

# Medio Ambiente, Tecnología y Modelos de Agricultura en Colombia

## Hombre y Arcilla

Tomás Enrique León Sicard

**ECO E**  
EDICIONES

**ideas 8**



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

SEDE BOGOTÁ

INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES -IDEA-

***Medio ambiente, Tecnología y Modelos de Agricultura en  
Colombia - Hombre y Arcilla***

**TOMÁS ENRIQUE LEON SICARD  
AGRÓLOGO, PH. D.  
Profesor Asociado**

**INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEA)  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**

**BOGOTÁ, ENERO DE 2007**

## INTRODUCCION

Este es un libro dirigido, esencialmente, a los estudiantes de teoría ambiental, ya sean ellos de posgrado o de pregrado. Por lo tanto no tiene más pretensiones que las que, en mi opinión, debiera fijarse un profesor universitario: provocar dudas, generar controversias, promover los debates, presentar argumentos susceptibles de crítica. Se escribió con la idea general de demostrar que muchas de las cosas aprendidas en la práctica profesional, pueden ser discutidas y revisadas a la luz del paradigma ambiental.

Desde luego que el pensamiento ambiental, aún en construcción, es susceptible él mismo, de la crítica que proviene de otros sectores de la sociedad. El ambientalismo no propone determinismos físicos ni culturales. Sólo baraja opciones diferentes, miradas distintas a los mismos objetos del conocimiento.

La idea central del texto gira en torno a la escuela de pensamiento inaugurada en Colombia por el profesor Augusto Ángel Maya, según la cual la categoría ambiental se entiende mejor desde la óptica de las relaciones ecosistema – cultura que, por supuesto, plantea la configuración de discursos complejos, dinámicos y profundos, en la manera como los sitúa también el profesor Julio Carrizosa Umaña. De estos dos pensadores dimana la fuente conceptual del documento. El discurso es, sin embargo, agrario, debido a la formación primera del autor recibida de quienes son quizás los dos más grandes pensadores del campo de la edafología en el país: los profesores Abdón Cortés Lombana y Dimas Malagón Castro. El lector avisado encontrará mucho de estos cuatro maestros en las páginas del libro que, de alguna manera, también es un homenaje para ellos.

La agricultura constituye sin lugar a dudas la mayor intervención de los seres humanos en los ecosistemas y a través de ella puede comprenderse la historia de la actual distribución geográfica del poder mundial, de los desequilibrios sociales o de la conservación de los recursos naturales renovables. Sobre ella gravita, así mismo, parte de los nuevos desafíos que se abren con las aplicaciones de las técnicas de ADN recombinante y que obligan a pensar en sociedades futuras distintas.

Del pasado agrario al presente biotecnológico y de la mano metodológica que aporta la escuela de pensamiento ambiental, el libro pasa revista a los dos principales modelos de agricultura que se insertaron en el país a lo largo del siglo XX: el modelo de Revolución Verde y el de las agriculturas alternativas, en particular de la Agricultura Ecológica. No se trata del análisis visto desde la perspectiva económica que los situaba en términos de sustitución de importaciones o de apertura neoliberal, sino desde el factor tecnológico, modulado por la cultura.

El capítulo inicial es una presentación con mayor detalle de la propuesta teórica del profesor Angel Maya, en términos de las relaciones ecosistema – cultura. Discute la teoría evolucionista con referencias parciales a la teoría del diseño inteligente. Permítaseme acá una anotación: considerar la cultura como una emergencia evolutiva de la naturaleza es una frase elegante que implica, no obstante, la aceptación factual de la teoría evolucionista darwiniana. Mi experiencia personal me ha llevado a la duda sobre esta teoría, dudas que por lo demás comparten muchos biólogos o pensadores no evolucionistas. Aunque no profundizo en esta discusión, que quedará abierta para un hipotético libro posterior, dejo algunos elementos que indican la posibilidad de aceptar el diseño inteligente y, en consecuencia, de revisar la postura de una emergencia evolutiva.

Sé de antemano que esta posición llevará a varios colegas a tildarme de esquizofrénico cultural, pero aceptaré ese mote en aras de propiciar un debate que seguramente se dará en otros textos y en otros escenarios. De todas maneras, la bioquímica ya le abrió un enorme boquete al darwinismo y eso no ha sido culpa mía. El resto del capítulo transcurre tranquilamente en la exposición de algunos elementos constitutivos de la cultura, tal y como se acepta en algunos círculos antropológicos.

El capítulo II explora el sentido del término sostenibilidad en el sector agrario y, al igual que ya lo han hecho otros pensadores, propone dudas en relación con su pretendida capacidad de acogida universal que le han otorgado tanto los optimistas como los pesimistas tecnológicos.

El capítulo III entra de lleno en la descripción del modelo de revolución verde en Colombia, anotando su influencia en los rendimientos de los cultivos y presentando sus características tecnológicas, esencialmente en la utilización de plaguicidas, fertilizantes y maquinaria agrícola y en la adecuación de tierras para riego.

El capítulo IV se escribió para comentar con mayor detalle las características del modelo de cultivo de plantas transgénicas que es la continuación del modelo RV. Aunque soy un crítico general del mismo, he procurado tomar distancia del debate y, aceptando la legitimidad y la inevitabilidad de la ciencia para entender y utilizar los recovecos del ADN, planteo la pregunta sobre la posibilidad de llegar a un modelo transgénico alternativo. La respuesta se deduce del texto escrito.

El capítulo V es una síntesis de las capacidades del territorio colombiano para la producción agropecuaria, inspirada en su mayor parte en el pensamiento de los profesores Cortés y Malagón. Su intención es mostrarles de nuevo a los estudiantes que, en la diversidad de sus suelos reposa gran parte de las explicaciones sobre las posibilidades de sostenibilidad y de competitividad de la agricultura colombiana. No es una propuesta original. Es un recordatorio sobre la edafología de la patria.

Sobre estas potencialidades y restricciones de Colombia, se levanta el capítulo VI que muestra los efectos ambientales del modelo RV en el país. El tema se enfrenta a la escasez de información confiable, pero muestra efectos culturales y ecosistémicos. En éstos, se pasa revista a los recursos suelo y agua, además de algunos ecosistemas asociados a la agricultura. De alguna manera, se revisa los efectos de los procesos de erradicación de cultivos de uso ilícito que en la actualidad representan quizás el mayor problema ambiental agropecuario del país, dadas sus conexiones con otros temas de singular importancia como la propiedad de la tierra o las actuales políticas de comercio. En aquellos, se revisan las tendencias del sistema

---

---

nacional de ciencia y tecnología, la transferencia de tecnología y la educación agraria nacional, tres de los principales ejes simbólicos de la cultura agraria.

El capítulo VII, finalmente, está dedicado a explorar algunas de las principales características del modelo de agricultura ecológica, que se opone como un contradictor absoluto del modelo RV y que ha eliminado por lo tanto las ambigüedades y compromisos a medias que se le achacan a los modelos de agricultura sostenible o de agricultura limpia.

El libro, por supuesto, no presenta conclusiones ni recomendaciones, porque quien haya tenido la paciencia de leerlo o de analizarlo, al final podrá tener elementos para juzgar por sí mismo el panorama complejo de la actividad agraria colombiana. Como sé que muchos temas quedaron por explorar, las conclusiones quedan pendientes, al igual que la resolución de muchas de las dudas expuestas.

Los agradecimientos que tengo que dar van en muchas vías: repito que sin la visión de los maestros Augusto Ángel y Julio Carrizosa y sin la formación tanto en la ciencia del suelo y en la ciencia de la vida que recibí de mi mentor, padre y amigo Abdón Cortés Lombana y de su inseparable compañero de luchas Dimas Malagón Castro, no hubiera escrito este libro.

Igual reconocimiento merecen mis colegas del Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) de la Universidad Nacional de Colombia, en especial los profesores Laura Cecilia Osorio, Germán Márquez Calle y Jairo Sánchez Acosta quienes, desde la dirección del Instituto, me dieron todo su apoyo para coronar esta empresa. El agradecimiento es extensivo a Norma Piedad Sabogal por su invaluable colaboración en la edición del libro y a Olivia, Tania, Angelita, Marta, Rocío, Luz Marina, Anita, Francisco y Camilo, pilares del IDEA.

---

## **DEDICATORIA**

*A mi niño Santiago, para siempre  
A mi niña María Camila, para siempre  
A Consuelo, testigo de todo*

## CONTENIDO

INTRODUCCION.....	i
CONTENIDO .....	v

### CAPITULO PRIMERO. AGROECOSISTEMA Y CULTURA: UNA FORMA DE ENTENDER LA DIMENSION AMBIENTAL DEL DESARROLLO AGRARIO ..... 11

1.1	LA BASE ECOSISTEMICA DE LA REFLEXION AMBIENTAL .....	12
	• De la Geografía de las Plantas a la Ecología. ....	12
	• La Ecología o la Ciencia de la Naturaleza .....	15
	• La Ecología en el Contexto Ambiental .....	17
	• Los Límites al Crecimiento.....	18
	• La Ecología como Propuesta Política .....	20
	• La Trama de la Vida o la Complejidad Ecosistémica.....	23
1.2	LA BASE CULTURAL DE LA REFLEXION AMBIENTAL.....	24
	• ¿Ocupan los seres humanos un nicho dentro de los Ecosistemas? .....	25
	• Evolución y Cultura: síntesis de adaptación al medio.....	27
	• Los Seres Humanos en el Contexto Evolutivo.....	29
	• La Historia específica de los Homínidos .....	32
	• La Emergencia Cultural.....	35
	• De las Interrelaciones y los Efectos .....	36
	• El Mecanismo Cultural Adaptativo. ....	38
	• Los Mayas: ¿Un fracaso de Adaptación Cultural?.....	39
1.3	AGRICULTURA, DESARROLLO Y AMBIENTE.....	40
	• La Primera Intensificación y el Origen de la Agricultura .....	41
	• La Agricultura Adaptada al Trópico Americano.....	43
	• Ruptura de la Adaptación Tropical Neolítica.....	44
	• Origen del Latifundio .....	44
	• El Paradigma Tecnológico de la Revolución Verde .....	45

### CAPITULO SEGUNDO. LA SOSTENIBILIDAD DEL ACTUAL MODELO DE DESARROLLO AGRARIO EN COLOMBIA ..... 47

2.1	LA IDEOLOGÍA COMO ARENA DE LUCHA POR LA NATURALEZA.....	47
	• El Caballo De Batalla de la Sostenibilidad Agraria. ....	48
2.2	OBSTÁCULOS PARA LA SOSTENIBILIDAD AGRARIA .....	50
	• Los Diversos enfoques sobre la Agricultura.....	50

• Las Múltiples Facetas de la Sostenibilidad .....	51
• Los Conflictos Sociales del Agro.....	55
• La Educación en Crisis .....	55
2.3 ¿ES SOSTENIBLE EL ACTUAL MODELO DE DESARROLLO AGRARIO EN COLOMBIA? .....	57
<b>CAPITULO TERCERO RASGOS DEL ACTUAL MODELO DE DESARROLLO AGRARIO COLOMBIANO.....</b>	<b>59</b>
3.1 EL MODELO DE REVOLUCIÓN VERDE.....	60
• Las Condiciones del éxito de la Revolución Verde .....	61
• El Poder Transnacional.....	63
• La Transferencia del Modelo.....	67
3.2 LA REVOLUCIÓN VERDE EN COLOMBIA .....	69
• Las Variaciones en el Área Sembrada.....	69
• El Rendimiento de los Cultivos .....	70
• El Uso de Agroquímicos.....	72
<i>Comercialización de plaguicidas en Colombia.....</i>	<i>72</i>
• Los Plaguicidas en los Costos de Producción .....	79
• Consumo de Plaguicidas por Tipo de Cultivo .....	80
• Los Fertilizantes en Colombia.....	81
• Las Variaciones en la Mecanización Agrícola.....	82
<i>El parque de tractores y combinadas.....</i>	<i>82</i>
<i>Mecanización convencional y alternativa.....</i>	<i>84</i>
• Las Variaciones en el Área Irrigada .....	86
<i>Adecuación de tierras y distritos de riego en Colombia.....</i>	<i>86</i>
<i>Los distritos de riego a mediana y gran escala.....</i>	<i>86</i>
<i>Los distritos de riego de pequeña escala (DREPES).....</i>	<i>88</i>
<i>Sobre la gestión de los distritos de riego.....</i>	<i>89</i>
<b>CAPÍTULO CUARTO. EL MODELO TRANSGÉNICO .....</b>	<b>93</b>
4.1 ALGUNOS CONCEPTOS .....	93
4.2 EL ESTADO ACTUAL DEL MODELO TRANSGÉNICO .....	95
4.3 LAS CRÍTICAS AL MODELO .....	98
• Dependencia, Pobreza e Interés Transnacional .....	99
• El Derecho a Sembrar.....	102
• El Derecho a Saber.....	103
• La Sostenibilidad del Modelo Transgénico .....	103
• El Derecho a Consumir Alimentos Sanos .....	105
• Problemas de Producción con Plantas Transgénicas.....	107
• Biodiversidad y Transgénesis .....	108
• La Transgénesis: Una Ruptura Cultural.....	111
• Sobre el Mejoramiento de Plantas .....	112
• La Legitimidad de la Ciencia .....	115
• Diversidad de Egoísmos. ....	116
• ¿Es Posible un Modelo Transgénico Alternativo? .....	117

<b>CAPITULO QUINTO. POTENCIALIDADES Y RESTRICCIONES DEL MEDIO BIOFÍSICO COLOMBIANO PARA LA AGRICULTURA .....</b>	<b>119</b>
5.1 LA DIVERSIDAD BIOFÍSICA .....	119
5.2 LA REGIÓN ANDINA .....	122
• Las Zonas de Cordillera .....	122
<i>Los páramos</i> .....	124
<i>Los altiplanos</i> .....	125
<i>Las laderas de montaña (la zona cafetera)</i> .....	126
• Los Valles Interandinos .....	127
5.3 LA REGION CARIBE .....	128
5.4 EL CHOCO BIOGEOGRÁFICO .....	132
5.5 LA ORINOQUIA .....	133
5.6 LA AMAZONIA .....	136
5.7 SÍNTESIS: LAS GRANDES ZONAS CLIMÁTICAS Y DE SUELOS DEL PAÍS EN RELACIÓN CON LA AGRICULTURA .....	138
<b>CAPITULO SEXTO. ALGUNOS EFECTOS DEL MODELO DE AGRICULTURA EN COLOMBIA .....</b>	<b>143</b>
6.1 EL DETERIORO DE RECURSOS NATURALES .....	144
• El Recurso Suelo .....	144
<i>Sobre la propiedad de la tierra</i> .....	144
<i>Sobre los conflictos de uso</i> .....	145
<i>Sobre el efecto de las prácticas agropecuarias</i> .....	146
Erosión de suelos .....	146
La desertificación .....	150
Compactación de suelos .....	150
Contaminación .....	151
Salinidad .....	152
• El Recurso Hídrico .....	152
<i>Contaminación de aguas</i> .....	153
6.2 ECOSISTEMAS ASOCIADOS A LA AGRICULTURA .....	155
• Conflictos de Uso en los Páramos .....	155
• Humedales y Actividades Agropecuarias .....	156
• La Desaparición de las Selvas Secas Tropicales .....	158
• Las Selvas Húmedas Tropicales y los Cultivos de uso Ilícito .....	159
<i>El uso de mycoherbicidas</i> .....	160
Efectos en el plano ecosistémico .....	161
Efectos en el plano cultural .....	162
<i>La polémica sobre la utilización de glifosato</i> .....	162
<i>Los venenos convertidos en fertilizantes</i> .....	163
<i>Herbicidas sin efectos</i> .....	164
<i>La ciencia en el vacío de su responsabilidad política</i> .....	165
<i>El debate interminable</i> .....	167
• Agricultura y Biodiversidad .....	169
6.3 LOS CONFLICTOS EN EL AMBITO CULTURAL .....	171
• La Problemática Asociada al uso de Plaguicidas .....	172
<i>Salud y plaguicidas</i> .....	173
<i>Otros determinantes culturales</i> .....	176
6.4 EL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA .....	179
• La Tendencia Ideológica .....	179
• Algunos Factores que dificultan la C&T en Colombia .....	181

