos procesos globales de creciente mercantilización de la ciencia, atañen en particular (pero no sólo) a las disciplinas asociadas a la biotecnología y la biomedicina...".

Parte de la ciencia agraria y biológica contemporánea está, por lo tanto, presa en las redes de las compañías transnacionales, perdida

en los vericuetos del poder y de la fama, invisibilizada en el secreto exigido por sus mecenas y deslumbrada por el resplandor de poder y dinero que promete la competencia de las patentes.

El autor plantea la manera cómo, luego de los trabajos que dieron origen al conocimiento de las estructuras, mecanismos y procesos inmersos en la transmisión de rasgos hereditarios a partir de los genomas, la sociedad estadounidense (que indudablemente posee la mayor capacidad tecnocientífica del mundo) flexibilizó las normas que impedían o retardaban la cooperación entre empresas privadas de tipo comercial con entidades universitarias financiadas con recursos públicos, modificó sustanciales definiciones jurídicas y generó nuevas normas sobre patentes (el universo simbólico modificado para servir determinados intereses económicos, basados en una ideología productivista).

Se aprobaron leyes para promover a cooperación entre empresas comerciales y organizaciones sin ánimo de lucro, entre ellas las universidades, se autorizó el patentamiento y la comercialización de productos de investigaciones financiadas con dineros públicos, se convirtió el conocimiento científico en invención y “...en una decisión que representa un hito histórico fundamental en la evolución de la doctrina jurídica sobre lo que es y lo que no es patentable, en el año 1980 la Corte Suprema de los Estados Unidos otorgó una patente sobre una bacteria genéticamente modificada y afirmó que la bacteria en cuestión “es una manufactura”. Concluye igualmente que “el hecho de que los micro-organismos estén vivos carece de significado legal para los propósitos de la ley de patentes” (U.S. Supreme Court, 1980, citado por Elander, *op. cit.*).

De allí en adelante el autor relata la manera como lo que él denomina “la ciencia mercantil”, se traslada al resto de países del mundo a través de acuerdos de libre comercio relacionados con la propiedad Intelectual (conocidos como TRIPS por sus siglas en inglés - Trade Related Aspects of Intellectual Property Rights) y la manera como su avance elimina o reduce significativamente los conocimientos depositados por generaciones en distintos grupos de agricultores nativos, da pie para la consolidación de los actuales monopolios de compa-

ñías propietarias de semillas, agroquímicos y maquinaria agrícola, impulsa el modelo fabril del monocultivo y genera una inédita fuente de riqueza y prestigio para las comunidades científicas, por lo general pertenecientes a los países más poderosos.

De nuevo en el plano simbólico, todo ello genera un modelo mercantilista de entender las relaciones agrarias. A este modelo se opone otro, surgido de concepciones filosóficas diferentes, imbuido en ideas altruistas y ligado a las manifestaciones agrarias representadas en el conocimiento y saber campesino. “...Se trata igualmente, de dos modelos de conocimiento radicalmente divergentes. Uno “científico”, “moderno” orientado principalmente hacia el progreso y las exigencias del control, la homogeneización-estandarización de la naturaleza y el lucro capitalista. El otro enraizado en y orientado a preservar prácticas colectivas comunitarias y solidarias, y por la disposición a convivir con y preservar la extraordinaria diversidad de la naturaleza...” (Elander, *op. cit.*)

Los científicos del mundo capturados en el modo dominante de la ciencia comercial, se exponen a perder y de hecho pierden, su autonomía. Estos desplazamientos culturales “...han ido sustituyendo las antiguas normas y valores de la ciencia universitaria por una creciente subordinación a la lógica mercantil en la cual, crecientemente, los investigadores, departamentos y universidades tienen un interés económico directo en los resultados de la investigación que llevan a cabo con patrocinio empresarial, conduciendo a lo que Sheldon Krimsky ha denominado el *capitalismo académico* (Krimsky, 2003, 179). Las universidades se han hecho cada vez más dependientes de las corporaciones para el patrocinio de su investigación, y las empresas se apoyan cada vez más en la investigación universitaria para la creación de nuevos productos comerciales...” (Elander, *op. cit.*).

Los ejemplos de esta subordinación que presenta el autor citado van desde verdaderas mordazas laborales (que incluyen pérdidas de empleo) hasta cortapisas de toda índole en el plano de la publicación de resultados, campañas de descrédito a investigadores disidentes, boicoteo de fondos para investigar, pago a empresas de publicidad y

de relaciones públicas, financiación de campañas políticas, mecanismos de puertas giratorias entre empresas y entidades estatales reguladoras, en fin, una serie de maniobras corporativas que más parecen salidas de novelas policíacas que de las filas de la auténtica academia fundada en valores morales y espirituales. Entre ellas se destacan las relaciones de las empresas farmacéuticas y biotecnológicas con las revista científicas que resultan presionadas, chantajeadas o simplemente cooptadas y compradas por el poder de las compañías, que incluso poseen asientos en las juntas editoriales y deciden sobre qué artículos y de qué autores se publican o no.

Con razón Elander (*op. cit.*) se formula las siguientes preguntas: ¿Qué se investiga y en función de qué intereses? ¿Quién define la agenda de investigación académica? ¿Qué preguntas se formulan? ¿Para qué y para quién se formulan esas preguntas? ¿Qué implicaciones tiene en el establecimiento de las prioridades de la agenda de investigación el que juegue un papel determinante el cálculo de los beneficios económicos previsibles? ¿Qué temas quedan sin ser indagados por ser limitado su rendimiento económico esperado, aunque puedan ser considerados como prioritarios desde el punto de vista social? ¿Qué temas de investigación quedan expresamente excluidos como consecuencia de que sus resultados podrían ser perjudiciales para los intereses económicos de las empresas de las cuales se depende para el financiamiento? ¿Qué confianza se puede tener en los resultados de una investigación que está diseñada y orientada con fines de lucro? ¿Cómo queda el *principio de precaución* cuando entra en conflicto con los intereses comerciales del investigador y de la empresa patrocinadora?

En el otro extremo de la balanza se alinean los científicos independientes que a toda costa desean que prevalezcan los valores morales, el intercambio libre de conocimientos, las verdades incómodas, las aplicaciones democráticas del esfuerzo investigativo y la valoración ambiental integral de todas ellas, en todos los campos y desde todas las perspectivas culturales y ecosistémicas. No importa que estos científicos independientes estén en los campos de la biotecnología dura o en la agroecología...lo importante es que se esfuercen por hacer

prevalecer los valores de una ciencia democrática y comprometida con todas las manifestaciones de la vida.

El reto es complicado, para ambos grupos. En el primer caso, son muy pocas las entidades que patrocinan a los científicos independientes que glosan los resultados de las empresas biotecnológicas en su propio campo. Una excepción importante es el grupo Genok (grupo de ecología genética, por sus siglas en noruego) que tiene el apoyo del gobierno de ese país y que permanentemente organiza cursos y encuentros para divulgar los avances de grupos de investigadores independientes de varias partes del mundo. Por supuesto que sus críticas son difícilmente publicadas en revistas indexadas.

Para los investigadores de la agroecología el asunto tampoco es fácil, por varias razones, unas ligadas a la poca investigación científica que es patrocinada desde organismos estatales y otras, porque las compañías privadas del sector agrario no financian estudios que no promocionan sus productos o desde los cuales, francamente, se critican sus metodologías y resultados. Tampoco les interesa financiar proyectos que impulsan mecanismos generales de manejo de suelos o de control biológico que se escapan al dominio monopólico, que no se pueden patentar o que están en manos de cientos o miles de agricultores. De allí que no existan suficientes recursos para investigar, por ejemplo, sobre el uso de estiércoles o de materia orgánica compostada, poblaciones de lombrices, reguladores biológicos u otros temas similares que no tienen “doliente”, que no pertenecen a ninguna compañía que haya patentado los procedimientos y que, por lo tanto, no generan recursos económicos ni posibilidades de prebendas para los dueños de las compañías e incluso para los mismos investigadores.

La autonomía, por lo tanto, tiene su precio, que se paga en ausencia de patrocinadores, en flacos recursos públicos para investigar, inexistentes financiaciones del sector privado o en dificultades para publicar, no digamos ya en inglés (lengua universal de la ciencia), sino en español. En general no existe una revista indexada especializada en el tema, que publique en idioma español, aunque la revista Agroecología de la Universidad de Murcia va por ese camino.

La Incorporación de los Conocimientos y las Sabidurías Ancestrales

Buena parte del debate que propone la agroecología se enmarca en el ámbito de las estructuras simbólicas y, más concretamente, en el de las distintas maneras que existen para acopiar y transferir conocimientos.

Mucho se ha debatido sobre el análisis de los resortes culturales que posibilitan la generación, preservación y difusión de conocimientos en diferentes agrupaciones o comunidades humanas, en especial aquellas consideradas como tradicionales. Toledo y Barrera-Bassols (2008) realizaron una amplia discusión sobre el particular, citando trabajos de más de 360 autores interesados en el tema, obra a la que se remite a los lectores interesados.

De este y de otros trabajos se sabe, entonces, que en muchas culturas del mundo, los conocimientos están fuertemente ligados a las creencias y representaciones cosmológicas y se expresan, por lo tanto, de acuerdo a tales percepciones, en ritos, procesos y tecnologías que por lo general resultan apropiadas y consonantes con las características de los medios ecosistémicos en que ellas se originan, desarrollan y se difunden, lo cual puede expresarse a niveles de predios, parcelas, territorios y regiones más o menos amplias, más o menos definidas.