• Aparatos Científicos y Direccionalidad del Gasto en el Sector Agropecuario.....	182
<i>La gestión de Pronatta en relación con la biodiversidad</i> .....	184
Orientación específica a la agricultura ecológica:.....	186
Uso y manejo de la biodiversidad vegetal.....	186
Uso y manejo de la biodiversidad animal:.....	187
Utilización de microorganismos:.....	188
Manejo de suelos: .....	188
Sistemas agroforestales:.....	188
Sistemas agrosilvopastoriles:.....	189
Recursos genéticos:.....	189
Manejo integrado de plagas: .....	189
Recursos naturales: .....	190
Procesos educativos: .....	190
<i>El Programa Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (PNCTA) de COLCIENCIAS y la Biodiversidad</i> .....	191
Orientación específica a la agricultura ecológica:.....	193
Uso y manejo de la biodiversidad vegetal:.....	193
Uso y manejo de la biodiversidad animal:.....	193
Utilización de microorganismos.....	194
Manejo de suelos: .....	194
Recursos genéticos:.....	194
Manejo integrado de plagas: .....	194
Procesos educativos: .....	194
<i>La gestión de los fondos parafiscales en relación con la biodiversidad</i> .....	194
<i>La Gestión de CORPOICA</i> .....	198
• Los Procesos de Transferencia de Tecnología Agropecuaria .....	201
• Educación Ambiental y Agricultura en Colombia .....	204

## **CAPITULO SEPTIMO. SISTEMAS ALTERNATIVOS DE PRODUCCION ..... 209**

7.1	EL MODELO DE AGRICULTURA ECOLÓGICA.....	209
•	La Agricultura Ecológica como proceso Cultural diferente a la Revolución Verde ...	211
•	La Ciencia Tradicional frente a la Agricultura Ecológica.....	214
•	Consolidando el Nuevo Paradigma.....	217
•	Los Retos en la Parcela .....	219
7.2	ANTECEDENTES DE AGRICULTURA ECOLOGICA EN COLOMBIA .....	221
7.3	ALGUNOS OBSTÁCULOS A LA AE EN COLOMBIA .....	223
7.4	LOS AVANCES EN PRODUCCIÓN Y ÁREA SEMBRADA .....	224
•	Datos del Mercado Internacional .....	224
•	La Producción Ecológica en Colombia .....	227
•	El Proyecto ECOS.....	231
7.5	LA NORMATIVIDAD SOBRE AGRICULTURA ECOLOGICA EN COLOMBIA.....	232
•	La Normativa Vigente (Resolución 074 del año 2002).....	232
	<i>Exclusiones e inclusiones en la norma</i> .....	233
	<i>Una discusión epistemológica</i> .....	234
	<i>Los períodos de reconversión</i> .....	234
	<i>Las deficiencias tecnológicas y/o de conocimiento científico</i> .....	235
	<i>Los procesos de certificación y control</i> .....	235
	<i>Obstáculos y potencialidades en la comercialización de productos de agricultura ecológica</i> .....	236
	.....	236
	BIBLIOGRAFIA.....	2329

### Contenido Figuras

Figura 1.	Ecosistemas sin seres humanos: laboratorio de la ecología .....	18
Figura 2.	El Enfoque Ambiental: Interrelaciones Ecosistema/Cultura, de acuerdo con la escuela de Augusto Ángel Maya .....	26
Figura 3.	Clasificación de los primates de acuerdo con Arzuaga y Martínez (1998). .....	32
Figura 4.	Esquema evolutivo para los primeros Homínidos (Arzuaga y Martínez, 1998). .....	34
Figura 5.	Propuesta evolutiva para humanos modernos (Arzuaga y Martínez, 1998). .....	35
Figura 6.	Principales Interrelaciones Ecosistema / Cultura .....	37
Figura 7.	Interrelación de Factores en la Agricultura. ....	53
Figura 8.	Procesos de Concentración Oligopólica del poder Agrocomercial (1990 – 2000). .....	64
Figura 9.	Variación en los rendimientos de arroz total (incluye arroz riego, secano mecanizado y secano manual) durante 1969 – 2003. ....	70
Figura 10.	Rendimiento en Kilogramos por Hectárea de Algunos Cultivos en el Período 1969 – 1994	71
Figura 11.	Variación en el uso total de plaguicidas en Colombia, durante el período 1975 - 1995 (toneladas de Ingrediente Activo). Fuente: Henao, 1994 para el período 1975 – 1994 y División de Insumos Agrícolas del ICA para los años 1995 – 2002). No incluye formulaciones líquidas. ....	78
Figura 12.	Costos de Protección del Cultivo de arroz en Colombia (1981A - 2001A) .....	80
Figura 13.	Variación en el número de tractores importados por Colombia (1980 – 2001). Fuente: Casa Toro S.A. ....	83
Figura 14.	Variación en el número de combinadas importadas por Colombia (1979 – 2001). Fuente: Casa Toro S.A. ....	83
Figura 15.	Cambios en la superficie total de plantas transgénicas a escala global entre 1996 - 2006. Fuente: James, C. 2005. ....	97
Figura 16.	Algunas preguntas alrededor de la Sostenibilidad del Modelo Transgénico. ....	105
Figura 17.	Geiller Vargas en su finca y en el mercado ecológico de Málaga (Santander). Este agricultor conserva más de 100 variedades de papa de año y criolla. Nótese las variedades de papa criolla. ....	110
Figura 18.	Mapa Físico de Colombia (Fuente: Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”). .....	120
Figura 21.	Suelos oxisoles y pasto Brachiaria en la Orinoquia bien drenada (Foto: Leonel Vega) .....	134
Figura 22.	Variación del presupuesto de inversión en la Subdirección Agrológica del Instituto Geográfico “Agustín Codazzi” entre 1978 – 2001 (millones de pesos). Fuente: IGAC .....	148
Figura 23.	Suelos expuestos a la erosión en las montañas andinas .....	151
Figura 24.	Áreas secas al norte del país (Bahía de Taganga). Obsérvese la deforestación del fondo. ....	159
Figura 25.	Erradicadores manuales de coca. Fuente: El Tiempo. ....	168
Figura 26.	Monocultivo de arroz en los llanos del Tolima. ....	170
Figura 27.	Imagen alegórica de las malformaciones causadas por el herbicida denominado agente naranja (2,4,5,-T) en Vietnam. (Fuente: L. Smith) .....	174
Figura 28.	Ejemplo de manejo de la diversidad vegetal en la finca Gabeno (Tenjo – Cundinamarca). ....	187
Figura 29.	Coberturas o mulch en suelos de la Sabana de Bogotá – Finca Gabeno .....	210
Figura 30.	Reunión de la Escuela de Campo de El Rosal (Cundinamarca), uno de los raros espacios de intercambio de conocimientos entre agricultores y técnicos. ....	216
Figura 31.	La finca Gabeno, administrada por Brígida Valderrama y Gunnar Mordhorst (Tenjo – Cundinamarca). ....	223
Figura 32.	Productos de agricultura ecológica en España (Feria agroecológica 2003). Cortesía de Rodrigo Garrido. ....	225

### Contenido Tablas

Tabla 1.	Ventas de agroquímicos de las principales compañías del mundo entre 1994 – 1999 en millones de dólares. (Tomado de Nivia, 2000a).....	63
Tabla 2.	Fusiones de las seis principales empresas de agroquímicos hasta 2004 .....	64
Tabla 3.	Ventas anuales de agroquímicos de las principales compañías productoras entre 2000 – 2004 (millones de dólares). Fuente: Dinham (2005).....	66
Tabla 4.	Evolución en el uso de la tierra en Colombia durante el período 1970 – 2002 (millones de hectáreas). Modificado de Corrales (2002) .....	69
Tabla 5.	Variación temporal del número de plaguicidas registrados en el ICA entre 1974 y 2003. ....	73
Tabla 6.	Características de los plaguicidas registrados en el ICA entre 1974 y 2003. ....	74
Tabla 7.	Plaguicidas agrícolas de las Categorías Toxicológicas Ia y Ib (Extremada y Altamente Peligrosos) de la Organización Mundial de la Salud (OMS) registrados en Colombia (Fuente: <a href="http://www.vidasana.org/pdfs/no_uso_plaguicidas.pdf">http://www.vidasana.org/pdfs/no_uso_plaguicidas.pdf</a> ). ....	75
Tabla 8.	Ventas nacionales de plaguicidas en Colombia por tipo de producto durante el período 1975 – 1995.....	77
Tabla 9.	Uso de Algunos Agroquímicos en Cultivos de Coca Reportados por la Dirección Nacional de Estupefacientes (DNE) .....	79
Tabla 10.	Porcentajes del costo de uso y aplicación de plaguicidas en los costos totales de producción de algunos cultivos en Colombia.....	81
Tabla 11.	Área estimada consolidada en siembra directa y labranza reducida en maíz, soya, sorgo, algodón y arroz en las regiones Caribe, Llanos Orientales, Valle y Tolima.....	85
Tabla 12.	Distribución de cultivos en los distritos de riego de Colombia. ....	90
Tabla 13.	Evolución del área sembrada en transgénicos en millones de hectáreas (Fuente: James, 2005).....	98
Tabla 14.	Principales potencialidades y limitaciones de uso de las tierras en las regiones naturales de Colombia (miles de hectáreas).....	140
Tabla 15.	Comparación de resultados de los dos estudios nacionales realizados en Colombia sobre uso actual y potencial de los suelos (Fuentes: IGAC, 1987; IGAC – Corpoica, 2002). (miles de hectáreas).....	146
Tabla 16.	Magnitud de la erosión en Colombia según diferentes fuentes de información (período 1977 – 2000).....	147
Tabla 17.	Porcentaje de erosión por regiones en Colombia (Fuente: IDEAM, 2001, a partir de sus propios datos).....	149
Tabla 18.	Ventas totales de “Químicos y Derivados” de las primeras 21 empresas registradas en Colombia entre 2004 y 2002. (Fuente: BPR Asociados Benchmark) .....	178
Tabla 19.	Indicadores de Ciencia y Tecnología en Colombia (1995 – 2000) .....	183
Tabla 20.	Aportes de Pronatta como cofinanciación de proyectos entre 1994 y 2000 (miles de millones de pesos) .....	185
Tabla 21.	Distribución general de temáticas y recursos financiados por Pronatta (1994 –2001).....	185
Tabla 22.	Aportes de Colciencias como cofinanciación de proyectos entre 1991 y 2001 (miles de millones de pesos).....	192
Tabla 23.	Distribución general de temáticas y recursos financiados por Colciencias (1991 –2001)....	193
Tabla 24.	Programas de Inversión y gastos de funcionamiento de los Fondos de Fomento (1995 – 2002) en millones de pesos.....	197
Tabla 25.	Ventas de productos ecológicos en los principales mercados del mundo (1997 – 2001) ...	226
Tabla 26.	Cultivos y superficies dedicadas a sistemas ecológicos en Colombia (2003). ....	228
Tabla 27.	Frutas y vegetales producidos en Colombia con métodos convencionales y con potencial exportador a Europa como productos ecológicos. (Tomado de MADR, 2004) .....	230

## **CAPITULO PRIMERO.**

### **AGROECOSISTEMA Y CULTURA: UNA FORMA DE ENTENDER LA DIMENSION AMBIENTAL DEL DESARROLO AGRARIO**

La reciente aparición del movimiento ambiental y su paulatina inserción tanto a escala global como nacional y regional, ha generado una serie de definiciones e interpretaciones sobre “lo ambiental” que en no pocos casos reducen el término a una visión estrecha del fenómeno, ligado casi siempre con los síntomas externos de deterioro de los recursos naturales. Se cree que lo ambiental es lo físico o lo biológico. En algunos instantes se asocia con los problemas relativos a la contaminación atmosférica o hídrica o con la desaparición de especies de fauna y flora, casi siempre vía deforestación.

La percepción de tales procesos de degradación varía con el grado de interés, experiencias, percepciones de la realidad y educación de los individuos o lo que Carrizosa (2001) refiere como modelos mentales:

Para ciertos ciudadanos que se mueven en determinadas órbitas de trabajo y habitación, los principales problemas ambientales estarán relacionados con la contaminación, el caos en el transporte, los servicios públicos o los niveles de pobreza; otros, agregarán las deficiencias en las dotaciones de infraestructura para las áreas turísticas convencionales y, algunos, con mayor capacidad de consumo, se interrogarán sobre la calidad biológica de los alimentos o la disponibilidad de espacios privados para la recreación.

En el sector rural, los productores se enfrentan con preocupaciones básicas de subsistencia y rentabilidad que, en algunas regiones, posponen o enmascaran los desafíos ambientales. No obstante, es frecuente observar las reivindicaciones comunitarias o individuales en los planos de acceso al crédito, facilidades de comercialización, construcción de infraestructura de servicios, la disponibilidad y calidad del agua, propiedad de la tierra y ausencia de alternativas rentables de cultivo. Otros fenómenos como erosión, desertificación y deforestación son invocados con insistencia por técnicos y planificadores del sector agrario.

En la esfera de la decisión política, a su vez, los funcionarios pueden identificar lo ambiental con la dotación de parques naturales, la biodiversidad, los grandes procesos de contaminación hídrica, atmosférica o edáfica, el manejo de cuencas hidrográficas o aún con las transformaciones globales del cambio climático o la destrucción de la capa de ozono.

Sin descartar la presencia de individuos o grupos que entiendan a cabalidad el fenómeno ambiental en cada uno de los sectores de población señalados anteriormente, es claro que, incluso en las esferas universitarias, existen fuertes tendencias reduccionistas que identifican lo ambiental con la degradación física del entorno y que, por lo tanto, ocultan las íntimas relaciones que existen entre la sociedad y la naturaleza. El propósito de este escrito es el de delinear algunos conceptos en torno a lo ambiental, a la luz de los postulados propuestos por una escuela de pensamiento, liderada en Colombia por el profesor Augusto Ángel Maya y que considera la dimensión ambiental en términos de relaciones ecosistema -cultura.

Vale la pena aclarar que esta concepción no es la única interpretación teórica de los fenómenos ambientales. Otras escuelas proponen explicaciones diferentes que en algunos casos, no exentos de interés, chocan contra los enunciados propuestos en estas líneas. La razón es que la teoría ambiental coloca bajo su lupa una enorme cantidad de circunstancias, suposiciones y hechos complejos que pueden o no tener referentes empíricos y que por lo tanto exigen una serie de abstracciones mentales para entenderlos, juego en el cual caben distintas interpretaciones individuales o colectivas.