Algunos antropólogos insisten en señalar que la raíz misma de la concepción del territorio comienza y se expande a partir del propio cuerpo y de la propia casa y que por lo tanto, existen lazos profundos que unen las cosmovisiones, los conocimientos y las cualidades del territorio (el suelo-tierra) con los demás seres no humanos y todos ellos con las formas de transformación material, con las herramientas, con la praxis. El resultado de esta integración es el manejo adecuado del mundo, dentro de las exigencias y requerimientos impuestos por las propias dinámicas poblacionales, por las necesidades culturales de apropiación y de distribución de bienes materiales que garantizan la supervivencia del grupo, de la comunidad. Los conocimientos hacen parte de la sabiduría que permite vivir.

Toledo y Barrera – Bassols (*op. cit.*) luego de examinar la naturaleza de las diversidades culturales, biológicas, lingüísticas y agrícolas y los

principales rasgos del conocimiento tradicional (astronómicos, geofísicos, edáficos, biológicos ecogeográficos), discuten las diferencias entre conocimiento y sabiduría. Vale la pena transcribir algunos de los párrafos que estos autores anotan a propósito de tales diferencias:

“...tanto el conocimiento como la sabiduría son formas de creer, reconocer y significar el mundo. Ambos son mantenidos, construidos y legitimados mediante prácticas individuales y sociales, las cuales influyen su construcción de manera cualitativa...el conocimiento se fundamenta en bases científicas compartidas por cierta comunidad epistémica...la sabiduría se arraiga menos en conceptos epistémicos, ya que se basa en conocimientos directos, empíricos y repetitivos acerca de las cosas...el conocimiento está basado en teorías, postulados y leyes sobre el mundo y por lo tanto se supone universal y robustecido mediante autoridad. La sabiduría se basa en la experiencia concreta y en las creencias compartidas por los individuos acerca del mundo circundante y es mantenida mediante testimonios...no todo científico es un sabio...si el conocimiento es, por definición una creencia fundada sobre las bases de un razonamiento objetivo, la sabiduría es, por definición, un razonamiento basado en la experiencia personal y en creencias más o menos aceptadas...la garantía de un juicio correcto es la justificación objetiva del conocimiento...pero en la sabiduría la garantía de un juicio correcto es la experiencia personal compartida al interior de una comunidad cultural determinada. La sabiduría, como una creencia compartida, produce conocimiento mediante el reconocimiento de la repetición de irregularidades en el tiempo...”

He allí las diferencias sustanciales entre sabiduría y conocimiento, aunque ambas son difícilmente separables o reemplazables entre sí. La distinción la ha impuesto el modo de ser y de vivir de la sociedad contemporánea que se construyó sobre presupuestos de razón “objetiva” y que relegó y olvidó los aportes de la sabiduría popular en su afán de buscar el progreso material, el desarrollo tecnológico y la eficiencia económica.

Los autores citados describen con detalle una colección de ejemplos de manejo ecológico en distintos sistemas productivos del mundo, seleccionados por su adaptación a distintos factores limitantes,

antigüedad, complejidad cognitiva, valor tecnológico y cultural y su importancia como diseño reproducible en la actualidad.

Presentan los rasgos de la agricultura migratoria de los agricultores Moru en Sudán; las prácticas de muchas comunidades indígenas del Himalaya; el conocimiento Otomí sobre manejos de suelos y aguas en los que resalta la erosión inducida en las partes altas de las laderas para captar sedimentos en las partes bajas; el sistema tradicional agropastoril de los Alpes Suizos; los sistemas agroforestales de Indonesia; la agricultura de pantano en los Chontales y el manejo del maíz en la cultura Purhépecha (indígenas Tarascos) de México; los conocimientos agronómicos de los Hausa en Nigeria y de los indígenas Mayas Yucatanes de México; la agricultura de círculos concéntricos de los Mossi de Burkina Faso y los sistemas hidráulicos de las chinampas mexicanas y de los campos elevados de los Waru Waru de Perú y Bolivia, entre muchos otros.

Muchos de estos sistemas integrados de manejo están en peligro de extinción (incluyendo las magníficas chinampas mexicanas, reducidas a unas pocas hectáreas al sur de la ciudad de México, en Xochimilco y que se utilizan más como canales turísticos para recorrer en las famosas “trajineras” que como vías agrícolas) debido a distintos factores culturales impuestos por la sociedad occidental dominante. Existe acuerdo en la comunidad científica cuando señala la brutal separación y desconexión de su entorno simbólico, afectivo y espiritual, además del material, que generaron las diferentes conquistas europeas a lo largo del planeta y la imposición subsecuente de una forma racional y uniforme de entender el mundo y las cosas que eliminaron o redujeron a su mínima expresión, las conquistas realizadas por tantas culturas adaptativas neolíticas.

¿Qué tanto sobrevive del arrasamiento de estos procedimientos y tecnologías, de esta espiritualidad ligada a la materia, de estas distintas conceptualizaciones, de estos maravillosos *kosmos – corpus – praxis*⁴² de conocimiento y sabiduría? ¿Cuál es el reto, entonces, para la

⁴² Así definidos por Toledo y Barrera – Bassols (*op. cit*) que los entienden como un complejo integrado por el conjunto de creencias (*kosmos*), conocimientos (*corpus*) y prácticas productivas (*praxis*) a través de las cuales se comprenden

agroecología? ¿Será solamente el rescate de tales sistemas y su preservación, como un relictos que quede para las futuras generaciones? ¿O será una tarea de mayor envergadura que cualifique, sistematice y difunda tales sistemas como paradigmas de lo que hay que hacer, de lo que debe incluirse ahora mismo en las políticas públicas, de lo que se debe oponer al paso arrasador de las agriculturas homogeneizantes de la revolución verde y de las nuevas transformaciones biotecnológicas del campo?

Sociedad y Agroecología

Todos los puntos de debate que se presentaron en las páginas precedentes, han desbordado el círculo de pensadores y científicos y se han introducido en distintos ámbitos de la opinión pública y de los movimientos sociales, con diferentes expresiones tanto espaciales como organizacionales y simbólicas, que han hecho de la agroecología una trinchera común de resistencia contra el empuje de la economía, la ciencia marcadamente positivista, la política y las relaciones sociales derivadas de la forma homogeneizante y mercantilista de entender y practicar la agricultura.

El debate es amplio, porque las raíces filosóficas de la agroecología se extienden hasta la discusión política del modelo dominante de sociedad, cuestionando sus bases y principios. “Otro mundo es posible” parece ser el lema universal de esta propuesta de cambio y ello encierra debates profundos incluso sobre las mismas bases de la democracia participativa, que han sido discutidas para el caso del Movimiento Zapatista en México y para el Movimiento Sin Tierra de Brasil por Starr, Martínez y Rosset (2011).

Parte importante de estos planteamientos son liderados en el mundo por el movimiento de la Vía campesina, organización internacional originada en abril de 1992 durante el Congreso de la Unión Nacional de Agricultores y de Ganaderos (UNAG) en Managua, Nicaragua y

las relaciones de interpretación, representación y uso que establecen distintas culturas con la naturaleza.

fundada en mayo de 1993 en Mons (Bélgica), que agrupa a millones de campesinos y campesinas, pequeños y medianos productores, pueblos sin tierra, indígenas, migrantes y trabajadores agrícolas de todo el mundo.

Comprende alrededor de 150 organizaciones locales y nacionales en 70 países de África, Asia, Europa y América. En total, representa casi 200 millones de campesinos y campesinas. Es un movimiento autónomo, pluralista y multicultural, sin ninguna afiliación política, económica o de cualquier otro tipo, que defiende la agricultura sostenible a pequeña escala como un modo de promover la justicia social y la dignidad. Se opone firmemente a los agronegocios y a las multinacionales que están destruyendo los pueblos y la naturaleza (www.viacampesina.org)

En su página web está descrito su organigrama, que comprende la descentralización del poder entre 9 regiones. La coordinación entre regiones la lleva a cabo el Comité de Coordinación Internacional, compuesto por una mujer y un hombre por región, elegidos por las organizaciones miembros en sus respectivas regiones. La Secretaría Internacional rota de acuerdo con la decisión realizada cada 4 años por la Conferencia Internacional. Primero estuvo en Bélgica (1993-1996), después en Honduras (1997-2004) y actualmente está establecida en Indonesia hasta 2013. La financiación del movimiento proviene de las contribuciones de sus miembros, de donaciones privadas y del apoyo financiero de algunas ONG, fundaciones y autoridades locales y nacionales.

Esta organización fue la que lanzó la idea de la “soberanía alimentaria” en la cumbre mundial de la alimentación de 1996 y la definió como “... el derecho de los pueblos a alimentos sanos y culturalmente adecuados, producidos mediante métodos sostenibles, así como su derecho a definir sus propios sistemas agrícolas y alimentarios. Desarrolla un modelo de producción campesina sostenible que favorece a las comunidades y su medio ambiente. Sitúa las aspiraciones, necesidades y formas de vida de aquellos que producen, distribuyen y consumen los alimentos en el centro de los sistemas alimentarios y de las políticas alimentarias, por delante de las demandas de mercados y empresas...”

En estos mismos términos la Vía Campesina indica que “...la soberanía alimentaria da prioridad a la producción y consumo local de alimentos. Proporciona a un país el derecho de proteger a sus productores locales de las importaciones baratas y controlar la producción. Garantiza que los derechos de uso y gestión de tierras, territorios, agua, semillas, ganado y biodiversidad estén en manos de quien produce alimentos y no del sector empresarial. Así, la implementación de una auténtica reforma agraria constituye una de las prioridades del movimiento campesino. La soberanía alimentaria se presenta hoy en día como una de las repuestas más potentes a las actuales crisis alimentaria, de pobreza y climática...”

La Vía Campesina encarna las preocupaciones de amplios sectores de la población mundial en relación con temas claves como soberanía alimentaria, reforma agraria, créditos y deuda externa, tecnología, participación de las mujeres, uso de plaguicidas, expansión de la agricultura transgénica y los modelos de desarrollo rural entre otros.

En esta y en otras organizaciones de similar talante, se encuentra una fuerte oposición al agronegocio, entendido especialmente en su dimensión de agroindustria (puesto que prácticamente todos los agroecosistemas participan del negocio agrario, en tanto que es un sector productivo). Esta oposición se basa particularmente en la crítica social de acumulación de capital y de excedentes y por lo tanto en el significado excluyente y monopólico que posee la agroindustria e igualmente en su carácter depredador de recursos ecosistémicos.

La crítica es válida en el contexto global pero habría que matizarla en los contextos regionales y locales y aún en los nacionales, porque ellas son necesarias y funcionales a la actual demanda social y porque aún algunas de ellas se insertan de manera armónica en tales contextos ambientales.

La existencia de la agroindustria se justifica a sí misma en función de la demanda de bienes y servicios que le impone la sociedad y en virtud del carácter oportunista de la acumulación de capital, que avanza de la mano de las normas nacionales que privilegian su reproducción, fenómeno de carácter universal, mediado por procesos de corrupción

administrativa y de confluencia de múltiples intereses. Pero la sociedad acepta e incluso privilegia este tipo de procesos.

Las demandas mundiales de azúcar refinada, cartón, papel, madera, agrocombustibles, flores, carnes procesadas, conservas, embutidos, caucho, ropa, empaques y alimentos de distinto género, están en la base de la existencia de las plantaciones industriales y de los monocultivos básicos para la transformación empresarial. Sin tales demandas, producto a su vez de la moda, la imitación, el deseo siempre insatisfecho de poseer y de comprar que poseen los seres humanos, la agroindustria perdería su razón de ser y su éxito competitivo.

¿Significaría ello que, modificando culturalmente la demanda, se pudiera abrir paso la agricultura campesina y familiar, aquella que deposita su racionalidad en el autoabastecimiento y en valores éticos diferentes, pero que también lucha por insertarse en el mercado, sea este local, regional, nacional o internacional?.

¿La hipotética (e improbable) desaparición de la agroindustria haría que la agricultura familiar campesina colonizara otros nichos de mercado y en un proceso ulterior, evolutivo, se tornara a su vez en una agroindustria? ¿Sería este modelo agroindustrial surgido de la entraña de la agricultura campesina, diferente al que en la actualidad domina el mundo?

Las preguntas anteriores, formuladas a contravía del pensamiento alternativo, las plantea el autor en un marco contradictorio de esperanza y de pesimismo.

Pesimista, porque en el horizonte cercano nada indica que la sociedad contemporánea vaya a cambiar sus hábitos y demandas de consumo, pese incluso a las evidencias notables del cambio climático, que en opinión de algunos es la gran externalidad del capitalismo o que, en opinión de Augusto Angel Maya, es parte de lo que él denominaba “la Némesis de la naturaleza” aludiendo a la diosa de la venganza, encarnada en los desequilibrios causados a la madre tierra.

De esperanza, porque confía en el espíritu campesino, es decir, en las formas bien intencionadas, amorosas unas, ingenuas otras, en las que los agricultores ligados a la tierra comprenden el mundo y se comportan en él. Pesimista de nuevo, porque siempre, en toda comunidad humana, por ingenua y amorosa que sea, surgen los individuos talentosos y hábiles, dispuestos a negociar a toda costa, a pasar por encima de cualquier interés colectivo y a apropiarse de los bienes públicos. La moraleja ya la escribió George Orwell en su libro “La granja de los animales”: todos somos iguales, pero hay unos más iguales que otros.

BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M. 1987. Agroecology. The scientific basis of alternative agriculture. Wets-view Press. Boulder-IT Publications London.
- Altieri, M. 1994. Sustainable agriculture. *Encyclopedia of Agricultural Science*, v.4, Berkeley: Academic Press,. p.239-247.
- Altieri, M. 1995. El estado del arte de la agroecología y su contribución al desarrollo rural en América Latina. En: Cadenas Marín, A. (ed.). *Agricultura y desarrollo sostenible*. Madrid: MAPA, p.151-203.
- Altieri, M. 1999. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan-Comunidad – Montevideo - Sustainable Agriculture Networking and Extension (SANE) - UNDP, New York, 325 p.
- Altieri, M. 2010. El estado del arte en la agroecología: revisando avances y desafíos. En: Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones. León, T y Altieri M. Eds. pp 77 – 104
- Altieri, M. y Nicholls, C. 2004. Biodiversity and pest management in Agroecosystems. Food Products Press, New York.
- Altieri, M. y Bravo, E. 2007. The ecological and social tragedy of biofuels 5/1/07, www.foodfirst.org
- Altieri, M. y Koohafkan, P. 2008. Enduring farms: climate change, smallholders and traditional farming communities. Environment and Development Series 6. Malaysia: Third World Network.
- Altieri, M. y Nicholls, C. 2000. Agroecology and the Search for a Truly Sustainable Agriculture. University of California, Berkeley. Basic Textbooks for Environmental Training. First english edition 2005. © United Nations Environment Programme - Environmental Training Network for Latin America and the Caribbean. Boulevard de los Virreyes 155, Colonia Lomas de Virreyes 11000, México D.F., México.
- Altieri, M. y Nicholls, C. 2007. Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas. Icaria Editorial S.A. Barcelona – España. 247 p.
- Altieri, M. y Nicholls, C. 2007a. Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación.

- Consulta 6 octubre 2011. Disponible en www.revistaecosistemas.net/articulo
- Altieri, M. y Nicholls, C. 2009. Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. *LEISA Revista de Agroecología*. Pp 5-8
- Altieri, M. y Toledo V. 2011. The agroecological revolution of Latin America: rescuing nature, securing food sovereignty and empowering peasants. *The Journal of Peasant Studies* Vol. 38, No. 3, 587-612.
- Altieri, M., Nicholls, C., Funes-Monzote, F. y Vázquez, L. 2011. Hacia una metodología para la identificación, diagnóstico y sistematización de sistemas agrícolas resilientes a eventos climáticos extremos. Red Iberoamericana de agroecología para el desarrollo de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático.
- Altieri, M.A. 2008. El papel estratégico de la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA) frente a los desafíos y oportunidades para una agricultura sustentables en la América Latina y el Caribe del siglo XXI. *Agroecología* 3:87-95.
- Amigos de la Tierra Internacional y otros, 2011. Declaración conjunta sobre la apropiación de tierras - movimientos sociales y organizaciones de la sociedad civil. “Es hora de prohibir el acaparamiento de tierras, no de darle una fachada de responsabilidad”. *Biodiversidad, sustento y culturas*, 69. Pp 8-17. Disponible también en <http://www.fian.org/recursos/publicaciones/>. Consultado julio de 2011.
- Ángel, A. 1993. La trama de la vida. Bases ecológicas del pensamiento ambiental. Ed. Dirección General de Capacitación - Ministerio de Educación Nacional Colombia - Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) - Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 77 p.
- Ángel, A. 1995. La fragilidad ambiental de la cultura. Ed. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 127 p.
- Ángel, A. 1996. El reto de la vida. Ecosistema y cultura. Una introducción al estudio del medio ambiente. Ed. Ecofondo. Bogotá. 109 p.
- Atance, M. y Tió S. 2000. La multifuncionalidad de la agricultura: Aspectos económicos e implicaciones sobre la política agraria. *Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 189 (pp. 29-48). Disponible en http://titulaciongeografia-sevilla.es/master/archivos/recursos/r189_02.pdf.