La percepción ambiental de la realidad, en últimas, *es una herramienta de análisis que ayuda a clarificar las múltiples variables inmersas en las complejas relaciones que se establecen entre los ecosistemas y las culturas* y que en la actualidad cobran mayor relevancia dada la intencionalidad de los denominados procesos de planificación del desarrollo y los retos que de ellos se derivan para el futuro de la humanidad.

## **1.1 LA BASE ECOSISTEMICA DE LA REFLEXION AMBIENTAL**

La teoría ambiental puede entenderse a partir de dos grandes corrientes: aquella relacionada con la percepción de la naturaleza, cuyos finos mecanismos de interrelaciones ha sido develada por la ciencia ecológica y la otra anclada profundamente en el estudio de las distintas formas como las sociedades humanas transforman los entornos ecosistémicos. En los capítulos siguientes se analizan por separado estas corrientes, cuya posterior unificación es, simplemente, la dimensión ambiental.

- **De la Geografía de las Plantas a la Ecología.**

De manera casi premonitoria, la ecología tiene un origen político y económico. Impulsadas por fines esencialmente colonialistas de dominación, las grandes potencias marítimas de ultramar incrementaron, durante el siglo XVIII y comienzos del XIX, las expediciones científicas al Nuevo Mundo, con el propósito de inventariar y clasificar las riquezas disponibles, especialmente los recursos mineros, animales y vegetales.

De acuerdo con Deléage (1993) los primeros herbarios del Renacimiento europeo no contienen más que unas 600 plantas, número comparable al de las plantas identificadas por los griegos clásicos, en especial por Teofrasto (Historia de las Plantas) o Dioscórides.

El conocimiento y clasificación de plantas se incrementará dramáticamente a partir de los nuevos territorios explorados por Colón y por el lanzamiento de botánicos - exploradores que inician numerosos viajes para explorar faunas y floras desconocidas, cuyo producto se expresa en casi cerca de 6000 especies clasificadas por botánicos franceses a finales del siglo XVI.

---

De igual manera, en el siglo XVIII se incrementan las expediciones científicas impulsadas por las coronas reales de Europa dentro de sus políticas de expansión colonial. En efecto: Catalina II patrocina el inventario de los recursos naturales del Asia Central y de Siberia hasta sus vertientes septentrionales, en tanto que Carlos III ampara misiones botánicas para establecer el balance de los recursos vegetales de la América española. Su sucesor Carlos IV financia a Alexander de Humboldt y a Aimé Bonpland para recorrer de nuevo esta región.

En ese siglo los corresponsales de los grandes botánicos europeos se diseminan por el mundo. Linneo, en 1771, señala a Sparrman en el cabo de Buena Esperanza, Thunberg en Japón, Gmelin en Persia, Falk en Tartaria, Mutis en México y Rolander en Surinam. Casos similares se dan para las figuras cimeras de la botánica europea del momento como Bufón, Poivre y Commerson que también poseen agentes viajeros encargados de coleccionar especímenes de flora y fauna: por su cuenta James Cook explora el Pacífico y América del norte con Joseph Banks, en tanto que Bougainville y La Pérouse viajan a Oceanía (Deléage, *op.cit.*).

Acot (1978) afirma que para 1705 el mundo ya conocía alrededor de 18.000 especies de plantas y en 1826 se habían inventariado más de 40.000. Sin embargo, algunos autores reconocen que esta cifra podría ser aún mayor: Cuando, en agosto de 1804, el notable científico alemán Alexander de Humboldt regresa finalmente a París, después de cinco años de ausencia, la cosecha científica es considerable. Ha coleccionado más de 60.000 especímenes de plantas, junto con voluminosa información en mapas, listas, mediciones y trabajos de etnografía. La lista de clasificación de insectos de Linneo ascendía a 1937 cuando el científico Sueco realizó su *Sistema Naturae* en el año 1758 y un siglo más tarde se describían alrededor de 10.000 especies.

Tanto los viajes de exploradores solitarios como las llamadas Expediciones Botánicas, de las cuales se reconocen especialmente aquellas realizadas al Nuevo Reino de Granada, México y Perú, habían dado extraordinarios frutos, aumentando en más de 100 veces y en un período cercano a los 300 años, el conocimiento que las sociedades occidentales habían atesorado en más de 4.000 años de historia, representados en sus ya mencionados herbarios renacentistas de 600 plantas.

Apoyado en este significativo incremento de especies nuevas, Humboldt propuso, en 1807, las bases de una nueva ciencia, la Geobotánica o Geografía de las Plantas, que...“considera a los vegetales bajo los aspectos de su asociación local en los diferentes climas...”.

En su “Ensayo sobre la geografía de las plantas” publicado en 1807 como parte de sus memorias del viaje a las regiones equinociales del nuevo continente, considerado como el texto que funda la Geobotánica, Humboldt afirma que esta ciencia “...no solamente clasifica a los vegetales según las zonas y las diferentes alturas en que se hallan o en función de los grados de presión atmosférica, temperatura o humedad... sino que introduce sus “formas de vivir”, bien sea aisladas o en grupos sociales, como criterio para la comprensión de su distribución geográfica...”. Discute el origen y desplazamiento de las plantas cultivadas y relaciona la nueva ciencia con la historia política y moral de los seres humanos (Deléage, *op.cit.*)

Acot (*op.cit.*) advierte que desde entonces y hasta cerca de 1850, los geobotánicos se ocuparon de catalogar las regularidades que comprobaban en la distribución de las especies, géneros y familias vegetales especialmente en términos climáticos. Muy pronto se observa que las plantas aparecen en determinadas regiones geográficas regidas más por su fisonomía externa, su

aparición o arquitectura, que por su pertenencia a una determinada clase taxonómica, de donde se deduce que la selva tropical representa un mismo tipo de vegetación, independientemente de las grandes variaciones en su composición florística. Así mismo los geobotánicos se ocuparon, entre otras cuestiones, de definir las “agrupaciones vegetales” y de estudiar la sucesión de los seres organizados sobre el globo, aspecto que Alphonse de Candolle definió con el término de “rotación natural”.

Pero los geobotánicos no se conformaron con catalogar y cartografiar las regularidades en cuestión: trataron de explicarlas, sobre todo a partir de mediados de siglo, cuando contaron con suficiente información y cuando los adelantos tecnológicos de la época pusieron a su disposición nuevos instrumentos de medición. Comprobaron, por un lado, que los individuos realizan su adaptación a idénticos factores del ambiente por un conjunto de aptitudes, a menudo muy diversas; verificaron, por otro lado, que la extensión geográfica de los tipos de vegetación está limitado por uno o varios de los factores biofísicos que caracterizan el medio considerado (Acot, *op.cit.*).

En consecuencia, las investigaciones posteriores se dirigen hacia dos frentes: el primero consistía en separar las principales respuestas de los vegetales a las condiciones determinadas por los ambientes físicos y el segundo trataba de buscar la forma de caracterizar y definir tales ambientes, estudiando los diferentes factores del entorno y su importancia respectiva. A partir del año 1860, estos dos frentes se aproximaron a medida que las investigaciones progresaban.

Fácilmente puede comprenderse la magnitud del desafío que afrontaron los científicos de la época, en momentos en que se carecía de apoyo tecnológico e instrumental adecuado para abordar el estudio de dinámicas regionales. Se trataba, en ese entonces, de querer comprender la globalidad del funcionamiento de la naturaleza, partiendo de su lenta descripción y formulando hipótesis generalistas a partir de datos de campo colectados pacientemente en pequeños estudios aislados.

Las sucesivas problemáticas de la geobotánica tuvieron un alcance enorme. Dicha ciencia pasó en algunos años de la simple recolección de datos de distribución geográfica a la investigación cada vez más exigente de las causas de esa distribución. Las preocupaciones puramente cronológicas dieron paso a preocupaciones de orden biológico. El acento necesario que se le concede a las implicaciones biológicas de las relaciones medios / estructuras, conducirá a la constitución, hacia finales de siglo, de la ecología como disciplina independiente de la geobotánica (Acot, *op.cit.*).

Este paso se da, evidentemente, con el concurso de innumerables aportes de otros científicos, dentro de los cuales ocupan un lugar destacado Charles Darwin y Alfred Rusell Wallace, figuras cimeras en la formulación y consolidación de un nuevo paradigma explicativo que revolucionará la manera estática de comprender la naturaleza. Como afirma Deléage, con ellos el estudio de los factores del medio que afectan las distribuciones geográficas de plantas y animales está explícitamente basado en principios evolucionistas, es decir, en una concepción radicalmente nueva del tiempo de la vida, en donde la variación de la descendencia, la lucha por la vida y la selección natural o la supervivencia de los más aptos, son los factores explicativos y dominantes en el origen y en la evolución de las especies.

Al lado de esta tradición naturalista, expresada por la geobotánica, la fitosociología y la zoología, emerge en el siglo XIX una corriente de científicos que se encargan de investigar los principios invisibles o por lo menos microscópicos de lo vivo, relativos tanto a su naturaleza química como a los procesos de recirculación y consumo de materia y de los cambios en los

---

flujos de energía. Aparecen, entonces, en este siglo fructífero, observaciones y estudios sobre el intercambio gaseoso entre plantas y atmósfera, el papel esencial de la luz solar en la formación de materia orgánica, el origen atmosférico del carbono, los procesos de asimilación de nutrientes, los mecanismos de la respiración vegetal y la convertibilidad de los distintos tipos de energía.

Aquí participan, entre otros, Théodore Saussure quien, en 1804 propone que el suelo es una fuente de nitrógeno para las plantas y que el aumento de peso de éstas se relaciona con la fijación del carbono. Robert Mayer, en 1842 demuestra que la energía química es almacenada por las plantas para ser transformada por los animales en energía mecánica y calor, afinando la ecuación: gas carbónico + agua + luz = materia orgánica, oxígeno + energía química, que es la base de la relación utilizada posteriormente para describir la fotosíntesis.

En este contexto aparece Justus von Liebig considerado por muchos como el padre de la química agrícola quien en 1845 y basándose en la vida del mar que depende de los solutos disueltos, critica fuertemente la teoría del humus y muestra el papel fundamental que cumplen las sustancias minerales como álcalis y fosfatos en la nutrición de los vegetales. En 1855 Liebig enuncia sus “principios de la nutrición de los vegetales” en los cuales desarrolla la ley de mínimo, la nutrición por solubilidad y aplica la ley de los rendimientos decrecientes. Desdichadamente su desconocimiento del papel fundamental que juegan los microorganismos edáficos en la nutrición de las plantas y sus correspondientes interacciones con la materia orgánica del suelo, hará que la práctica agronómica se vierta solamente del lado de las aplicaciones de fertilizantes solubles y que el componente biológico de los suelos sea olvidado por más de un siglo.

Con estas investigaciones y otras relativas al origen y ciclado de nutrientes, se va cerrando el bucle que lleva de la geografía de las plantas a la conformación de la ecología como ciencia autónoma de la biología. El proceso muestra en primera instancia, la importancia real de la ciencia en la búsqueda y consolidación de fuentes que apoyen el progreso material y tecnológico de las sociedades y da una clara idea del poder del pensamiento para avanzar en la formación de estructuras teóricas que intentan explicar el funcionamiento de la naturaleza. Al mismo tiempo, señala las posibilidades de independencia del científico frente a las presiones externas de la burocracia, aunque persista la discusión en torno a la utilización social de los adelantos del aparato científico.

De alguna manera, el carácter puramente mercantil que animó la creación de las Expediciones Botánicas, había dado paso a la constitución de una nueva ciencia, basada en la fuerza del espíritu: la ecología.

- **La Ecología o la Ciencia de la Naturaleza**

No existe, por supuesto, un momento definitivo de creación de la ciencia ecológica dado que ella se nutre de innumerables aproximaciones realizadas por distintas vertientes científicas, que poco a poco confluyeron en la comprensión de los grandes procesos que rigen la estructura y el funcionamiento de los “sistemas naturales”.

Se reconoce sin embargo, que fue Ernest Haeckel, biólogo alemán, quien aportó la primera definición científica de la ecología en 1866 en su libro “Generale Morphologie der Organismen”, bajo el siguiente texto, tomado de Deléage: “...por ecología entendemos la ciencia de las relaciones de los organismos con el mundo exterior, en el que podemos reconocer de una

forma amplia los factores de la lucha por la existencia... éstos son en parte de naturaleza inorgánica...entre los que pertenecen en primer lugar las características físicas y químicas del hábitat, el clima (luz, temperatura, humedad y electrización de la atmósfera), las características químicas (alimentos no orgánicos), la calidad del agua, la naturaleza del suelo ...Bajo el nombre de condiciones de existencia, comprendemos el conjunto de relaciones de los organismos entre sí, relaciones favorables o desfavorables...”.

Con el tiempo esta primera definición ha ido afinándose pero se menciona acá por la capital importancia que tuvo en la conformación de la ciencia ecológica. Nótese que la definición de ecosistema solamente aparecería en 1930, es decir, 64 años más tarde.

Aportes capitales aparecen casi sin interrupción en numerosos frentes de trabajo. Uniendo escuelas de ecología bentónica del cual él fue uno de los creadores y de la zoología económica de Víctor Hensen (citados por Deléage, *op. cit*) aparece en 1877 el estudio de Karl Möbius sobre las posibilidades de producción de bancos de ostras del Wattenmeer, mar de fondos bajos y de bancos de arena, en las costas del Holstein. En él se reúne y analiza información tanto sobre las condiciones físicas de existencia de estos organismos como sobre varios aspectos económicos y sociales, en especial el impacto de la ampliación del mercado sobre el nivel de extracción y los precios. Möbius propone por primera vez el término Biocenosis (de *bios*, vida y *koinoein*, tener algo en común) para referirse a las *comunidades de vida* o *quantum de vida* entendidas como “comunidad de seres vivos, es decir, cierto número de especies y de individuos que corresponden a la media de las condiciones exteriores de vida, que se influyen mutuamente y se mantienen de forma duradera, en una zona delimitada, por la reproducción.”.

Los estudios se multiplican: Alphonse Forel inventa la palabra Limnología en su monografía sobre el lago Lemán en Suiza, en 1871; Víctor Hensen, pionero de la oceanografía, evalúa las masas orgánicas que viven en el agua en forma de Plancton, término que inventa antes de 1900; Stephen Forbes propone en 1887 la palabra Microcosmos para referirse a la totalidad orgánica de ciertos sistemas como los lagos, en los que describe la complejidad de las relaciones alimenticias entre varios géneros y especies del microcosmos. Acuña la palabra ensamblaje para referirse a estas relaciones; Eduardo Suess en su libro “la faz de la tierra”, inventa la palabra biosfera en 1883; Isidore Geoffroy Saint – Hilare hace lo propio con la palabra etología en 1854.

A Charles Elton le corresponde el honor de ser considerado como el padre de la ecología animal, a partir de la publicación de su libro *Animal Ecology* (1927) a pesar que en 1913 Charles Adams y Víctor Shelford habían publicado varias obras sobre comportamientos de comunidades animales de la América templada, en donde incluyen observaciones sobre coleópteros diurnos carnívoros en distintos tipos de dunas, peces en la región del lago de Michigan y varias comunidades animales en relación con las características de los suelos y las coberturas forestales.