- Azzi, G. 1956. Agricultural ecology. Turin. Edition Tipografia Editrice Torinese.
- Badgley C., Moghtader, J., Quintero, E., Zakem, E., Chappell, J., Avilés, K., Samulon, A. y Perfecto, I. 2007. Organic agriculture and the global food supply. *Renewable Agriculture and Food Systems*: 22(2); 86–108
- Banco Mundial, 2010. New World Bank report sees growing global demand for farmland. Washington DC, septiembre, 2010. Referencia consultada en Julio 25 de 2011 <http://farmlandgrab.org/post/view/15309>
- Barnes, T. 1999. Landscape ecology and ecosystems management. Cooperative Extension Service University of Kentucky College of Agriculture. Disponible en: www.uky.edu/ag/pubs/for/for76/for76.pdf
- Bejarano, J. 1998. Desarrollo sostenible: un enfoque económico con una extensión al sector agropecuario. Colección de Documentos IICA. Serie Competitividad No. 4. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura – IICA.
- Bengtsson, J., Ahnström, J. & Weibull, A.C. (2005). The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 42, 261–269.
- Bennett, A. 2004. Enlazando el Paisaje. El Papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre. Programa de Conservación de bosques UICN. Serie: Conservando los ecosistemas boscosos No 1. Costa Rica, 309 p.
- Bonfil, G. 2010. México profundo. Una civilización negada. Quinta reimpresión. Random House Mondadori, Mexico. 250 p.
- Bonnal P., Bosc P., Días J. y Losch, B. 2003. “Multifuncionalidad de la agricultura” y “nueva ruralidad” ¿Reestructuración de las políticas públicas a la hora de la globalización? Ponencia presentada en el Seminario Internacional El Mundo Rural: Transformaciones y Perspectivas a la luz de la Nueva Ruralidad. Pontificia Universidad Javeriana, CLACSO, REDCAPA, Bogotá. Disponible en <http://ceragro.iica.int/Documents/Multifuncionalidad%20na%20agricultura.pdf>
- Borras, S. y Franco, J. 2010. La política del acaparamiento mundial de tierras. Replantando las cuestiones de tierras, redefiniendo la

- resistencia. *ICAS Working Paper Series* 001. Transnational Institute – ICAS Initiative in Critical Agrarian Studies y LDPI Land Deal Politics Initiative. 22 p.
- BRDI (Biomass Research and Development Initiative), 2006. Vision for bioenergy and biobased products in the United States: Bioeconomy for a sustainable future. <http://www.biomass.govtools.us>.
- Bringezu, S., O'Brien, M., Pengue, A., Swilling, M., y Kauppi, L. 2010. Assessing global land use and Soil management for Sustainable resource policies-Scoping paper – Work Group Land & Soil of the international panel for Sustainable resource management. UNEP, París. 32 p.
- Bunch, R. 1982. Dos mazorcas de maíz. Una guía para el mejoramiento agrícola orientado hacia la gente. Vecinos Mundiales. Portland. U.S.A. 267p.
- Burel, 1996. Hedgerows and their role in agricultural landscapes. *Critical reviews in plant sciences* 15: 169-190.
- Cáceres, J. 2004. Multifuncionalidad, Desacoplamiento y Desarrollo Rural. El Viejo Topo. Sept 2004, pp 32-35/AFEMA. Disponible en <http://www.ecoportal.net/>
- Cano, J., Balcázar, A., Castillo, J., Giraldo, J., Arcila, A., Orozco, M., Rodríguez, C. y Cely, Y. 2006. Estudio de Caracterización de las Alianzas Estratégicas en Palma de Aceite en Colombia. *Revista Palmas*, Vol. 27 No 1.
- Caporal, F.; Costabeber, J.A.; Paulus, G. 2006. Agroecologia. Matriz disciplinar ou novo paradigma para o desenvolvimento rural sustentável.
- Cárdenas, J 1991. Colombia sin pacto cafetero. *Revista la Tadeo*. No. 30. pp. 4-11
- Carrizosa, J. 2001. ¿Qué es ambientalismo? – La visión ambiental compleja. Centro de Estudios de la Realidad Colombiana (CEREC) – Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) de la Universidad Nacional de Colombia – Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) Red de Formación Ambiental. 132 p.
- Carson, R. 1962. Silent spring. Crest Books. Ed: Fawcett World Library. New York, U.S.A.
- Castiblanco C. y Etter, A. 2011. La expansión de los cultivos de palma de aceite para biodiesel en Colombia (en publicación).

- Castillo, O. 2005. Poblaciones en situación de desplazamiento forzado en Colombia Una revisión de las cifras del sistema de información 'RUT'. *Cuadernos de Desarrollo Rural* (55), pp 29-50.
- Catacora, G., León, T., Vázquez, L. y Altieri, M. 2014. Marco conceptual en Agroecología: consensos de la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA). En publicación.
- Ceccom, E. 2008. La Revolución Verde Tragedia en Dos Actos. *Ciencias* 1(91):21-29.
- Cepeda, J; Gómez, D; Nicholls, C. 2013. La estructura importa: Abejas visitantes del café y estructura agroecológica principal en cafetales. *Revista Colombiana de Entomología*. En preparación.
- Chabousson, F. 1967. Plantas Doentes Pelo Uso De Agrotóxicos (A Teoria Da Trofobiose). Tradução de Maria José Guazzelli. Brasil: L&Pm. 256 p.
- Chará, J. y Murgueitio, E. 2005. The role of silvopastoral systems in the rehabilitation of Andean stream habitats. *Livestock Research for Rural Development* (17):2 Disponible en: <http://www.cipav.org.co>
- Christensen, N., Bartuska, A., Brown, J., Carpenter, F., D'Antonio, C., Francis, R., Franklin, J., MacMahon, J., Noos, R., Parson, D., Peterson, C., Turner, M., y Woodmansee, R. 1996. The report of the ecological society of America Committee on the scientific basis for ecosystem management. *Ecological Applications* 6(63). Pp 665 – 691
- CIAT. 2002. Agrobiodiversity conservation: keeping the options alive. CIAT in Focus. <http://www.ciat.cgiar.org/ciatinfocus/agrobiodiversity.htm>.
- Cleves, A. 2013. La estructura agroecológica principal y la resiliencia a la variabilidad climática en zonas citrícolas de la Orinoquia colombiana. Proyecto de tesis doctoral. Doctorado en Agroecología. Facultad de Agronomía- Instituto de Estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia.
- COLCIENCIAS 1990. Perfil ambiental colombiano. Bogotá.
- Córdoba, C. y León, T. 2013. Resiliencia de sistemas agrícolas ecológicos y convencionales frente a la variabilidad climática en Anolaima (Cundinamarca – Colombia). Proyecto de tesis doctoral. Doctorado en Agroecología. Facultad de Agronomía- Instituto de Estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia.

- Corpoica, 2007. Manual técnico de capacitación para la preparación, uso, manejo y certificación de productos para una agricultura ecológica. Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuarias – Corpoica y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). 121 p.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR y Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit - GTZ. 2000. cultivar sin arar: labranza mínima y siembra directa en los Andes: el arte de producir conservando suelo y agua. Proyecto de Conservación de Suelo y Agua en la Zona Andina – Proyecto Checua. Colombia.
- Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuarias – Corpoica e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 1999. Sostenibilidad de los sistemas de producción agropecuarios en la región andina. Modulo 3A. Bogotá.
- Corrales, E. 2002. Sostenibilidad agropecuaria y sistemas de producción campesinos. Cuadernos Tierra y Justicia No 5. Instituto Latinoamericano de Servicios Legales Alternativos. Bogotá. 47 p.
- Cortés, A. 1982. Geografía de los suelos de Colombia. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 161 p.
- Cortés, A y Malagón, D. 1984. Los levantamientos agroecológicos y sus aplicaciones múltiples. Bogotá. Universidad de Bogotá “Jorge Tadeo Lozano”. 360 p.
- Cortés, A. 1989. La cuenca del río Suárez: problemas que afectan a la laguna de Fúquene y a las tierras aledañas. En: La Tadeo. No 20. Pp 29-33.
- Cossalter C. and C. Pye-Smith. 2003. Fast-wood forestry: myths and realities. Forest Perspectives No. 1. Center for International Forestry Research.
- Coy G. 2001. Diagnóstico de los procesos de contaminación por el uso agrícola de plaguicidas en la cuenca del río Magdalena. Tendencias, Indicadores y Sistema de Información. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Estudios Ambientales – Facultades de Derecho y Ciencias Económicas. Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo. Tesis de grado. Bogotá. 78 p.
- Dale, B. 2007. "Thinking clearly about biofuels: ending the irrelevant 'net energy' debate and developing better performance metrics for alternative fuels", www.klprocess.com/facts_legends/metrics.pdf

- Dalgaard, T., Hutchings, N. and Porter, J. 2003. Agroecology, scaling and interdisciplinarity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 100, Issue 1, Pages 39-51
- Daño, E. 2007. Potential socio-economic, cultural and ethical impacts of GMOs: Prospects for Socio-Economic Impact Assessment. In T. Traavik, C. Lim Li. (Ed) *Biosafety First – Holistic Approaches to Risk and Uncertainty in Genetic*
- Derpsch, R. 2001. Conservation Tillage, No – tillage and related technologies. I World Congress on Conservation Agriculture. Madrid, 1 – 5 Octubre de 2001.
- Diamond, J. 2006. Colapso. Porqué unas sociedades perduran y otras desaparecen. Ed. Random House Mondadori, Bogotá – Colombia. 747 p.
- Doerfler, W. 2007. Basics on the fifth nucleotide in DNA, 5-methyl-deoxycytidine: a regulatory genetic signal En: En: Terje Traavik and Lim li Ching (eds): *Biosafety first. Holistic approaches to risk and uncertainty in genetic engineering and genetically modified organisms*. Tapir Academic Press – Norsk Institutt for Genokologi (Genok), Tromsø – Trondheim (Norway). pp 95 – 107
- Drexler, J. 2002. ¡En los montes, sí; aquí, no! Cosmología y medicina tradicional de los Zenúes". Quito: Abya-Yala.
- F.A.O., 1985. Directivas: evaluación de tierras para agricultura de secano. Boletín de suelos de la FAO No 52, FAO Roma.
- Fajardo, D. 2002. Para sembrar la paz hay que aflojar la tierra. Comunidades, tierras y territorios en la construcción de un país. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales. 188 p.
- Farrel, A. 2006. Ethanol can contribute to energy and environmental goals. *Science*, 311: 506-508.
- FIAN, 2010. Land grabbing in Kenya and Mozambique: a report on two research missions – and a human rights analysis of land grabbing. FIAN International.
- Fonseca, J. 2013. Evaluación de las prácticas agrícolas campesinas y su incidencia en la adaptación a variabilidad climática en la zona central de Boyacá (Colombia). Bogotá, Universidad Nacional de Colombia – Facultad de Agronomía. Programa de Doctorado en Agroecología. Propuesta de tesis.

- Food and Agriculture Organization - FAO. 2002. Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030: Informe resumido. Departamento Económico y Social – FAO. Consultado 6/02/2006 en <http://www.fao.org/docrep/004/y3557s/y3557s09.htm>
- Forero, J. 2002. La economía campesina colombiana 1999-2001. En: Cuadernos Tierra y Justicia, No 2. Ed: ILSA Instituto Latinoamericano de Servicios Legales Alternativos. Bogotá, 32 p.
- Forman, R. y Baudry J. 1984. Hedgerows and hedgerows networks in landscape ecology. *Environmental Managements* 8: 495 - 510
- Francis, C., Lieblein, G., Gliessman, S., Breland, T. A., Creamer, N., Harwood Salomonsson, L., Helenius, J., Rickerl, D., Salvador, R., Wiedenhoef, M., Simmons, S., Allen, P., Altieri, M., Flora, C. and Poincelot, R. 2003. Agroecology: the ecology of food systems. *Journal of Sustainable Agriculture* 22 (3), 99–118.
- Freebairn, D. 1995. Did Green Revolution Concentrate Incomes? A Qualitative Study of Research Reports. *World Development* 23(2):265-279.
- Friis, C. y Reenberg, A. 2010. Land grab in Africa: Emerging land system drivers in a teleconnected world”, GLP Report núm. 1, The Global Land Project, Denmark, <http://farmlandgrab.org/post/view/14816>.
- Fundación San Isidro, 2000. Cartillas pintorescas de experiencias sobre agroecología para clima frío. Pronatta / 6 volúmenes: ganadería, preparados, etnoveterinaria, abonamiento orgánico, papa orgánica y cosechar agua. 157 p.
- Funes, F., García, L., Bourque, M., Pérez, N y Rosset, P. 2001. Transformando e campo cubano, avances de la agricultura sostenible. ACTAF Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales – Instituto para las Políticas de Alimentación y Desarrollo Food First – Centro de Estudios de Agricultura Sostenible (CEAS) Universidad Agraria de la Habana. 286 p.
- Funes-Monzote, F., López-Ridaura, S. y Tittonell, P. 2009. Diversidad y eficiencia: elementos clave de una agricultura ecológicamente intensiva. LEISA: Revista de agroecología. Vol. 25, No. 1.
- Funes-Monzote, F., Monzote, M., Lantinga, E., Ter Braak, C., Sánchez, J. y Van Keulen, H. 2009b. Agro-Ecological Indicators (AEIs) for Dairy and Mixed Farming Systems Classification:

- Identifying Alternatives for the Cuban Livestock Sector. *Journal of Sustainable Agriculture* 33:4, 435 - 460.
- Gabriel, D., Sait, S., Hodgson, J., Schmutz, U., Kunin, W. y Benton, T. 2010. Scale matters: the impact of organic farming on biodiversity at different spatial scales *Ecology Letters* (2010) 13: 858–869.
- Gallego M., Sanín A. y Márquez F. 2003. Perfil cognoscitivo de trabajadores expuestos a plaguicidas en el sector bananero de Urabá - Antioquia.
- Gliessman, S. (ed.). 1990. *Agroecology: researching the ecological basis for sustainable agriculture*. New York: Springer-Verlag.
- Gliessman, S. 1995. Sustainable agriculture: an agroecological perspective. *Advances in Plant Pathology*, V.11, 45-57.
- Gliessman, S. 1998. *Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture*. Ann Arbor Press, Chelsea, Michigan.
- Gligo, N., & Morello, J. (1980). Notas sobre la liistoria ecológica de América Latina. En O. Sunkel, & N. Gligo, *Estilos de desarrollo y medio ambiente en la América Latina*. México: Fondo de Cultura Económica.
- González de Molina, M. 2011. Introducción a la agroecología. Cuadernos técnicos SEAE – Serie: Agroecología y Ecología Agraria. Ed: Sociedad española de Agricultura ecológica (SEAE). 68 p.
- González M. 1992. Agroecología: bases teóricas para una historia agraria alternativa. *Agroecología y Desarrollo*, No 4, 22-31.
- Guzmán G., González M. y Sevilla E. 2000. *Introducción a la Agroecología como desarrollo rural sostenible*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Hart, R. 1985. Conceptos básicos sobre agroecosistemas,. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 160 p.
- Hawkes C. y Ruell M. 2006. Understanding the links between agriculture and health. International Food Policy Research Institute, IFPRI, 2020 Focuas
- Hecht, S. 1999. La evolución del pensamiento agroecológico En M. Altieri, *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. Nordan-Comunidad. Montevideo.
- Hecht, S. 1999. La evolución del pensamiento agroecológico. En: Altieri, M. 1999. *La agroecología: bases científicas para una*

- agricultura sustentable. Editorial Nordan-Comunidad Montevideo - Sustainable Agriculture Networking and Extension (SANE) - UNDP, New York, 325 p.
- Heinemann, J. 2009. Hope not Hype. The future of agriculture guided by the IAASTD. TWN. Penang.
- Hénin, S. 1967. Les acquisitions techniques en production végétale et leurs applications. *Economie Rurale*, SFER, Paris – France, 31 – 44
- HighQuest Partners, United States 2010. “Private Financial Sector Investment in Farmland and Agricultural Infrastructure”, OECD Food, Agriculture and Fisheries Working Papers, No. 33, OECD Publishing. doi: 10.1787/5km7nzipjr8v-en
- Hill, J. 2006. Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels. *PNAS*, 103(30): 11206-11210.
- Hole, A., Perkins B., Wilson C. y Alexander P. 2005. Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation* 122: 113–130.
- Holt, E. 2001. Measuring farmers’ agroecological resistance to Hurricane Mitch in Central America. London: International Institute for Environment and Development.
- Holt, E. 2007. Bio-combustibles: mitos de la transición de los agro-combustibles. Food First / Institute for Food and Development Policy, Oakland, CA, USA.
- Holt, E. 2008. Campesino a campesino: Voces de Latinoamérica Movimiento Campesino para la Agricultura Sustentable / Eric Holt Giménez.-- Managua : SIMAS, Servicio de Información Mesoamericano sobre Agricultura Sostenible Managua, Nicaragua. 294 p.
- Horrigan, L. y Walker, P. 2002. How sustainable agriculture can address the environmental and human health harms of industrial agriculture, *Environ. Health Persp.* 110 (5): 445-456
- IAASTD, ed. 2009. Agriculture at Crossroad: The Synthesis Report. Island Press.
- IAASTD, Evaluación Internacional del Conocimiento, Ciencia y Tecnología en el Desarrollo Agrario. Hacia una agricultura multifuncional en pos de la sostenibilidad social, ambiental y

- económica. Consulta en junio 24 de 2011. <http://www.agas-sessment.org/docs/multifunctionalESlowres.pdf>
- IDEAM. 1998. El Medio Ambiente en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá. 495 p.
- IDEAM. 2002. Primera generación de indicadores de la línea base de la información ambiental de Colombia. Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC. Tomo 2. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- INGEOMINAS, 2004. Ministerio de Minas y Energía. Instituto de Geología y Minería - Compilación y levantamiento de la información geomecánica. Cobertura de los suelos de la Sabana de Bogotá. Mapa 8. Figura 15. Escala 1:200.000
- INSEB. Informe Nacional Sobre el Estado de la Biodiversidad. 1997 - Colombia. Instituto Alexander von Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente. 1998. 3 vol. Bogotá.
- ISAAA, 2008. Brief 39: Executive Summary. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2008. The First Thirteen Years, 1996 to 2008 Disponible en: www.isaaa.org/resources/publications/briefs/39/executivesummary/. Consultado 10 de octubre de 2011.
- ISAAA, 2011. Brief 42: Executive Summary. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops, 2010. Disponible en: www.isaaa.org/resources/publications. Consultado 20 de agosto de 2011.
- Ishimura, I. 2004. Manual de agricultura orgánica. JICA – Piracicaba, Brasil, 246 p.
- Jaramillo, S. y Turbay, S. 2000. Los indígenas Zenúes. *Geografía humana de Colombia*, Región Andina Central (Tomo IV, volumen III).
- Jering, A., J. Günther, A. Raschka, M. Carus, S. Piotrowski and L. Scholz. 2010. Use of renewable raw materials with special emphasis on the chemical industry. ETC/SCP report 1.
- Johnston, M. y Holloway, T. 2006. A global comparison of national biodiesel production potentials. Center for Sustainability and the Global Environment. University of Wisconsin – Madison. (*in press*). *Environmental Science & Technology*.
- Kattan, G. 1992. Rarity and vulnerability: The birds of the Cordillera Central of Colombia. *Conservation Biology*. Vol. 6 (1) pp. 64-70.