Durante un viaje exploratorio a Spitzberg en el ártico y a partir de observar las relaciones alimenticias entre zorros, gaviotas, patos, perdices, verderones y chorlitos que se alimentan de animales más pequeños como rotíferos, tardígrafos y nematodos, Elton se plantea la siguiente pregunta: ¿Qué están haciendo los animales? La respuesta, según Deléage es tan simple como la pregunta. “...La mayor parte del tiempo, nada. Los animales no luchan de forma permanente por la existencia, pero cuando lo hacen dedican a ello la parte más grande de lo que han consumido para vivir. De esta manera, el alimento es la cuestión clave en la sociedad animal...”.

---

A partir de allí, Charles Elton propone cuatro conceptos claves que revolucionarán la ecología animal: los conceptos de cadena y ciclo alimenticio; la posición de cada animal en la cadena; el concepto de nicho y, por último, el de pirámide de cantidades de animales que les asignará nuevos roles de importancia a los animales dentro de las representaciones de las comunidades vivas, hasta entonces dominadas por los enfoques botánicos.

Como ciencia, la ecología se dirige al estudio de las relaciones bióticas y abióticas del ecosistema. Este último concepto, acuñado por el biólogo inglés Tansley a mediados de los años treinta del siglo XX, supone las relaciones entre un biotopo y una biocenosis en términos de flujos energéticos y de ciclos de elementos. El biotopo indica la multiplicación de interacciones geológicas, geomorfológicas, climáticas, edáficas y geográficas que definen los sustratos a partir de los cuales se desarrollan los organismos, en tanto que biocenosis (literalmente, vida en movimiento) se refiere a las comunidades de poblaciones animales, vegetales y de otros reinos que existen en un biotopo dado.

En términos de Ángel (1993), "...el ecosistema, como modelo de análisis, significa el estudio de las relaciones entre una comunidad de especies y su medio biofísico y entre individuos y poblaciones al interior de esa comunidad. Las relaciones con el medio no son solamente de contacto físico. La comunidad no vive en su biotopo como en una casa. La vida de los organismos significa la transformación continua de los flujos de energía y de los elementos materiales del entorno...".

- **La Ecología en el Contexto Ambiental**

La ecología en tanto que ciencia, había sido desarrollada en la quietud de los laboratorios y en la paz de los campos, consolidándose y madurando dentro de la comunidad científica a todo lo largo de la primera mitad del siglo XX, sin que sus postulados hubieran trascendido al gran público.

Se trataba, en primera instancia, de materializar la inmensa tarea que había sido prevista por los científicos del siglo XIX, estableciendo y comprobando las leyes ecosistémicas que rigen las interacciones de los seres vivos, tanto a nivel espacial como temporal. En este sentido es capital el trabajo de Eugenio Warming "Lehrbuch der Ökologischen Pflanzengeographie" publicado en Berlín en 1896, que muestra los límites de la geografía descriptiva de las plantas y expone cuestiones clave de adaptación, estructura y clasificación de comunidades. Como propósitos de la ecología enuncia que su finalidad es encontrar qué especies están asociadas en hábitats similares, definir la fisonomía de la vegetación y del paisaje, explicar tanto las formas como los hábitats particulares y la reagrupación de comunidades definidas y analizar las exigencias y modalidades de resistencia de las plantas respecto a su entorno con la adaptación de su morfología y anatomía. Se trata de una obra que recoge el conocimiento del momento y despliega de manera brillante los retos futuros de la ciencia ecológica.

El reto es enfrentado por innumerables científicos que, a partir de 1895, trabajan sobre la botánica de las sucesiones, las relaciones presa/depredador, las cadenas tróficas, los ciclos de energía, la ecología animal, la sinecología, la autoecología, el enfoque fisiológico, la fitosociología y la bioecología. Aparecen estudios sobre radioecología, ecología de microorganismos y descripciones de la estructura, composición y funcionamiento de ecosistemas acuáticos, forestales y edáficos. Al mismo tiempo, el pensamiento ecológico incide en otras ciencias: la etnología, la geografía humana, la antropología, la arquitectura, el

urbanismo, la agronomía y la medicina. Mucho más tarde y como producto de la evolución del pensamiento ambiental, a este universo se une la ingeniería y la economía ecológica.

No obstante, la ecología no aparece en la escena política sino hasta mediados de los años sesenta, como consecuencia de su poder explicativo y contestatario en relación con una serie de síntomas degradativos de la naturaleza y la sociedad que comenzaban a expresarse en diversos campos como resultado del crecimiento particularmente poderoso de las economías capitalistas durante las décadas de los años cincuenta y sesentas (figura 1).

**Figura 1. Ecosistemas sin seres humanos: laboratorio de la ecología**



Foto: El Autor

- **Los Límites al Crecimiento**

En efecto, de manera paradójica la Segunda Guerra Mundial había inaugurado un ciclo de importantes avances tecnológicos en varias esferas del uso de la energía, la aeronáutica, las telecomunicaciones, la biología y la química los cuales, aplicados a la esfera económica, generaron un boom de bienestar material sin precedentes en la historia de la humanidad. Acicateados por la imperiosa necesidad de atraer países a sus respectivas órbitas durante el subsiguiente proceso histórico de la “guerra fría”, Estados Unidos y la antigua Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) compitieron con las más diversas estrategias por dominar un planeta lleno de promesas y de posibilidades. Mientras que el mundo comunista prometía felicidad con base en la igualdad, los países capitalistas enviaban su mensaje con el fascinante espejo del crecimiento material sin límites, proponiendo la idea del Desarrollo y su indicador más claro: el incremento del Producto Interno Bruto (PIB).

---

De esta manera, durante más de 20 años el mundo se dedicó a fabricar, con empeño febril, las bases materiales de un bienestar elitista que dejaba por fuera a las naciones proveedoras de los recursos y se olvidaba de la trágica historia colonialista y de saqueo practicada por los países centrales por más de 400 años, pero que acogía a los expoliadores de la riqueza ajena y los catapultaba hasta las más altas esferas del consumo de recursos. Era la época de la reconstrucción de Europa, de las migraciones de obreros, de los enormes automóviles y del macartismo ideológico.

No obstante, la capacidad de carga y la renovabilidad de los ecosistemas pronto mostraron que existían límites biofísicos al consumo, expresados tanto en el agotamiento de las reservas energéticas como en las consecuencias degradativas de recursos naturales y de sociedades humanas receptoras de las externalidades del proceso productivo. El denominado “Sueño Americano” o “American Dream”, producto de un crecimiento económico sin precedentes, comenzaba a despertar en medio de las más variadas pesadillas. La ciencia ecológica inició su viaje al interior de la opinión pública a manera de un despertador de la conciencia mundial.

Uno de los primeros avisos de alarma provino de lo que más tarde se conocería como el Smog Industrial de Londres. En el invierno de 1954, la capital del imperio británico asistió a la muerte de por lo menos 4.000 personas que habían respirado el ácido sulfúrico formado por una combinación de vapor de agua de la atmósfera y del azufre proveniente de las chimeneas de las casas que utilizaban un carbón muy rico en ese elemento como combustible para la calefacción interna. Un fenómeno meteorológico conocido como inversión térmica, había atrapado el azufre y provocado su transformación en fina lluvia ácida que terminó destruyendo los tejidos pulmonares de quienes lo asimilaron.

Nuevas señales de alarma provendrían del lado del mar. En 1967 el buque Torrey Canyon derramó sobre las costas inglesas 177.000 toneladas de petróleo inaugurando la era de las mareas negras y provocando la muerte de innumerables organismos acuáticos por la vía de las cadenas tróficas. En ese mismo año el petrolero Amoco Cadiz inscribió su nombre en la fatídica lista de barcos accidentados que han vertido su carga en los océanos del mundo. A finales de los años sesenta una nueva tragedia habría de impulsar el ingreso de la ecología al lenguaje corriente. Un derrame accidental de mercurio proveniente de instalaciones industriales ubicadas cerca de la bahía de Minamata en el Japón, causó la muerte de centenares de miles de peces y la intoxicación de pescadores y consumidores de comida de mar que presentaron desórdenes nerviosos graves conocidos actualmente con el nombre de síndrome de Minamata.

Por otra parte, Rachel Carson con su libro “La Primavera Silenciosa”, escrito y publicado con seis reediciones en 1962, realizó la primera crítica científica sobre los efectos ambientales de los plaguicidas, debate que, lejos de terminar, se acentúa con el paso de los años. A esta autora se debe la famosa imagen de los pingüinos de la Antártida que almacenan en sus tejidos rastros de DDT, por acción del fenómeno conocido como *magnificación biológica*.

El libro de Carson abrió las puertas para el debate mundial sobre el uso de venenos en la agricultura, debate que permanece vigente, por la multiplicidad de efectos nocivos que ofrece su fabricación, transporte y utilización, los cuales se suceden periódica y constantemente. En Colombia es necesario rescatar los trabajos de denuncia y oposición al uso de plaguicidas peligrosos en la agricultura que hace la red Rapalmira, filial de P.A.N. (Pesticide Action Network) en cabeza de Elsa Nivia, agrónoma que ha logrado despertar la conciencia de muchos colombianos en relación con el tema y que ha liderado la prohibición de sustancias como el endosulfán o el bromuro de metilo en el país.

---

Una tragedia de gran magnitud aparece en el horizonte de las discusiones sobre el uso de plaguicidas en la agricultura: el 3 de diciembre de 1984 estalló en Bophal (India) la fábrica de la empresa Union Carbide por el escape del gas tóxico metil isocianato, químico utilizado en la elaboración del insecticida Sevín, causando la muerte a más de 30.000 personas y afectando en el tiempo posiblemente a unas 500.000 más, especialmente pobres ubicados en los cinturones de miseria alrededor de la fábrica. Esta fecha fue establecida por las 400 organizaciones miembros de PAN en 60 países, como el día de No Uso de Plaguicidas para recordar a las personas fallecidas en esa catástrofe industrial, tal vez la mayor que ha enfrentado la humanidad.

En esta fecha también se denuncia la magnitud de las intoxicaciones debidas a exposiciones directas o indirectas a plaguicidas: P.A.N. estima que las intoxicaciones crónicas pueden afectar entre 3 a 5 millones de personas por año, mientras que alrededor de 20.000 a 40.000 mueren anualmente en el mundo a consecuencia de la exposición directa a estos venenos. Igualmente se estima que de 25 especies de insectos resistentes a los plaguicidas existentes en 1954, se ha pasado a más de 500 especies en la actualidad así como a 100 especies de hongos y 50 de adventicias resistentes a fungicidas y herbicidas, respectivamente. En EEUU, el uso de plaguicidas se ha multiplicado por 11 desde finales de los años 40 pero las pérdidas en las cosechas, debidas a plagas han aumentado del 7% al 13%.

La muerte de 24 niños en Taucamarca - Perú o la catástrofe ocurrida en Chiquinquirá, Colombia, el 25 de noviembre de 1967, cuando cerca de un centenar de personas entre adultos y niños perdieron la vida, por consumir al desayuno pan contaminado accidentalmente con Parathion, constituyen solamente algunos ejemplos adicionales de la grave problemática causada por el uso de plaguicidas

La sumatoria de accidentes catastróficos a nivel global y de eventos locales de polución, degradación y extinción de recursos naturales, hicieron que muy rápidamente la ecología perdiera su carácter de ciencia exclusiva de unos cuantos círculos científicos para insertarse definitivamente en el lenguaje común, sirviendo de instrumento de crítica y de análisis de las complejas relaciones entre las sociedades humanas y la naturaleza circundante.

- **La Ecología como Propuesta Política**

Tales análisis se concentraron inicialmente en la defensa de animales y vegetales a través de grupos de naturalistas. El ecologismo de los años sesenta, algo mimetizado en el movimiento hippie, fue considerado como romántico y particularmente imbuido de ideas de retorno a condiciones prístinas de muy difícil realización. Sin embargo, las ideas ecologistas sirvieron de base para que, durante el decenio de 1970 emergiera una corriente de pensamiento, el "ecodesarrollo", que propugnaba por estilos de desarrollo en los que se tuviera en cuenta las particularidades ecosistémicas de las regiones, la participación comunitaria y el uso de tecnologías apropiadas, entre otras cosas.

De alguna manera las tesis del ecodesarrollo chocaban contra los grandes intereses del capital que veían peligrar en esa propuesta, las posibilidades mismas de expandir la rentabilidad de los negocios monopólicos. Los debates sobre el particular fueron intensos. La década del 70 fue prolija en estudios científicos que auguraban la catástrofe global si no se cambiaban los esquemas y las tendencias de consumo dominantes. Los tres Informes al Club de Roma, basados en la integración de variables de consumo de recursos naturales, contaminación, crecimiento de la población, producción de alimentos, espacio geográfico e inversión pública

---

---

presagiaban el “Doomsday” o “Día de la Ruina”, fijado para algún momento de la primera centuria del siglo XXI. Para evitarlo, se proponía reducir el consumo de recursos naturales en cifras cercanas al 75%, la contaminación en el 50%, la inversión en el 40% y la natalidad en el 30% de los valores de 1971.

A partir de este momento la discusión planteada por la ecología, robustece el debate que por más de un siglo, venía siendo abordada desde la economía, a propósito de las crisis que afectarían al crecimiento del capital, una vez se alcanzara el Estado Estacionario o momento de cero crecimiento. Tal controversia, presente ya en los economistas clásicos, se desarrolló con fuerza a lo largo del siglo XX entre quienes propugnaban visiones optimistas del desarrollo tecnológico y quienes oponían argumentos sobre la necesidad de parar, reducir o alterar el modelo de consumo vigente.

Tamames (1980) recoge bien la historia y la dirección del debate: nombres como los de Walt Whitman Rostow, Colin Clark, Herman Khan, Anthony Wiener o el Instituto Hudson en el mundo capitalista y Kachaturov en el socialista, se aferraban a la idea de la expansión sin límites del crecimiento económico, avizorando soluciones tecnológicas ingeniosas.

Sus contradictores, citados por Tamames, le apuestan tanto a una re-estructuración del modelo capitalista (Alfred Sauvy – Philippe D’Iribarne) como a la inclusión de consideraciones ambientales para modificar el concepto del Producto Nacional Bruto (PNB). En este camino Paul Samuelson desde 1945 propuso un indicador diferente: el Bienestar Económico que deduce los costos sociales ocasionados en el medio ambiente en el cálculo del PNB. Otros han propuesto la constitución de poderes supranacionales para dirigir el crecimiento global en un contexto de conservación de la naturaleza (Philippe Sain Marc – Sicco Mansholt). En la posición extrema del debate aparecen críticos fuertes que anuncian la necesidad de detener el crecimiento económico como una utopía necesaria y autores que exponen claramente los problemas relativos a la “bomba poblacional” (Bob Heibroner, Kenneth Boulding, Paul Erlich, René Dumont).

La síntesis ya se avizoraba en el horizonte de las discusiones. Para la citada década del 70 estaban dadas las bases analíticas que demostraban los fuertes lazos existentes entre estilos de desarrollo, organización social y tecnológica, instrumentos simbólicos y el uso de los ecosistemas por parte de diversos grupos humanos, relaciones cuyo estudio configuran el fundamento del pensamiento ambiental contemporáneo. No obstante, aún existían dificultades.

La Primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente, realizada el 5 de junio de 1972, se llevó a cabo bajo la sospecha de los Países Menos Desarrollados (PMD) de que lo ambiental era un nuevo disfraz de los Países Desarrollados (PD) para birlarles el derecho al desarrollo, al crecimiento y a la riqueza. Debieron pasar todavía las reuniones de Founex y Cocoyoc y la Declaración de Menton para que se reconocieran claramente las interrelaciones Desarrollo – Ambiente y las inequidades históricas que han signado tales relaciones.

En la reunión de Cocoyoc, por ejemplo, se denuncia el acaparamiento de recursos naturales por parte de los países desarrollados, la herencia colonial que actúa como un lastre para los pobres y la confianza en el mercado como rector del desarrollo. Se plantea que éste debe enfocarse esencialmente hacia los seres humanos, que no debe llevar al sobreconsumo sino a la satisfacción de las necesidades esenciales de la humanidad y que la economía mundial debería descentralizarse. Bajo el lema de “una sola tierra” la declaración de Menton subraya que es

---

necesario abolir la guerra, declarar moratorias generales para las aplicaciones tecnológicas en la fabricación de armamentos, plásticos y plaguicidas, disminuir el consumo de los ricos y frenar el crecimiento de la población.

El denominado Nuevo Orden Económico Internacional (NOEI) que se practicó poco después, se encargó de echar por tierra las esperanzas puestas en las primeras conferencias sobre medio ambiente y desarrollo: el gasto militar ha sido imparable, la desnutrición aumenta de forma alarmante, los pobres del mundo alcanzan hoy cifras por encima de los 840 millones de personas, los productos sintéticos desplazan a los naturales y la deuda externa de los PMD alcanza proporciones inmorales.

Documentos del Foro Social Mundial reunido en el año 2002 en Brasil indican que la deuda externa de todos los países del sur, incluyendo la pública y la privada era, para 1981, de 567.000 millones de dólares. Para el año 2001 esos mismos países habían pagado 3.450.000 millones de dólares (casi siete veces el valor de la deuda de 1981) y aún debían 2.000.000 de millones de dólares! Además, se constató que no existe en el mundo ninguna figura jurídica, política o económica capaz de frenar a los nuevos dueños de la economía: las compañías transnacionales.

Pese a todo, en 1986 el informe de la Comisión Mundial para el Ambiente y el Desarrollo, conocido como "Informe Brundtland" señaló, en un voluminoso documento denominado "Nuestro Futuro Común", la fórmula que habría de conciliar todos los intereses contrapuestos en el debate sobre los límites al crecimiento: la idea – colchón del Desarrollo Sostenible, que le sirve a moros y a cristianos y que es definida en el informe como "...el desarrollo... que atiende las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades...".

La idea de mantener para las generaciones futuras un determinado estilo de desarrollo, llámese como se llame o entiéndase como se quiera entender el desarrollo, consiguió unanimidad entre los optimistas tecnológicos, los desarrollistas a ultranza, los conservacionistas radicales y los ambientalistas moderados. Traspasar las responsabilidades en el tiempo a unas indeterminadas "generaciones futuras" resulta cómodo para quienes se afincan en el actual modelo de crecimiento económico y les cubre con un disfraz de respetabilidad. Nadie acepta hoy en día que sus actividades sean insostenibles y, en el fondo, existen pocas maneras para demostrar la insostenibilidad de casi ninguna actividad.

El término le va bien a todos aunque en últimas las diferencias persisten. No se cuestiona la idea de crecer a toda costa. Nadie tiene claro cuáles son los umbrales de tiempo para examinar la sostenibilidad ni cuáles serían las expectativas de consumo o bienestar de las generaciones futuras. La pretendida universalización espacial y la durabilidad temporal del desarrollo son dos falacias que ya no pueden sostenerse. Sachs (1996) en su "Anatomía Política del Desarrollo Sostenible", expone claramente las dificultades del consenso establecido alrededor del concepto, que no puede garantizar al mismo tiempo la solución a la crisis de la justicia social y de la naturaleza. El autor formula con razón las dos siguientes preguntas, que a la postre resultan lapidarias... ¿Cuáles necesidades? ¿Las necesidades de quien?

La discusión no es solamente teórica. La ecología como ideología se ha transformado también en el motor de varias escuelas de acción que defienden existencias materiales y condiciones de vida tanto de los humanos como de las poblaciones animales y vegetales. Martínez Alier (2004),

---

revisando las tendencias contemporáneas de los movimientos ambientalistas, indica que existen por lo menos tres de ellas: el culto a la vida silvestre, los optimistas de la ecoeficiencia y el ecologismo popular o ecologismo de los pobres. Las diferencias entre ellas son a la vez sutiles y marcadas pero indudablemente representan la consolidación definitiva de la ecología en tanto que discurso crítico sobre las vías que ha tomado el desarrollo económico.

El siglo XXI apareció con el paradigma del desarrollo sostenible a cuestas y en su concepción y aceptación es indudable que la ecología como ciencia y el ecologismo como actitud política jugaron un papel fundamental. Conviene, pues, revisar sucintamente los aportes de la ciencia ecológica y abordar la discusión del papel que los seres humanos juegan en sus relaciones con los ecosistemas, para comprender el paso dado por los ecologistas hasta convertir el discurso ecológico en un discurso de tipo ambiental, que cuestiona las bases mismas del desarrollo.

- **La Trama de la Vida o la Complejidad Ecosistémica**

Para entender el origen, la evolución, la estructura y el funcionamiento de un ecosistema, se requiere el concurso de varias disciplinas.

Los ecosistemas terrestres, por ejemplo, no pueden ser cabalmente conocidos si no se entiende la naturaleza del material geológico y de los procesos de alteración química y física por medio de los cuales las estructuras cristalinas de las rocas van liberando cationes libres y propiciando la aparición posterior de los fenómenos que originan el suelo, interfase prodigiosa entre los diferentes reinos de la naturaleza.

El suelo sustenta las diferentes coberturas vegetales que, a través del proceso mayor de la vida, la fotosíntesis, permiten la acumulación de la energía solar en este primer eslabón de la cadena trófica, conocida como el de los productores primarios. A su vez, las plantas verdes son el alimento de una extensa gama de organismos conocidos como consumidores primarios o eslabón de herbívoros, los cuales pueden ser consumidos por otros depredadores, los carnívoros primarios, quienes nuevamente pueden servir de alimento a otros organismos superiores, situados muy próximos al vértice de la pirámide trófica.

Tanto las plantas verdes como los herbívoros y carnívoros una vez muertos se reintegran al suelo, sufriendo diversos procesos de desintegración y descomposición realizados por organismos detritívoros y descomponedores que están, al mismo tiempo, en el inicio y al final de la cadena de alimentos. Estas cadenas, a su vez, pueden hacer parte de otros ciclos alimenticios, configurando más que una línea de alimentos, una verdadera trama de relaciones. Papel fundamental se atribuye en este proceso a los microorganismos edáficos, especialmente hongos, bacterias, actinomyces, algas y protozoos que en magnitudes de decenas de millones por gramo de suelo se encargan de transformar la materia orgánica.

Todos estos pasos generales van acompañado de complejos procesos mineralógicos, físicos, químicos y biológicos que generan movimientos cíclicos de elementos y sustancias minerales, conocidos con el nombre de ciclos biogeoquímicos (del agua, del carbón, del fósforo, del nitrógeno...) y que no son otra cosa que el reciclaje permanente de nutrientes realizado por la estructura natural. Otro fenómeno maravilloso, la aparición en el suelo de la denominada Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), permite que estos elementos sean retenidos en el medio edáfico y no escapen a la acción de las raíces, posibilitando el suministro permanente y regulado de nutrientes para sostener la vida.

Cada función, cada paso, cada relación dentro de la organización del ecosistema está regulada por tendencias globales de equilibrio dinámico. Desde la constitución de las formaciones geológicas y la génesis del suelo hasta la dinámica de poblaciones, es posible encontrar un orden general regulado por leyes ecosistémicas que canalizan los flujos energéticos y regulan los ciclos de la materia en el tiempo y en el espacio.

Como ejemplos de estas leyes o regularidades se pueden citar las relaciones presa/depredador; la tendencia a la entropía que limita el número de individuos en el ápice de las pirámides tróficas; las regulaciones al potencial biótico de cada especie; la interrelación en diversos subsistemas jerárquicos y la sinergia entre ellos; la tolerancia de las especies que permite adaptaciones en rangos diferentes de las variables biofísicas; las sucesiones vegetales realizadas con base en características colonizadoras de diferentes especies; la distribución de plantas y animales en función de condiciones climáticas y edáficas; la territorialidad de las especies; la resiliencia del sistema; las respuestas adaptativas de los organismos a la carencia o disminución de factores vitales del crecimiento; las secuencias biológicas como respuesta a ciclos circadianos; la tendencia al equilibrio dinámico... en fin. Cada conjunto de funciones y condiciones de acción de los organismos está enmarcado dentro de lo que se denomina Nicho Ecológico. *Todos los integrantes del ecosistema cumplen funciones específicas, es decir, ocupan un nicho particular dentro del mismo.*

Esta noción es fundamental para comprender el mecanismo global de los ecosistemas y sus reacciones ante las perturbaciones exógenas. Existe una amplitud enorme de nichos ecológicos tanto a nivel intra como interespecífico pero, a despecho de su coevolución, los márgenes de maniobra de las especies no pueden ser sobrepasados impunemente.

De la apretada síntesis anterior se puede concluir que los sistemas ecológicos son muy complejos y que en su estudio confluyen muchas disciplinas científicas: desde la geología, la química, la física y la biología, pasando por áreas del conocimiento como la geología, la edafología, la botánica, la zoología y la microbiología hasta los diversos tipos de ingeniería y diseño que permiten la construcción y el perfeccionamiento de equipos necesarios para efectuar los cada vez más sofisticados trabajos de campo.

La impresionante estructura teórica y práctica de la ecología, le ha valido para que se le otorgue el título de ciencia síntesis y para que prácticamente sea considerada como la disciplina que ha posibilitado entender lo que Odum llama "la trama de la vida". En efecto, a partir de los adelantos espectaculares de la ecología en los últimos decenios, se ha podido conocer e interpretar los delicados equilibrios que constituyen la esencia misma de la vida sobre el planeta.

## **1.2 LA BASE CULTURAL DE LA REFLEXION AMBIENTAL**

Hasta mediados del siglo XX los ecólogos habían intentado introducir, sin éxito, a los seres humanos dentro de sus análisis teóricos. Pero una y otra vez éstos se revelaban insuficientes para dar cuenta de la complejidad de su comportamiento. La solución provino de las ciencias sociales, especialmente de la antropología y la geografía, que supusieron desde muy temprano las extraordinarias relaciones culturales de la humanidad y formularon las claves para la comprensión de sus mecanismos generales.

---

- **¿Ocupan los seres humanos un nicho dentro de los Ecosistemas?**

La ecología, como ciencia que se ocupa de la composición, estructura, funcionamiento y distribución de los ecosistemas, no tiene en cuenta todavía la actividad humana. Esta distinción es fundamental para entender la esencia y el significado de la dimensión ambiental.

Esta afirmación no quiere decir, por supuesto, que los ecólogos no se hubieran preocupado por la acción humana en relación con las perturbaciones ecosistémicas. Todo lo contrario. Incluso desde la época de los filósofos clásicos y más tarde en los albores de la geobotánica ya estaban presentes las reflexiones sobre la acción antrópica en relación con la naturaleza.

Nuevamente Deléage (*op. cit.*), ilustra esta situación: los primeros ecólogos, imbuidos por las fuerzas ideológicas del siglo XIX, son optimistas frente a las dificultades ofrecidas por una naturaleza reacia a ser explotada aunque en el panorama aparecen quienes establecen vínculos que prueban los efectos negativos de las sociedades con la naturaleza. Surell, en 1841 ya establecía conexiones entre la deforestación de las cuencas y el carácter catastrófico de las crecidas; Tribolet contabilizaba el número de especies que los seres humanos han hecho desaparecer desde los orígenes de la civilización; en Alemania, Carl Fraas explicaba la coevolución de los climas a partir de las coberturas vegetales y Elisée Reclus se preocupaba por las importantes modificaciones al entorno provocada por la acción antrópica.

Muchos ecólogos avanzaron hasta analizar el metabolismo de las sociedades o intentar explicaciones del comportamiento social apelando exclusivamente a balances energéticos al estilo de Odum (1980). Aunque algunos tuvieron relativo éxito, como Podonsky quien realiza aportes para lo que más adelante será conocido como economía ecológica, la mayor parte se pierde en divagaciones que terminan siendo absorbidas por las corrientes de ecología fuerte dedicadas más específicamente al estudio de las relaciones naturales.

Las reacciones puramente biológicas de los ecólogos que querían concentrarse en el estudio de tales relaciones ecosistémicas, en lugar de invertir tiempo y recursos en comprender el papel ecosistémico de los seres humanos, estaban plenamente justificadas: cada vez que los ecólogos intentaron introducir al hombre como una especie más dentro del ordenamiento ecológico, se tropezaron con la insuficiencia de sus instrumentos analíticos que no pueden dar cuenta del comportamiento humano, aún cuando se pretenda incluirlo dentro de los balances de masa y energía.

Y aquí se inician los escollos teóricos. Ángel (1993; 1995) ha lanzado una pregunta que resulta fundamental a la hora de definir la especificidad ambiental del discurso ecológico: ¿Ocupan o no los seres humanos un nicho dentro del ordenamiento ecosistémico? Si la respuesta fuera afirmativa... ¿Cuál sería ese nicho?

La pregunta se dirige más hacia las funciones humanas dentro de los ecosistemas, definidos éstos al estilo de los ecólogos y excluye concientemente la cuestión sobre el lugar y el papel que cumplen los seres humanos dentro de la naturaleza, a fin de evitar las antiguas y no siempre acabadas discusiones filosóficas sobre el particular. La relación del hombre con la naturaleza y aún su posición relativa dentro o fuera de ella es un tema apasionante que ha abierto innumerables discusiones filosóficas, políticas, religiosas y éticas en relación tanto con la libertad de los seres humanos y por ende de su accionar político, como de la legitimidad de las ciencias para separar el estudio del hombre de aquel relativo a la naturaleza. Tales retos condujeron, durante el siglo XVIII a la separación de las ciencias sociales de las ciencias

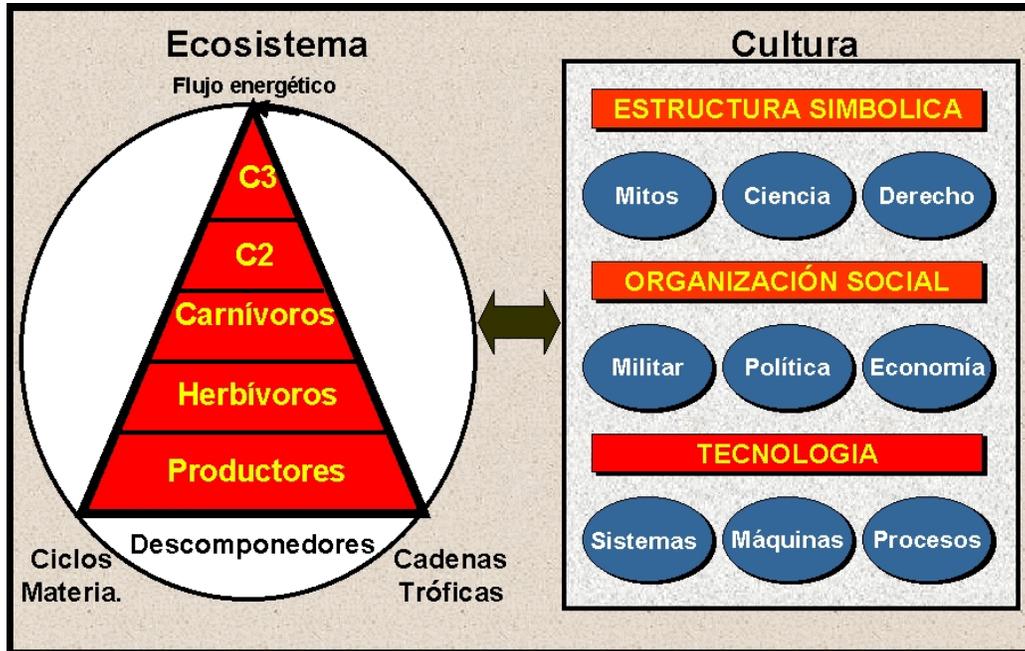
naturales y a la aparición de lo que Ángel (*op. cit.*) da en llamar la esquizofrenia cultural y el sobrenaturalismo filosófico de las ciencias sociales.