- Klages, K. 1928. Crop ecology and ecological crop geography in the agronomic curriculum. *Journal of the American Society of Agronomy* 10, 336-353.
- Knight, C. 1980. Ethnoscience and the African farmer: rationale and strategy. En: *Indigenous Knowledge Systems and Development*. D. Broken-shaw *et al.*, eds. Maryland: Univ. Press of America.
- Kuper, A. 2001. Cultura – la versión de los antropólogos. Ediciones Paidós, Ibérica S.A. Barcelona – España. 298 p.
- Lampkin, N. 1998. *Agricultura Ecológica*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Lander, E. 2005. La ciencia neoliberal. *Revista Venezolana de Economía y Ciencias Sociales*. [online]. mayo 2005, vol.11, no.2 [citado 27 Octubre 2011], p.35-69. Disponible: <<http://www.scielo.org.ve> ISSN 1315-6411.
- Lang T, 2006. Agriculture, Food, and Health: Perspectives on a Long Relationship. En Understanding the links between agriculture and health. Ed Hawkes C , Ruel MT. International Food Policy Research Institute, IFPRI, 2020 Focuas.
- Leff, E. 2007. La complejidad ambiental: del logo científico al diálogo de saberes. En: Las ciencias ambientales una nueva área del conocimiento. Sáenz, O. Comp. Red Colombiana de Formación Ambiental, Bogotá. 182 p.
- León, T y Altieri, A. 2010. Enseñanza, investigación y extensión en agroecología: la creación de un programa latinoamericano de agroecología. En: Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones. León, T y Altieri M. Eds. Pp 11- 52.
- León, T, Valbuena, S. y Borrero, M. 2007. Palma de aceite, biodiversidad y tendencias de política: el caso de la Orinoquia colombiana. Bogotá. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - World Wildlife Fund. Informe final. 176 p
- León, T. 2000. Resistencia sistémica inducida con microorganismos de rizosfera para control de gota en papa (*Phytophthora infestans*) en cultivo orgánico y convencional de papa (Tenjo – Cundinamarca) Ciclo 1. Trabajo de promoción. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Estudios Ambientales 97 p.
- León, T. 2007. Medio ambiente, tecnología y modelos de agricultura en Colombia – Hombre y Arcilla. ECOE ediciones – Universidad

- Nacional de Colombia - Instituto de Estudios Ambientales. Bogotá. 287 p.
- León, T. 2008. Tierra, agricultura y ambiente: ¿Es el desarrollo una categoría de la dimensión ambiental o viceversa? En: *Innovación y ciencia* Vol. XV N0 3 pp. 60 – 70.
- León, T. 2010. Agroecología: desafíos de una ciencia ambiental en construcción En: *Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones*. León, T y Altieri M. Eds. Pp 53 - 77.
- León, T. 2011. Análisis de la intervención de USAID a través de proyectos en Nariño y Putumayo. Reporte preliminar. Convenio USAID - Universidad de Antioquia. Documento interno de trabajo.
- León, T., Rodríguez, T. y Córdoba, C. 2011. La Estructura Agroecológica Principal de la Finca (EAP): un concepto útil en agroecología. *Memorias Tercer Congreso Latinoamericano de Agroecología – Universidad Autónoma de Chiapas – Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología*. Oaxtepec, Mexico.
- León, T., Turbay, S., Altieri, M., Nicholls, C., Arguello, H., Fuentes, C., Prager, M., Sánchez de Prager, M., Vélez, L., Márquez, M., Cadavid, C., Otero, J., Menjívar, J., Cotes, J., Franco, F., Zárate, C y Palacio, G. 2008. Programa de doctorado en agroecología. Propuesta de creación. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia Universidad de Antioquia. 168 p. más anexos.
- Living Lakes and Global Nature Fund. 2002. Problems and solutions at laguna Fúquene. <http://www.livinglakes.org/fuquene/issues.htm>
- Machado, A. 1998. La cuestión agraria en Colombia a fines del milenio. Bogotá. El Ancora editores.
- Machado, A., Rubio, R., Ramírez, A.C., Fandiño, S., Suárez, G. y Mesías, L. 2004. La academia y el sector rural. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Económicas - Centro de Investigaciones para el Desarrollo (CID). 261 p.
- Machín, B., Roque, A., Avila, D y Rosset, P. 2011. Revolución agroecológica. El movimiento campesino a campesino de la ANAP en Cuba. Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP) – Centro de Estudios para el Cambio en el Campo Mexicano (CECCAM) – La Vía Campesina Región Norteamérica. 167 p.
- MacLaughlin, A., Mineau, P. 1995. The impact of agricultural practices on biodiversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 55 (3): 201-212.

- Magrin G., Confalonieri U., Canziani O., Baethengen W., Travasso M. (2010) Búsqueda de sistemas agrícolas sostenibles. En *Determinantes Sociales y Ambientales de Salud*. ed: Galvao L, Finkelman J, Henao S. OPS.McGraw-Hill. Mexico: 411- 438.
- Malhi Y., Roberts J., Betts, R., Killeen, T., Li, W. y Nobre C. 2008. Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon. *Science* 319(5860): 169.
- Margalef, R. 1995. Ecología. Ediciones Omega. Barcelona. 951 p.
- Martin K. y Sauerborn, J. 2013. Agroecology. Springer, 338 p.
- Martínez Alíer, J. 2005. Ecología política – El estudio de los conflictos ecológicos distributivos. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Ambientales. Censat Agua Viva. 32 p.
- Martínez, A. 2014. Adopción y permanencia de la agricultura ecológica. Razones y motivaciones de los agricultores ecológicos de Guasca, Anolaima y Ventaquemada. Tesis de grado. Programa de Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo. Instituto de Estudios Ambientales, Universidad Nacional de Colombia.
- Mejía, J. 1995. Manual de aleopatía básica y productos botánicos. Sistemas Integrados de Producción Agropecuaria, SINPROAGRO. 83 p.
- Mejía, M. 2001 a. Testamento agrícola – aportes a agriculturas alternativas populares Ed: el autor. Cali, Colombia, 187 p.
- Mejía, M. 2001 b. Plegaria – súplica de construir lo nuestro. Ed: el autor. Cali, Colombia, 246 p.
- Mejía, M. 1995. Agriculturas para la vida. Movimientos alternativos frente a la agricultura química. LED, Asociación para la cooperación y el desarrollo Liechtenstein – CEPROID, Corporación para la Educación Especial, Cali. 251 p.
- Merten, H., Rosa, A., Biscasia, M., Silva, A. 1996. Plantio direto. No 31 p.18-25
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – Centro Internacional de Agricultura Orgánica (CIAO) y Corporación BIOMA, 2007. Inventario Nacional de Agricultura Ecológica: una opción para el desarrollo rural. 131 p.
- Ministerio de Cultura de Colombia, 2010. Zenú, la gente de la palabra. Bogotá.
- Ministerio del Medio Ambiente, 1998. Informe Final de Gestión del Ministro del Medio Ambiente Eduardo Verano de la Rosa. Santa Fe de Bogotá.

- Moguel, P. y Toledo, V. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems in Mexico. *Conservation Biology* 13 (1): 11-21.
- Mojica, J., Castellanos, C., Usama, S. y Alvarez, R (Eds.). 2002. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Conservación Internacional – Colombia. Bogotá, Colombia.
- Mondragón, H. 2007. Colombia: los negocios del biocombustible y de la caña de nuestros empresarios y el gobierno nacional. Documento publicado en la página Web <http://www.biodiversidadla.org/content/view/full/32272>
- Morcote, G., Mora, S. y Franky, C (eds). 2006. Pueblos y paisajes antiguos de la selva amazónica. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia – Facultad de Ciencias. Taraxacum. 416 p.
- Morin, E. 2000. Introducción al pensamiento complejo. Ed: Gedisa, S.A. tercera reimpresión. Barcelona, España. 166 p.
- Msangi, S. y Rosegrant, M. 2009. World agriculture in a dynamically-changing environment: IFPRI's long-term outlook for food and agriculture under additional demand constraints. Paper presented at the FAO Expert Meeting, 24-26 June 2009, Rome on "How to Feed the World in 2050".
- Murgueitio, E. 2003. Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. *Livestock Research for Rural Development* (15):10 Disponible en: <http://www.cipav.org.co>
- Murgueitio, E. 2011. Los árboles en la agricultura: una amistad antigua rescatada del olvido en América. *LEISA* 27 (2): 6-7.
- Murgueitio, E. e Ibrahim, M. 2001. Agroforestería pecuaria para la reconversión de la ganadería en Latinoamérica. *Livestock Research for Rural Development* (13):3 Disponible en <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/3/murg133.htm>
- Murgueitio, E. e Ibrahim, M. 2009. Ganadería y medio ambiente en América Latina. En: Ganadería del futuro: investigación para el desarrollo. Segunda Edición (Murgueitio, E., Cuartas, C. y Naranjo, J. eds). Cali (Colombia). Fundación CIPAV. Pp 19-40.
- Murgueitio, E., Calle, Z., Uribe, F., Calle, A., y Solorio, B. 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management* 261 (10): 1654 – 1663.

- Murgueitio, E., Cuartas, C., Naranjo, J., Córdoba, C y Rueda, O. 2010. Hacienda El Porvenir, ejemplo de reconversión productiva. FEDEGAN – SENA. 60 p.
- Nicholls, C. 2008. Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Ed: Universidad de Antioquia – Colombia. 282 p.
- Nivia, E. 2000. Mujeres y plaguicidas. Una mirada a la situación actual, tendencias y riesgos de los plaguicidas. Estudio de caso en Palmira, Colombia. Rapalmira – Ecofondo – PAN. 114 p.
- Norgaard, R. y Sikor, T. 1999. Metodología y práctica de la agroecología. En: Altieri, M. 1999. La agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan–Comunidad Montevideo - Sustainable Agriculture Networking and Extension (SANE) - UNDP, New York, 325 p.
- Ocampo, J y Córdoba, R. 1990. La coyuntura cafetera internacional en perspectiva. En: Coyuntura Económica: Análisis y perspectivas de la economía colombiana. Vol. XX, No.1 (mar. 1990) ISSN 0120-3576. pp. 87-104
- Ortega y Gasset, J, 1930. Misión de la Universidad. Revista de Occidente. Edición de 2004: Alianza Editorial S.A. Madrid – España, 238 p.
- Palacios, T. 2001. La Agricultura Ecológica y la Red Nacional de Agricultura Ecológica – REDAE. Pronatta - Instituto de Estudios Ambientales (IDEA). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá
- Palau, T.; Cabello, D.; Maeyens, A.; Rulli, J, Segovia, D. 2007. Los refugiados del modelo agroexportador. Impactos del monocultivo de soja en las comunidades campesinas paraguayas. BASE-Is. Asunción.
- Parra, B. 2001. Bavaria: la arrogancia del poder. Bogotá. Pontificia Universidad Javeriana *Cuadernos de Administración* 14 (23): 63 -106
- Pengue, 2008. La apropiación y el saqueo de la naturaleza. Conflictos ecológicos distributivos en la Argentina del Bicentenario. Lugar Editorial. Federación Agraria Argentina. Buenos Aires
- Pengue, 2010. La economía ecológica y el desarrollo en la América Latina. En: Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones. León, T y Altieri M. Eds. Pp 139-174.

- Pengue, W.A. 2005. Transgenic Crops in Argentina: The Ecological and Social Debt. *Bulletin of Science, Technology & Society* 25(4): 314-322.
- Pérez, N. 2004. Manejo ecológico de plagas. Universidad Agraria de la Habana, Centro de Estudios de Desarrollo Agrario y Rural. Cuba
- Perfecto, I., Rice, R., Greenberg, R., van der Voort, M. 1996. Shade Coffee: A disappearing refuge for biodiversity. *BioScience* 46 (8): 598 – 608.
- Perfecto, I., Vandermeer, J. y Wright, A. 2009. Nature's matrix: linking agriculture, conservation and food sovereignty. Earthscan, London. 233 p.
- Pertuz C. y León, S.T. 2011. Aspectos ambientales de la cadena productiva de papa (*Solanum tuberosum* L) en zona rural de la localidad de Ciudad Bolívar, D.C. relacionados con la contaminación química del tubérculo con plaguicidas organofosforados y carbamatos En: Desarrollo y ambiente: contribuciones teóricas y metodológicas. Compiladora León, N. ISBN 978-958-761-512-8 pp. 45-78.
- Pimentel, D. 1996. Green revolution agriculture and Chemicals Hazard. *The Science of the Total Environment* 188, 586-598.
- Pimentel, D. y Pimentel, M. 1979. *Food, Energy and Society*. London: Edward Arnold.
- Pinzón, M. 2013. Análisis de la migración voluntaria de personas de la ciudad hacia comunidades rurales sostenibles. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales. Programa de Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo. Propuesta de tesis.
- Plazas, C. y Falchetti, A. 1986. La cultura del oro y el agua. Un proyecto de reconstrucción. *Boletín Cultural y Bibliográfico* XXIII (6). Publicación digital en la página web de la Biblioteca Luis Ángel Arango del Banco de la República. <<http://www.lablaa.org/blaavirtual>. Búsqueda realizada el 16 de julio de 2011.
- Polanco, A. 1996. Ciencia, tecnología y educación en la modernización de la agricultura latinoamericana. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.

- Porta, M., Ballester, F., Gasull, M., Bosch, M., Puigdomènech, E. y López, E. 2009. Los compuestos tóxicos persistentes: una introducción. En: Porta, M, Puigdomènech, E. y Ballester, F. Eds: Nuestra contaminación interna. Concentraciones de compuestos tóxicos persistentes en la población española. Ed Catarata. Madrid, España. Pp 19-39.
- Poveda A., Dewenter A., Scheu B. y Tschardtke A. 2006. Belowground effects of organic and conventional farming on aboveground plant–herbivore and plant–pathogen interactions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 113: 162–167.
- Pradilla, G. 2013. Impactos Estrategias adaptativas a la variabilidad climática en pequeños productores ecológicos y convencionales del altiplano Cundiboyacense (Guasca y Duitama). Bogotá, Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales. Programa de Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo. Propuesta de tesis.
- Pradilla, V., Córdoba, V. y León, S. 2011. Relaciones entre comunidades de avispas y arvenses en dos fincas ecológicas en Tenjo, Cundinamarca (Colombia). Bogotá, Instituto de Estudios Ambientales (IDEA). Universidad Nacional de Colombia (en proceso de publicación).
- Prager, M., Sanclemente, O., Sánchez de Prager, M., Gallego, J. y Ángel, D. 2012. Abonos verdes: tecnología para el manejo agroecológico de los cultivos. *Agroecología* 7: 53 – 62.
- Pretty, J. N. 1995. Participatory learning for sustainable agriculture. *World Development*, V.23, (8), 1247-1263.
- Pretty, J., Adams, B., Berkes, F., Ferreira, S., Dudley, N., Hunn, E., Maffi, L., Milton, K., Rapport, D., Robbins, P., Samson, C., Sterling, E., Stolton, S., Takeuchi, K., Tsing, A., Vintinner, E. y Pilgrim, S. 2008. How do biodiversity and culture intersect? Plenary paper for Conference “Sustaining cultural and biological biodiversity in a rapidly changing world: lessons for global policy”. American Museum of Natural History’s Center for Biodiversity and Conservation. IUCN-The World Conservation Union/Theme on Culture and Conservation and Terralingua.
- Primavesi, A. 1982. Manejo Ecológico del suelo. La agricultura en regiones tropicales. Quinta Edición. Ed. El Ateneo, 499 p.

- PROCAS - Proyecto de Conservación de Agua y Suelo. 2002. Conservación de agua y suelo en los procesos productivos agropecuarios en Colombia. Convenio Colombo Alemán CAR – KFW – GTZ. Bogotá.
- Puigdomènech, E., López. Ballester, F., Gasull, M., Bosch, M. y Porta, M. 2008. Principales estudios españoles sobre compuestos orgánicos persistentes. En: Porta, M, Puigdomènech, E. y Ballester, F. Eds: Nuestra contaminación interna. Concentraciones de compuestos tóxicos persistentes en la población española. Ed Catarata. Madrid, España. Pp 57 - 69.
- Pusztai, A. y Bardocz, S. 2007. Potential health effects of foods derived from genetically modified plants – What are the issues? En: Terje Traavik and Lim li Ching (eds): Biosafety first. Holistic approaches to risk and uncertainty in genetic engineering and genetically modified organisms. Tapir Academic Press – Norsk Institutt for Genokologi (Genok), Tromsø – Trondheim (Norway). pp 239-253
- RAPAL, 2003. Por la eliminación de los plaguicidas extremada y altamente tóxicos. Documento en Internet. www.vidasana.org/pdfs/no_uso_plaguicidas.pdf 8p.
- Reijntjes, C., Haverkort, B y Waters. Bayer, A. 1992. Farming for the future. An introduction to low-external input and sustainable agriculture. MacMillan, London. 334 p.
- Restrepo, J. y Pinheiro, S. 2009. Agricultura orgánica. Harina de rocas y la salud del suelo al alcance de todos. Jiquira Candirú Satyagraha. 204 p.
- Restrepo, J. 1994. Agricultura orgánica: una teoría y una práctica. 281 p.
- Reyes, P. 1997. Compra de tierras por narcotraficantes en: Drogas ilícitas en Colombia, PNUD, Ariel, Bogotá.
- Reyes, P. 2009. Guerreros y campesinos: el despojo de la tierra en Colombia. Bogotá. Grupo Editorial Norma. 378 p.
- Reyes, P. *et. al.* 1996. El páramo: ecosistema de alta montaña. Fundación de Ecosistemas Andinos. Gobernación de Boyacá. Santafé de Bogotá.
- Reyes, B. 2013. Procesos de restauración ecológica en la microcuenca alta del río Chisacá, (localidad de Usme, Bogotá) y su relación con los agroecosistemas del área. Propuesta de Tesis.

- Universidad Nacional de Colombia – Programa de Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo.
- Rodale, R. 1985. La huerta familiar: ideas y consejos útiles. Ed: El Ateneo 129 p.
- Rodríguez, B. M. 2008. Sostenibilidad ambiental de los biocombustibles En: Biocombustibles en Colombia a debate. Memorias del Foro / *comp.* Tomás León Sicard y Stefania Gallini. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia – Colciencias- Cámara de Representantes. 228 p.
- Rojas, A. 2010. Policultivos de la mente: enseñanzas del campesinado y de la agroecología para la educación en sustentabilidad. En: Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones. León, T y Altieri M. Eds. Pp 175-195.
- Rosset, P. 2011. Preventing hunger: Change economic policy. *NATURE* Vol 479 (472 – 473). Macmillan Publishers Limited
- Rothermel, J. (2006). Nachwachsende Rohstoffe - Daten zum Hintergrund [Renewable resources – background data]. Frankfurt, Verband der Chemischen Industrie.
- Rudas, G. 2008. Indicadores fiscales y económicos de la política ambiental colombiana. En: Foro Nacional Ambiental – Documentos de política pública No 26. Bogotá. 20 p.
- Ruíz A. y Calderón, Y. 2004. Proyecto compilación y levantamiento de la información geomecánica. Zonificación geomecánica de la Sabana de Bogotá. Hidrología y clima de la Sabana, Volumen IV. Instituto Colombiano de Geología y Minería – INGEOMINAS, Servicio Geológico).
- Sachs W. 1996. La anatomía política del desarrollo sostenible. En: La Gallina de los huevos de oro: debate sobre el concepto de desarrollo sostenible. Libro ECOS No 5. Ed. CEREC-ECOFONDO. pp 15-43.
- Sánchez de Práger, M., Prager M., Naranjo, R. y Sanclemente, O. 2012. El suelo, su metabolismo, ciclaje de nutrientes y prácticas agroecológicas. *Agroecología* 7:19 - 34
- Sánchez, B. 1999. Abundancia, diversidad y uso de hábitat de grandes mamíferos en bosque andino y reforestado en Manizales (Caldas, Colombia). Trabajo de grado. Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