Para evitar tanto la esquizofrenia como el sobrenaturalismo, el autor citado plantea la pregunta en términos de nicho ecológico y la responde con un No, rotundo. Los seres humanos no ocupamos un nicho ecológico en el ordenamiento ecosistémico, aunque las interacciones con los ecosistemas sean continuas, dinámicas, permanentes, de varios sentidos y esenciales para la supervivencia de las sociedades humanas.

La escuela agustiniana afirma que el ser humano no puede ser considerado como una especie más dentro de la estructura ecosistémica. De hecho, no ocupa un lugar específico o un nicho particular dentro del ecosistema. Esta afirmación, no siempre bien comprendida ni aceptada en varios círculos epistemológicos, implica que el hombre es independiente de las leyes que rigen los equilibrios ecosistémicos. Si ello no fuera así, no habría problemas ambientales porque las sociedades humanas estarían regidas por las mismas leyes que determinan el crecimiento y el comportamiento poblacional de cualquier especie.

A pesar de ello es claro que los seres humanos transforman continuamente tanto los flujos energéticos, como las cadenas tróficas y los ciclos biogeoquímicos que caracterizan el funcionamiento ecosistémico. La diferencia consiste en que no lo hacen encadenados por las regulaciones internas o externas que rigen el comportamiento de biotopos y biocenosis, sino por fuera de las regulaciones ecosistémicas con un instrumento nuevo: **la cultura** (figura 2).

**Figura 2. El Enfoque Ambiental: Interrelaciones Ecosistema/Cultura, de acuerdo con la escuela de Augusto Ángel Maya**



Fuente: El Autor

Las grandes leyes físicas de la termodinámica, de la expansión de los gases o de la atracción gravitacional continúan, por supuesto, actuando sobre el conjunto de los seres que habitan el planeta, incluido el hombre, en la medida, dirección y magnitud que la experiencia científica acepta basada en los paradigmas dominantes. *Lo que la cultura modifica son todas aquellas*

---

*regulaciones biofísicas, inter e intraespecíficas que actúan sobre los ciclos de la materia y los flujos de la energía en el ordenamiento ecosistémico.*

Dentro del conjunto de la biodiversidad, por ejemplo, el hombre selecciona unas pocas especies de plantas y animales, dando origen a la agricultura y a la ganadería, en detrimento de las reglas de la sucesión vegetal; modifica las regulaciones de las cadenas de alimentos pescando, cazando, recolectando y/o criando las especies de mayor valor de uso y de intercambio; es capaz de modificar los flujos de energía, introduciendo cambios climáticos en el cultivo de plantas bajo condiciones controladas de invernadero o sometidas a riego artificial; extrae, transporta, utiliza y disemina los elementos que la naturaleza había acumulado en reservas de combustibles fósiles, dentro de los grandes ciclos geoquímicos; libera microorganismos en nuevas áreas y con distintos fines; manipula la información genética cambiando patrones de comportamiento en plantas y animales; transforma las condiciones naturales de amplias regiones e instala extensas zonas de asfalto y cemento, las ciudades entrópicas, subsidiadas por ecosistemas lejanos a los cuales agota y degrada; tala bosques enteros, deseca lagunas, cambia la dirección de los ríos, le gana tierra al mar, destruye arrecifes, estuarios y manglares, extingue especies, es capaz de generar vida donde antes sólo había paisajes yermos y viceversa, introduce bosques exóticos, cultiva sin tierra... en fin, transforma el entorno biofísico en un proceso cualitativa y cuantitativamente diferente a la regulación ecosistémica.

- **Evolución y Cultura: síntesis de adaptación al medio**

En principio la cultura se entiende como una emergencia evolutiva afincada en los procesos adaptativos de los seres humanos. La escuela augustiniana acepta 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 favorecieron 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.

De esta manera se desarrolló un complejo cultural expresado en la capacidad de construir y aplicar una poderosa estructura simbólica en donde emergen tanto los mitos como la ciencia, el derecho o la filosofía, inserta dentro de organizaciones sociales que rigen tanto el poder político como el económico y que se vierten en plataformas tecnológicas cuyos desarrollos son producto, a su vez, de las estructuras simbólicas y de la organización social. Ángel (1996) define la cultura a la manera de los antropólogos como “un sistema parabiológico de adaptación al medio ecosistémico”, es decir, como todas las formas de pensar y de actuar de los seres humanos en relación con los ecosistemas.

La idea según la cual la cultura es una emergencia evolutiva ha sido aceptada sin mayores discusiones por quienes se adscriben al paradigma de la evolución y la aceptan sin beneficio de inventario.

La evolución es un concepto utilizado por muchos círculos científicos para entender tanto el origen como el posterior desarrollo que probablemente han seguido todas las formas de organización vivas. No obstante, en tanto que teoría científica, enfrenta innumerables preguntas desde la misma orilla de la ciencia.

---

Preguntas que tienen que ver no solo con el origen de la vida, enigma aún sin resolver, sino con los pasos sucesivos que habrían originado las primeras proteínas, las membranas que recubren el DNA, la aparición misma de los genes o la conformación del citoplasma y la pared celular para dar paso a la primera célula primigenia y luego a su transformación en organismos multicelulares a través de la embriogénesis, cuestiones que permanecen sin respuestas coherentes, a pesar de las pretensiones dawkinianas<sup>1</sup> de atribuirle valor de verdad indiscutible a la teoría de la evolución y su principal mecanismo de selección natural como fuente que impulsa el origen de las especies.

Pero las preguntas sin respuestas de la teoría de la evolución van más allá. A pesar de atribuir parentescos morfológicos o funcionales a órganos, organismos y especies y derivar de allí la pretensión de la aparición de especies nuevas a partir de especies pre-existentes, la teoría no puede dar cuenta totalmente del cómo se formaron las nuevas especies, entre otras cosas porque el registro fósil no presenta evidencias de formas intermedias de vida y porque se enfrenta, en términos de la microevolución, a interrogantes irresolubles en el nivel molecular o bioquímico.

Parte de tales cuestionamientos han sido formulados por Michael Behe (1999), quien plantea, como tesis central, que existen innumerables procesos “irreductiblemente complejos” que no pueden ser explicados en términos de adaptaciones sucesivas darwinianas, dado que el fallo en uno solo de los componentes hace fracasar a todo el sistema. Behe y otros científicos, proponen, además del azar y la necesidad, la idea de un diseño inteligente preconcebido que permea por igual a todas las especies.

Incluso y contra toda supuesta evidencia, hay quienes afirman que la selección natural no es un mecanismo suficientemente fuerte para producir nuevas especies. La prueba estaría en que las especies domésticas, que han sufrido constantes y periódicas presiones humanas de selección dirigida y conciente, no han generado ninguna especie nueva. Ni siquiera la mosca doméstica, tan utilizada en experimentos genéticos de todo tipo, lo ha podido hacer. Los seres humanos, más asiduos e intensos que la naturaleza, no han podido crear jamás una especie nueva por selección. Aclaremos que, como se verá más adelante, el nuevo paradigma transgénico quizás podría lograrlo y, de todas maneras, el modelo evolutivo darwinista habrá llegado a su fin, no por obra de la confrontación con los creacionistas, sino por mediación de los propios biólogos moleculares. Paradojas de la ciencia.

En consecuencia, frente a la teoría de la evolución se levanta otra postura no menos fuerte: la idea del diseño inteligente que, apoyada igualmente en evidencia científica, cuestiona las bases de la evolución y propone que todas las estructuras vivas, incluyendo al hombre, reflejan indudablemente procesos de diseño lo cual implica necesariamente la existencia de un diseñador. El acto creativo de Dios estaría por lo tanto en la base explicativa del diseño inteligente.

Si ello fuera así, es decir, si los organismos presentan evidencias de diseño inteligente, entonces la idea de la cultura como emergencia evolutiva tambalearía en sus bases teóricas. Habría que buscar otra explicación a un proceso que de todas maneras es adaptativo.

En estos términos, se podría avanzar la idea de la cultura como expresión ineludible del diseño inteligente, dado que los humanos ya tendrían en sí mismos los fundamentos del pensamiento abstracto y la capacidad de actuar organizadamente y de fabricar instrumentos y sistemas. La cultura sería la acción misma del diseño, la resultante adaptativa de la vida inteligente.

---

<sup>1</sup> Se refiere a Charles Dawkins, autor del libro “El gen egoísta” quien, entre otras cosas, le asigna finalidades específicas a partículas reproductoras (genes) que se originan “accidentalmente”.

---

Colocar en duda la teoría evolucionista no es negar el movimiento adaptativo ni las dinámicas de la vida ni mucho menos pretender que la cultura es estática. Todo lo contrario. La diferencia se plantea en el principio de los principios o en la causa de las causas. De todas maneras la vida no se construye a partir de interacciones energía – materia, como propone el modelo evolucionista, por poderosas que ellas sean.

No es el propósito de este documento introducirse en el debate creación / evolución, que limita con posiciones espirituales de tipo personal y que de todas maneras exigiría el análisis y controversia de evidencias científicas en muchas disciplinas del conocimiento que sobrepasan las pretensiones de este libro, el cual solamente busca describir la hipótesis evolucionista como una manera de comprender la dinámica que subyace a la formación de la cultura, haciendo anotaciones al margen sobre algunos puntos de divergencia conceptual con la escuela creacionista del Diseño Inteligente. Los interesados en profundizar el tema bien harían en consultar el libro central de Behe “La caja negra de Darwin: el reto de la bioquímica a la evolución”.

- **Los Seres Humanos en el Contexto Evolutivo**

Charles Darwin, el eminente naturalista inglés nacido en 1809, propuso en su libro “El Origen de las Especies” que ellas “...se derivan de la lucha por la vida. Debido a esta lucha, las variaciones, por ligeras que sean y cualquiera que sea la causa de que procedan, si son en algún grado provechosas para los individuos de una especie, en sus relaciones infinitamente complejas con otros seres orgánicos y con sus condiciones de vida, tenderán a la conservación de estos individuos y serán, en general, heredadas por la descendencia... la cual tendrá así mayor probabilidad de sobrevivir ...He denominado a este principio, por el cual toda variación ligera, si es útil, se conserva, con el término de selección natural... pero la expresión de la “supervivencia de los más aptos” es más exacta y, a veces, igualmente conveniente...” .

Por lo tanto, la selección natural presupone una variación genética por la cual los descendientes, si bien pueden tener muchos caracteres en común con los padres, nunca son idénticos a ellos. El azar y las mutaciones genéticas complementan las ideas originales de la teoría propuesta por Darwin.

Los debates modernos al interior de los evolucionistas se centran en la forma como la evolución conduciría de un órgano a otro, de una especie a otra. No obstante, los creacionistas cuestionan profundamente las explicaciones del origen de la vida a partir de la conjunción de moléculas orgánicas sencillas y sus posteriores transformaciones, fenómenos que implicarían la coexistencia de una serie de eventos cuya probabilidad de ocurrencia es cero. El origen de la vida, enigma irresoluble todavía para la ciencia, es un enorme escollo para la evolución, brincado sin pudor y sin mayores críticas por la inmensa mayoría de la comunidad científica y del público no especializado.

Según Darwin, las especies nuevas aparecen por la adición gradual de rasgos a una especie existente, de modo que, si se examina la población en un punto del tiempo, se verán todas las características de la especie antecesora, mientras que un examen de un momento posterior, quizá correspondiente a un millón de años después, mostrará una especie relacionada, pero diferente y en cualquier momento intermedio habría estados de transición. Esta teoría se conoce como “gradualismo filético” y ha sido atacada desde diversos ángulos en especial y desde hace algunos años, por las evidencias bioquímicas y por la idea de los sistemas irreductiblemente complejos (Behe, *op.cit.*).

---

La hipótesis opuesta, pregonada especialmente por Stephen Jay Gould, propone el cambio evolutivo a través de períodos de modificación relativamente rápidos, separados por lapsos largos en los que las especies permanecen inmutables. De acuerdo con esta concepción, denominada “equilibrio discontinuo”, el cambio anatómico se completaría de diez a cien generaciones, lo que explicaría la ausencia de formas transicionales en los registros fósiles, que es una de las principales debilidades del gradualismo filético.

En la teoría del equilibrio discontinuo, el origen de una especie nueva siempre se produce en un grupo reducido de individuos que se encuentran geográficamente aislados de la población principal. La nueva especie surge allí y luego ocupa el territorio de la población principal. Por consiguiente, se acepta que el registro fósil sea incompleto, debido a que la fosilización es un acontecimiento raro en la naturaleza y nunca hay un registro completo de los cambios producidos año tras año.

Los debates creación / evolución también se trasladan al campo de la geología. Los primeros insisten en plantear que las columnas estratigráficas se formaron rápidamente a partir de fenómenos cataclísmicos (hipótesis catastrofista) de extensión amplia (Morris, 1980), en contraposición a las ideas de las escuelas actualistas que afirman que los fenómenos que se constatan actualmente son los mismos que sucedieron en el pasado, cuyo accionar es relativamente lento y por lo tanto no se aceptan grandes procesos cataclísmicos para explicar las actuales columnas estratigráficas.

No obstante, una serie de pruebas apoyadas en fundamentos de hidrología presentadas por Morris (*op. cit.*), sugieren la existencia de un diluvio universal que habría sepultado simultáneamente todas las formas preexistentes de vida, confirmando el relato bíblico, las cosmovisiones de muchas sociedades que igualmente relatan esta catástrofe y la aparición casi simultánea de fósiles en los estratos geológicos conocida generalmente como “la explosión del Precámbrico”, hecho que coloca en aprietos a la teoría evolucionista, que requiere de largos períodos de estabilidad geológica para facilitar los cambios de especies.

Por lo demás, de resultar ciertos los fundamentos del creacionismo en la controversia sobre el origen y la evolución de las especies, no podría descartarse, a la luz de ese mismo pensamiento, la evolución en el sentido de cambios intraespecíficos de carácter adaptativo y de una dinámica puesta en acción por las diferentes especies para afrontar los retos de la existencia. El movimiento es la esencia misma de la vida.

Con la idea del desacuerdo fundamental expresado en los párrafos anteriores, se puede examinar la teoría de la evolución aplicada al hombre. Aunque basada en registros fósiles incompletos (los mismos arqueólogos admiten que muchas de sus suposiciones se basan en hallazgos extremadamente débiles, los cuales no resistirían un análisis crítico desde la ciencia positiva), la teoría evolutiva es interesante como modelo explicativo en sí mismo.