- Santana, 1994. Determinações de perdas do solo e agua sob diferentes condições de manejo, em um solo podzólico vermelho-amarelo de Sete Lagoas, MG. Relatório Técnico Anual de Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Período 1992 -1993. Sete Lagoas, Vol 6 p 319 – 326
- Sarandón, S. 2002. Incorporando el enfoque agroecológico en las Instituciones de Educación Agrícola Superior: la formación de profesionales para una agricultura sustentable. *Agroecol e Desenv. Rur.Sustent.*, Porto Alegre, Vol 3 (2): 40 - 48
- Sarandón, S. Cerdá, E., Pierini, N., Vallejos, J., Garatte, M. 2001. Incorporación de la Agroecología y la agricultura sustentable en las escuelas agropecuarias de nivel medio en la Argentina. El caso de la Escuela Agropecuaria de Tres Arroyos. *Tópicos en Educación Ambiental*, México, Vol. 3, (7): p. 30-42.
- Sarandón, S., Hang, G. 1995. El Rol de la Universidad en la Incorporación de un enfoque agroecológico para el Desarrollo Rural Sustentable. *Agroecología y Desarrollo*, CLADES (Chile), n. 8/9, p. 17-20.
- Saunders, D., Hobbs, R. y Margules, C. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology*, vol 5 (1) p 18-31.
- Seguy, L. y Bouzinac, S. 2001. Direct seeding on plant cover: sustainable cultivation of our planet's soils. I World Congress on Conservation Agriculture. Madrid. 1 – 5 Octubre de 2001.
- Serpa E. 2000. Los Zenúes. Montería: Secretaría de Cultura de Córdoba.
- Sevilla E., González M. (ed.). *Ecología, campesinado e historia*. Madrid: La Piqueta, 1993.
- Sevilla-Guzman, E. 2000. Agroecología y desarrollo rural sustentable: Una propuesta desde Latino América. En: S. Sarandon (Ed) *Agroecología. El camino para una agricultura Sustentable*.
- Silva, A. y Valenzuela, E. 2003. Impactos de las prácticas agropecuarias sobre la biodiversidad En: León *et.al.*, (2003). Incorporación de consideraciones de biodiversidad en la política sectorial agropecuaria. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) – Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt”. Informe Final. 189 p.

- SRU (2007). Climate change mitigation by biomass. Special report of the Germany Advisory Council on the Environment.
- Starr, A., Martínez-Torres, M. y Rosset, P. 2011. Participatory Democracy in Action. Practices of the Zapatistas and the Movimiento Sem Terra. *Latin American Perspectives*, Issue 176, Vol. 38 (1): 102-119
- Thiele, H. 1977. Carabid beetles in their environments. Springer Verlag, Nueva York.
- Thies, C., & Tscharntke, T. 2009. Landscape structure and biological control in agroecosystems. *Science*, 893 -895.
- Toledo, V. y Barrera-Bassols, N. 2008. La memoria biocultural – La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Ed: Icaria, 230 p.
- Toledo, V., Carabias, J., Mapes, C. y Toledo, C. 1985. Ecología y autosuficiencia alimentaria. Hacia una opción basada en la diversidad biológica, ecológica y cultural de México. Ed: Siglo Veintiuno, 118 p.
- Traavik, T. y Heinemann, J. 2007. Genetic engineering and omitted health research: still no answers to ageing questions. En: Terje Traavik and Lim li Ching (eds): Biosafety first. Holistic approaches to risk and uncertainty in genetic engineering and genetically modified organisms. Tapir Academic Press – Norsk Institutt for Genøkologi (Genok), Tromsø – Trondheim (Norway). Pp 153 – 169
- Trujillo, M. 1999. Reconocimiento e identificación de insectos y ácaros asociados a seis especies de árboles utilizados como cercas vivas en cultivos de flores en la Sabana de Bogotá. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 190p.
- Tylor, B. E., 1871. Primitive culture. Londres – John Murray (trad. cast: Cultura primitiva, Madrid, Ayuso, 1977).
- UNCTAD, 2009. United Nations Conference on Trade and Development - World Investment Report 2009. United Nations, New York and Geneva.
- UNEP (United Nations Environment Programme), 2014. Assessing Global Land Use: balancing Consumption with Sustainable Supply. A Report of the Working Group on Land and Soils of the International Resource Panel. Bringezu S., Schutz H., Pengue W., O'Brien M., García F., Howarth R., Kauppi L. and Herrick, J. 132 p.

- UNEP (United Nations Environment Programme), FAO and UNFF. 2009. United Nations Forum on Forests Secretariat. Vital Forest Graphics.
- Uribe, S. 2008. Debates en torno a la producción y uso de biocombustibles – Estado del arte. En: León T. y Gallini, S. (comp): Memorias del Foro Los biocombustibles en Colombia, a debate. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia Instituto de Estudios Ambientales - Colciencias - Cámara de Representantes. 228 p.
- Van der Hammen, C. 1992. El manejo del mundo: naturaleza y sociedad entre los Yucuna de la Amazonia colombiana. Bogotá. Programa Tropenbos - Colombia. 376 p.
- Van der Hammen, T. y Andrade, G. 2003. Estructura ecológica principal de Colombia – primera aproximación. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). 74 p.
- Varela, V. 2009. Evaluación de Sistemas de Producción Agroecológicos incorporando indicadores de sostenibilidad en la sabana de Bogotá. Tesis de grado. Programa de Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo (PMAD). Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) – 50 p.
- Vázquez, L. 2011. Cambio climático, incidencia de plagas y prácticas agroecológicas resilientes. En: Innovación agroecológica, adaptación y mitigación del cambio climático. Compiladores Ríos, H., Vargas, D. y Funes-Monzote, F. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). San José de Las Lajas, Mayabeque. Cuba. pp. 75-101. Disponible en www.redagres.org
- Venialgo, N. 1996. Efectos de dos sistemas de labranza en el control de la pérdida del suelo por erosión hídrica. Proyecto de Conservación de Suelos. Asunción: MAG/GTZ
- Weinhold, B. 2003. Body of evidence. *Environ Health Perspec.* 111: 94-99
- Wezel, A y Soldat, V. 2009. A quantitative and qualitative historical analysis of the scientific discipline of agroecology. *International Journal of Agricultural Sustainability* 7 (1), pp 3-18
- Willer, H y Kilcher L (Eds.) 2011. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2011. FiBL-IFOAM Report. IFOAM, Bonn and FiBL, Frick. 292 p

- WRI - World Resources Institute. 2002. *Decisions for the Earth: Balance, Voice and Power*. World Resources Institute. Washington D.C.
- Yepes, F. 2000. Ganadería y transformación de ecosistemas: un análisis ambiental de la política de apropiación territorial. *En*: Palacio, G. (editor) 2000. La naturaleza en disputa. UNIJUS, IDEA - Universidad Nacional de Colombia. Bogotá
- Zamudio, C y León. T. 2008. Transferencia y adopción de prácticas de agricultura de conservación del “proyecto Checua”, en los municipios de Caldas (Boyacá) y Nemocón (Cundinamarca). *Gestión y Ambiente* Vol II No 2.

Perspectiva ambiental de la Agroecología
La ciencia de los agroecosistemas

Se terminó de imprimir en los talleres de
Editorial Kimpres - Calle 19 sur No. 69C-17
Bogotá, D.C., en el mes de septiembre de 2014
300 libros impresos sobre papel Bond Bahía de 75 gr
con tipografía de familia Sabon LT STD a 12 puntos.

No existe un término distinto que englobe el discurso ambiental de la agricultura aunque, de todas maneras, la agroecología en su devenir histórico ya hace parte de las disciplinas que dialogan en todo y por todo con la sociedad. La agroecología es una expresión natural de las discusiones ambientales, trasladadas al campo agrario que, como se discute en el texto, aborda tanto las complejidades del entorno ecosistémico como sus relaciones culturales, especialmente aquellas derivadas del pensamiento científico y del conocimiento ancestral, sus aplicaciones tecnológicas y sus consecuencias socioeconómicas que a la postre se traducen en propuestas políticas emanadas de movimientos sociales, con amplias repercusiones en la sociedad.

Por estos motivos la presente obra enfrenta las preguntas iniciales sobre el sentido científico de la agroecología y sobre su carácter ambiental, hasta plantear cuestiones en torno a la definición misma del agroecosistema, sus límites, cualidades naturales, funciones, posibilidades de clasificación taxonómica, principios y derivaciones prácticas.

El ánimo general de la obra es el de introducirse en los espacios aún no explorados de la agroecología, para formular otras preguntas, base de todo quehacer científico, que se salen del contexto epistemológico, exploran campos que van más allá del orden tecnológico y se insertan en el corazón de la dimensión ambiental o del ambientalismo complejo.

ISBN 978-958-775-084-3



9 789587 750843