En primer lugar, los arqueólogos aceptan que la evolución no sería una línea recta que tenía como fin último la aparición del hombre, sino que ella se asimilaría más bien a una larga función teatral, interpretada por muchos actores, durante la cual muchos de ellos saldrían definitivamente de la escena y otros entrarían en los capítulos finales.

Vale la pena anotar que existen muchos modelos evolutivos aplicados al hombre y por lo tanto, varias escuelas con distintas hipótesis sobre los posibles lazos entre especies distintas de homínidos.

---

Por ejemplo, Leakey (1981) afirma que al parecer, los primeros candidatos a ser considerados como antepasados del hombre actual, se encontrarían hace unos veinte millones de años en el África Oriental en un clima cálido y en condiciones de bosque denso, caminando todavía en los nudillos de sus cuatro extremidades y alimentándose con comida blanda. Tales antepasados, conocidos como *Dryophytecus*, habrían cedido su lugar a una nueva especie conocida como *Ramaphitecus*, mono de cuerpo pequeño, con alrededor de 20 kg de peso y adaptado para procesar comidas duras, como consecuencia de cambios climáticos con tendencia al enfriamiento y sus correspondientes variaciones en las coberturas vegetales que se transformaron hacia sabanas abiertas o bosques claros. De acuerdo con este autor, el registro fósil se interrumpe sistemáticamente entre 8 y 4 millones de años atrás, en lo que los arqueólogos conocen como una época de “vacío de fósiles”, que impide conocer a ciencia cierta si los ramapitecinos eran o no el antepasado común de todos los homínidos.

Pero Arzuaga y Martínez (1998), del famoso grupo de arqueólogos de Atapuerca en España, tienen otra propuesta:

En primer lugar, proveen la siguiente clasificación de los primates<sup>2</sup>, en donde se incluye al *Homo sapiens sapiens* (figura 3):

La primera división entre Strepsirrinos y Haplorrinos se establece en función de la presencia o ausencia de rinario, área de piel desnuda y húmeda que rodean los orificios nasales y de un labio superior partido o continuo. Los seres humanos, clasificados en el grupo de Haplorrinos, se agrupan bajo la denominación de simios o Anthropoidea, de la cual hacen parte los Platrinos o Monos del Nuevo Mundo (titíes) y los Catarrinos (diurnos, visión estereoscópica, cerebros grandes). Dentro de estos últimos aparecen los Cercopitecoideos o monos del Viejo Mundo (macacos, papiones, mandriles) y los Hominoideos, que incluyen a los humanos y a los simios antropomorfos (chimpancés, gorilas, orangutanes y gibones).

A partir de allí los autores relatan la historia de los primates de la siguiente manera: “... no existe consenso ni claridad sobre los ancestros de los primates, aunque con base en dudosas pruebas (un molar de finales del cretáceo) se presenta una especie fósil (*Purgatorius ceratops*) como probable ancestro arcaico. Los euprimates o primates verdaderos (adapiformes y oomíidos) aparecerían entre 55 y 36 millones de años (m.a.). Los primeros fósiles de simios del Viejo Mundo se encontraron en El Fayum (Egipto) con edad calculada de 30 a 37 m.a. El Platrino o Mono del Nuevo Mundo más antiguo es el *Branisella boliviana*, de 27 m.a., cuya aparición en América sigue siendo un misterio...”

Sin solución de continuidad, Arzuaga y Martínez (*op. cit.*) afirman que, dentro de los primeros hominoideos que surgieron (sin expresar cómo) en el este de África, se incluye al *Procónsul* (entre 24 y 5 m.a.) y otros géneros como *Morphitecus*, *Afropitecus* y *Keniaphithecus* (23 a 14 m.a.).

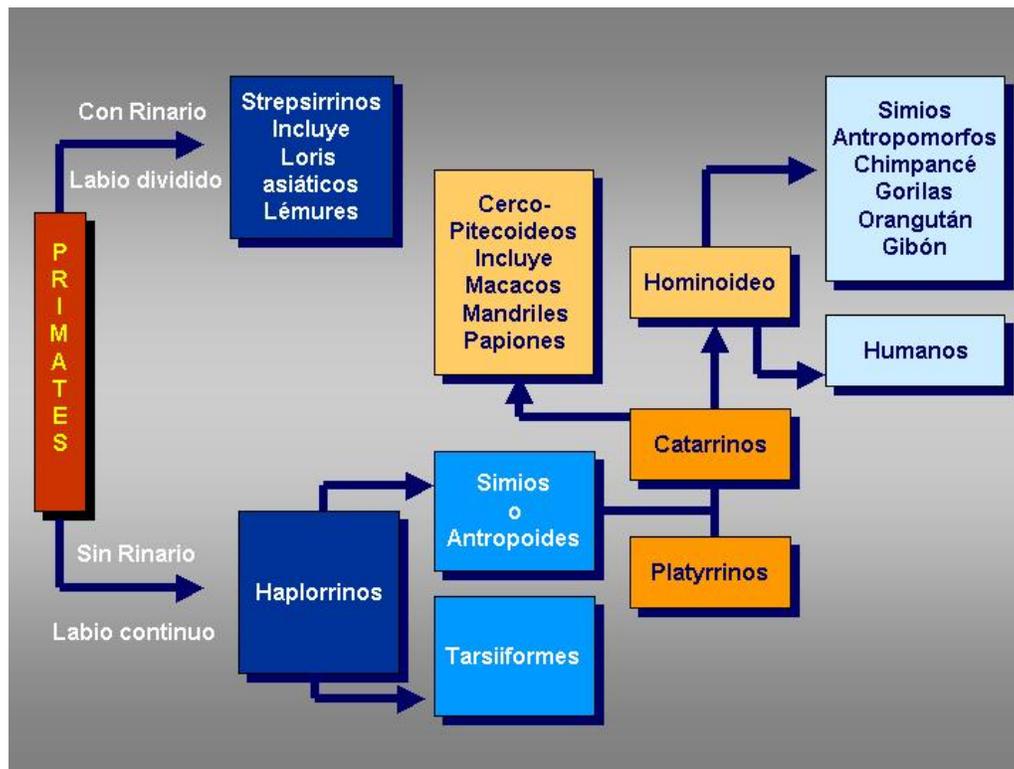
Hace unos 17 m.a. y también siguiendo a los autores citados, África se habría aproximado a Eurasia, permitiendo su expansión y diversificación en géneros como *Dryophitecus*, *Sivaphitecus*, *Ouranophitecus*, *Ankaraphitecus* y *Gigantophitecus*, con fósiles que datan de entre 13 y 7 m.a. y cuyos lazos evolutivos suscitan mucha controversia. Al igual que Leakey (*op. cit.*) los autores aceptan nuevamente que a partir de los 7 m.a. se pierde el rastro fósil de todos estos hominoideos.

---

<sup>2</sup> Los autores definen a los primates como “...mamíferos que viven en bosques tropicales húmedos o subtropicales de tipo monzónico, con lluvias estacionales y épocas secas...con numerosas adaptaciones a la vida en los árboles... en la actualidad, aparte de nosotros, sólo hay primates en estado natural en México, América Central y de Sur, África y Asia. Faltan por completo en Europa y Oceanía...”

---

Figura 3. Clasificación de los primates de acuerdo con Arzuaga y Martínez (1998).



- **La Historia específica de los Homínidos**

Homínido es un término que a veces produce confusión porque distintos autores lo aplican indistintamente para referirse a hominoideos o a los seres humanos actuales y a los grupos de su posible línea evolutiva. Aquí se toma en el último sentido señalado. La historia evolutiva de los homínidos es diferente, en función de cada autor, aunque al final coincidan en lo que quieren exponer: un camino evolutivo. Van dos ejemplos:

A partir de los descubrimientos realizados por Charles Leakey (1986) en la garganta de Olduvai y otros lugares de acumulación fosilífera en el gran valle de fractura del África Oriental (Tanzania), el autor propone un registro que sustentaría la hipótesis moderna de la evolución del hombre. Se parte de los cráneos pertenecientes a los denominados *Australopithecus africanus* (mono austral del África), que se cree vivieron entre 3 y 1 millón de años atrás en un clima seco de sabana abierta. El volumen de su cerebro se ha calculado en 450-500 centímetros cúbicos. A este se le suman otros homínidos bautizados como *Australopithecus robustus* (por ser de mayor contextura), *Australopithecus boisei* (en honor al patrocinador de las expediciones científicas) y *Australopithecus afarensis* (nombre del lugar africano Afar, en donde se realizaron las excavaciones), que bien pudieron coexistir por largos períodos de tiempo.

El *Homo habilis* aparecería entre 1.5 y 2.0 millones de años atrás ligado especialmente a la fabricación de utensilios rudimentarios de piedra y con un tamaño de cerebro notablemente mayor: 800 centímetros cúbicos. *Homo erectus*, llamado también *Phitecanthopus erectus*, u

hombre mono erguido, se relacionaría ya claramente con el hombre actual por sus hábitos de cazar y recolectar, mayor tamaño del cerebro que alcanza 1.100 c.c., casi el 70% del *Homo sapiens*, su costumbre de compartir la comida y el uso del fuego. De piel oscura, se estima que en estos momentos, 1.5 millones de años atrás, dejaría las praderas y bosques tropicales para introducirse en Europa y Asia. Finalmente, a partir de hace solo unos 300.000 años atrás, aparecería el *Homo sapiens sapiens*, tal como se conoce en la actualidad.

No obstante, para Arzuaga y Martínez (*op. cit.*) la situación sería un tanto diferente<sup>3</sup>: En primer lugar, se adhieren a la hipótesis de un grupo de arqueólogos liderados por Tim White que, a partir de excavaciones iniciadas en 1992 en Afar (Etiopía), candidatizan una especie nueva, el *Ardipithecus ramidus* (*ardi* = suelo; *ramid* = raíz en lengua Afar y *phithecus* = mono, en griego) como el homínido fósil más antiguo, con edad aproximada alrededor de 4.4 m.a. Por otra parte, con edad comprendida entre 3.9 y 4.2 señalan otro candidato: el *Australopithecus anamensis* (*anam* = del lago). Entre 3 y 3.4 m.a. indican la aparición de *Australopithecus afarensis* (al que pertenecen los restos fósiles de la mundialmente conocida Lucy) y luego, entre 3 y 2 m.a. sitúan al *Australopithecus africanus* (figura 4).

Sin embargo, en opinión de los mismos autores, el *A. africanus* desaparece de la escena evolutiva, debido a cambios climáticos con viraje hacia el frío, ocurridos hace 2.8 m.a. en África, que provocaron el retroceso de masas forestales en beneficio de praderas abiertas, hábitat al cual no estaba adaptada esta especie (a pesar de su posición supuestamente bípeda y del extenso vello con el que suele representarse). En su lugar, la selección natural habría propiciado la aparición de los representantes de los géneros *Paranthropus* (que significa: al lado del hombre) y *Homo*, que habrían convivido por cerca de 1.5 m.a.

El género *Paranthropus* puede tener tres especies: *P. aethiopicus*, *P. boisei* y *P. robustus*, con antigüedades cercanas a 2.5-1.3 m.a. Una de sus principales características es la presencia de un fuerte aparato masticador con una gruesa capa de esmalte en los dientes, lo cual indicaría su marcada especialización alimentaria (Arzuaga y Martínez, *op. cit.*). Además estas especies se distinguían por una cresta sagital en la línea media de la cara superior del cráneo.

Sobre los primeros registros fósiles de *Homo*, tampoco existen acuerdos entre los especialistas (se señalan indistintamente conjuntos de dientes aislados y fragmentos mandibulares con cerca de 2.1 y 2.5 m.a. como los indicios más lejanos de probables ancestros), aunque Arzuaga y Martínez (*op. cit.*) señalan que la evidencia fósil con menos de 2 m.a es más rica. Citando a Bernard Wood, indican la siguiente secuencia: *Homo rudolfensis* entre 1.9 y 1.6 m.a (fósiles conocidos solamente en el lago Turkana) y *Homo habilis* (1.8 – 1.6 m.a.), precediendo a *Homo ergaster* (1.8 – 1.4 m.a.) especie que ya poseería un gran cerebro, estatura y proporciones entre los miembros superiores, similares a los de los humanos posteriores en el tiempo.

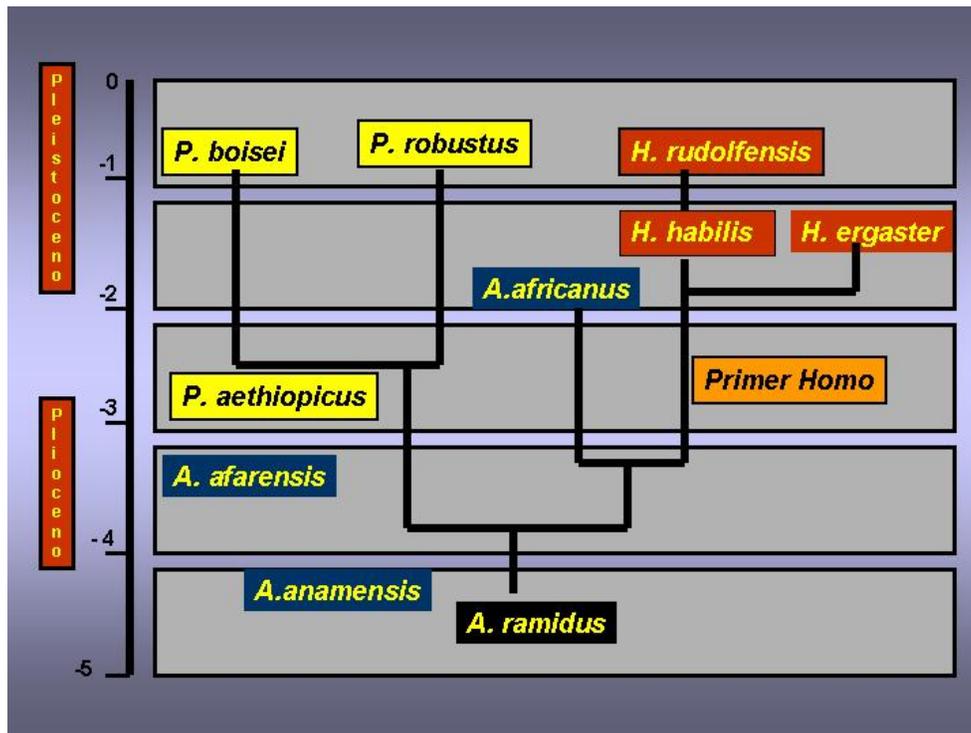
Varios fósiles de la isla de Java, datados entre 500.000 y 1 m.a. se adscriben a la especie *Homo erectus*, caracterizada por un neurocráneo más robusto (800 – 950 c.c.) y de paredes más gruesas. Algunos autores creen que el *H. erectus* deriva del *H. ergaster*, pero otros le apuestan a un género diferente: *Meganthropus*. En Europa, a partir de 1994, el grupo de investigadores de Atapuerca (España) propuso el nombre de *Homo antecessor* para un conjunto fósil de seis individuos encontrados en la Gran Dolina, al cual se le podría atribuir edades superiores a los 780.000 años.

---

<sup>3</sup> Se insiste en las dificultades, aceptadas por los mismos arqueólogos y paleantropólogos, inherentes a la definición y aceptación por parte de las comunidades científicas, de las especies referidas, muchas de las cuales se proponen con base en conjeturas apoyadas en registros fósiles incompletos y en el sentido común (tafonomía).

---

Figura 4. Esquema evolutivo para los primeros Homínidos (Arzuaga y Martínez, 1998).

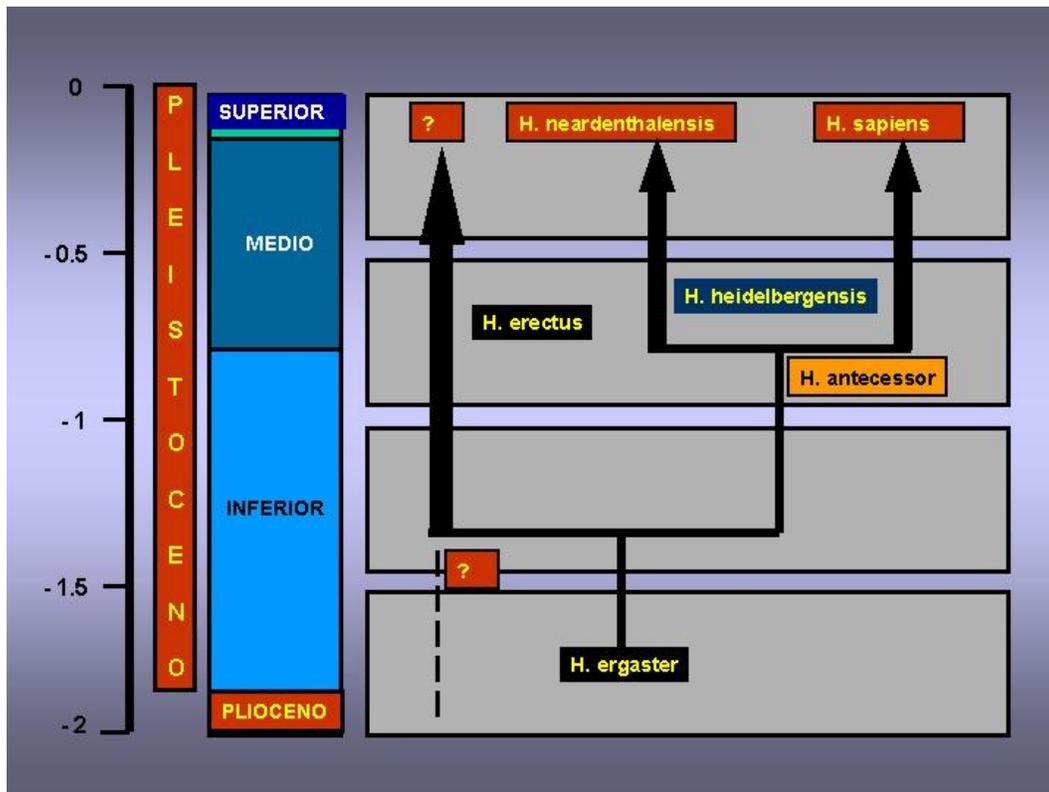


Finalmente, el cuadro de la evolución humana se completaría con los fósiles descubiertos en 1856 en la gruta Feldhofer, cerca de Dusseldorf, en el valle de Neander (Alemania) que se asignan al *Homo neanderthalensis*, de complejión física robusta pero baja y un cerebro mayor que el de los modernos seres humanos: 1.500 c.c. en comparación con 1.350 c.c. que es el promedio de las actuales poblaciones humanas. Con edades aproximadas entre 200.000 – 300.000 años, se estima que los neandertales utilizaban el fuego, probablemente enterraban a sus muertos, fabricaban utensilios y eran cazadores – recolectores. Aunque se considera casi como un endemismo europeo, el posible antecesor de *H. neanderthalensis* sería *H. heidelbergensis* (con una mandíbula fósil datada en más de 415.000 años como ejemplo tipo de esta especie) (figura 5). Se poseen evidencias fósiles que indican presencia de neandertales en Europa hasta, por lo menos, hace unos 30.000 años, momento a partir del cual su rastro desaparece para siempre (Arzuaga y Martínez, *op. cit.*).

A la par con los registros fósiles recientes, los arqueólogos han establecido secuencias de fabricación de instrumentos líticos (industria Musteriense) asociada a los neandertales. Bien pronto aparecen procesos de creatividad artística, características de humanos modernos (el hombre de Cro-Magnon) que, al parecer, coexistieron con neandertales. La extinción de esta especie, supuestamente inteligente, queda aún por resolver, aunque se cree que se expandió por Asia Central y Oriente Próximo.

Los primeros humanos de rasgos arcaicos se encuentran referenciados en el Oriente Próximo (yacimientos de Skhul y Qafzeh en Israel) con edades cercanas a 100.000 años.

Figura 5. Propuesta evolutiva para humanos modernos (Arzuaga y Martínez, 1998).



- **La Emergencia Cultural**

De acuerdo con lo expuesto, el *Homo sapiens sapiens* habría obtenido, de sus antepasados homínidos, una serie de modificaciones biológicas que lo apartaron para siempre del tronco común de los grandes antropoides y del patrón general de la evolución de las demás especies: la posición vertical, que introdujo significativas modificaciones en la anatomía muscular y liberó la mano finamente articulada, capaz de moldear, manipular, aprehender y trabajar los más disímiles materiales; la visión estereoscópica que le permite el don de percibir la profundidad de los objetos y que lo hacen especialmente apto para las labores de caza; el cerebro y el neocéfal, computadora extraordinaria e infinitamente delicada y compleja que permite relacionar, pensar, discernir, elegir; y el lenguaje fonético, medio sin parangón para el intercambio de información compleja y parte esencial de las interacciones sociales del hombre.

Resulta muy difícil, si no imposible, explicar en términos evolucionistas darwinianos el conjunto de circunstancias que llevarían a la aparición final de todas las extraordinarias características del hombre actual. De todas maneras, tanto creacionistas como evolucionistas coinciden en que el cambio es una condición inherente a la vida sobre el planeta.

Y es precisamente en términos de cambio que la humanidad inaugura una forma diferente de relación con los ecosistemas: *la cultura*, que ha sido definida por algunos teóricos como un sistema parabiológico de adaptación al medio. Ángel (*op. cit.*) ha sido el autor que más ha desarrollado la noción de cultura en relación con el pensamiento ambiental, concepto que expone en términos de interrelaciones entre la estructura simbólica, la organización social y la plataforma tecnológica.

Todas las creaciones teóricas del hombre, sus obras materiales obtenidas a través de la plataforma tecnológica y las diferentes formas de organización social, política y económica, que fueron posible solamente por un proceso adaptativo creciente, constituyen la cultura, convertida ahora, si se quiere, en el nuevo nicho de la humanidad, que piensa y actúa sobre la naturaleza modificándola en su propio interés.

Nuevamente se trata aquí de afrontar un concepto totalizador, una abstracción mental que sintetiza la obra y el pensamiento de los seres humanos. La cultura como tal no existe en la realidad pero su enunciado ayuda a comprenderla globalmente.

Por otra parte no es posible separar las nociones de símbolo, organización social y tecnología, elementos que, interrelacionados, constituyen la cultura misma. El pensamiento humano se imagina la esencia y las explicaciones de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, los analiza, los disecta y los recrea en infinidad de actos teóricos que van desde el mito original, hasta la misma ciencia, pasando por la filosofía, la religión y el derecho que, en su aplicación material, inician o fortalecen acciones que afectan tanto a la base de sustentación ecosistémica como a las relaciones que los seres humanos establecen entre sí y con aquella.

Pero estas categorías, a su vez, son producto de la organización social, de las relaciones de jerarquías, poder y autoridad que las sociedades aceptan de grado o por fuerza en su devenir histórico. Los instrumentos materiales, nacidos de las confrontaciones ideológicas, de las pasiones, del saber acumulado o de los actos creativos de individuos inmersos en sus circunstancias políticas, económicas, sociales y ecosistémicas, constituyen la plataforma tecnológica no exenta de interés material y de anhelos de dominio. La trama de la vida se repite en la trama cultural.

La historia natural se convierte de esta manera cada vez más en historia social. Desde la domesticación del fuego y la construcción del hacha de piedra, envueltos en mitos de dioses iracundos y vengativos, ofrendas y castigos dentro de sociedades con incipientes relaciones de clanes y de grupos, hasta la utilización del poder atómico centralizado en las sociedades capitalistas, sustentadas en el actual desarrollo científico-tecnológico, la cultura como expresión total de la actividad humana, no ha dejado de ser el vehículo que ha permitido las relaciones del hombre con los ecosistemas, generando sin cesar efectos ambientales.

- **De las Interrelaciones y los Efectos**

La dimensión ambiental, entendida de esta manera como las interrelaciones complejas que se establecen entre las culturas y los ecosistemas, provoca de entrada varias preguntas sobre la naturaleza, características, formas de expresión y susceptibilidad de cuantificación de tales interrelaciones.

Varios teóricos, entre ellos, Carrizosa (2001) se han ocupado de caracterizar tales interrelaciones, al menos desde el punto de vista cualitativo. En primera instancia el autor las explica en términos de sensaciones, emociones, conciencia o de procesos analíticos que develan los significados de la naturaleza para el hombre, en donde aparecen los discursos sociales o económicos. Al indagar por la esencia de las interrelaciones, plantea que ellas pueden ser entendidas, principalmente en los circuitos ecosistémicos, como flujos de energía o como procesos ecológicos del estilo presa / depredador.

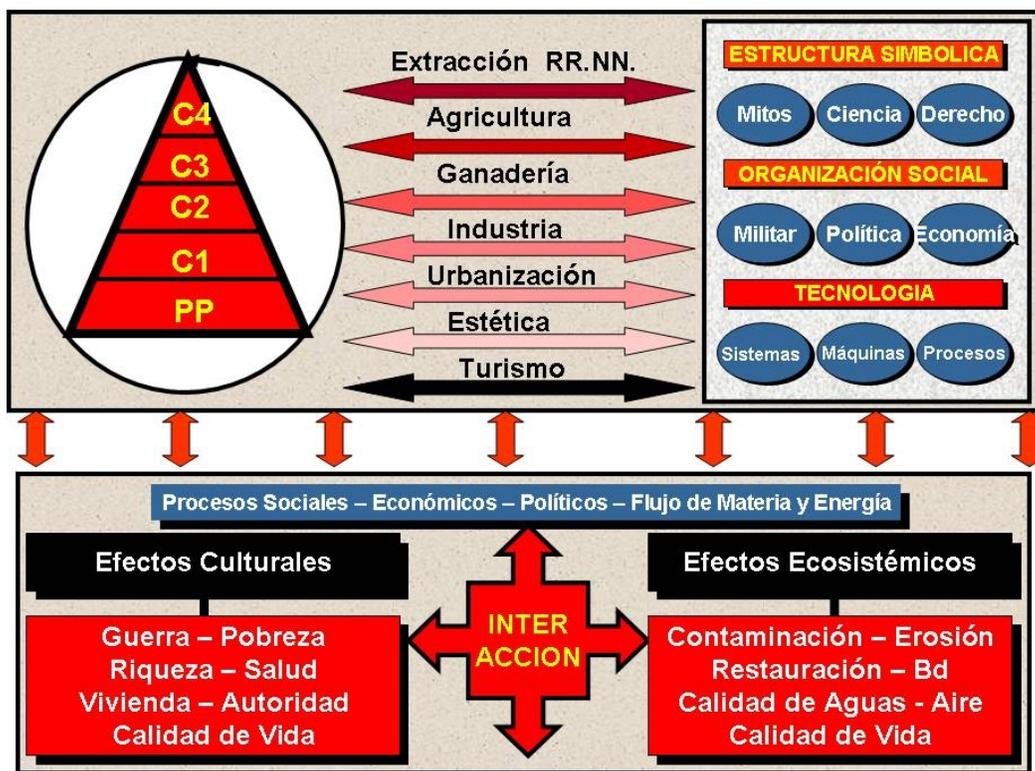
---

En esta aproximación el autor se plantea el problema de cómo seleccionar y estudiar las interrelaciones complejas, especialmente cuando se acepta que “todo está relacionado con todo”. En este intento explora algunas ideas adicionales como las dificultades de emplear modelos, la selección de relaciones “relevantes”, las sinergias y la sensibilidad, los procesos de adaptación en los modelos construidos e inclusive, las discontinuidades que parecen caracterizar a varios tipo de interrelaciones.

No obstante lo anterior, es posible señalar unas interrelaciones más gruesas en el campo ambiental: aquellas que dan origen a grandes procesos globales (figura 6).

En este sentido es posible afirmar que la primera relación establecida entre los seres humanos y los ecosistemas, es la extracción de recursos practicada tanto en las culturas de cazadores - recolectores como en la cultura contemporánea, dependiente del petróleo de extensas gamas de minerales y de los recursos biológicos (germoplasma).

**Figura 6. Principales Interrelaciones Ecosistema / Cultura**



Fuente: El Autor

Por supuesto que los procesos extractivos en las condiciones citadas son diferentes, en la medida en que las culturas nómadas utilizaban tecnologías distintas y se ordenaban alrededor de regulaciones que poco o nada tienen que ver con las actuales organizaciones económicas, políticas y militares de las sociedades capitalistas, comunistas y socialistas y con su plataforma tecnológica. Pero en el fondo, la relación es la misma: extraer.

La segunda relación ecosistema – cultura de nivel general es la agricultura, que aparece junto a la ganadería como las primeras acciones humanas de artificialización de la naturaleza.

La agricultura constituye si no el mayor, uno de los más importantes actos de transformación ecosistémica que el hombre ha realizado a través de su adaptación cultural. Unidos a la ganadería, los procesos de cultivo se ejecutan no sólo a través de los instrumentos tecnológicos que van desde los arados de madera hasta la tecnología de rayos láser, sino también a través de la organización social, económica y política de las diferentes sociedades que se disputan el acceso a los recursos primarios de producción y la distribución de los excedentes agropecuarios. La agricultura es una de las complejas interrelaciones ecosistema – cultura que se juega en distintos ámbitos de la ciencia, la tecnología y los poderes políticos, económicos e incluso, militares.

La historia de la humanidad puede ser también la historia de la agricultura, de los alimentos, de los territorios, del suelo, de la irrigación, de los bosques.

Como tercer gran proceso que compromete directamente las acciones de los seres humanos con los ecosistemas, aparece la actividad industrial, que se basa en la transformación de los flujos energéticos y de los recursos naturales renovables o no, que fundamentan la elaboración y comercio de bienes y servicios con los cuales fue posible la revolución industrial de los siglos XVII y XVIII y la mayor parte de la revolución biotecnológica contemporánea.

Las interrelaciones ecosistema / cultura se tejen también alrededor de la ocupación de los espacios físicos, con toda la complejidad que reviste la urbanización acelerada, proceso fuertemente anclado en los ciclos agrarios, en el crecimiento poblacional y en el desarrollo de tecnologías duras que han liberado buena parte de las poblaciones del trabajo en el campo.

Al lado del habitante permanente de los espacios urbanos y rurales, aparece como hijo del avance tecnológico y de los medios masivos de comunicación y transporte, la industria sin chimeneas o los inmensos procesos temporales de ocupación turística que poco a poco se apoderan de extensas y hasta ahora aisladas porciones del planeta, proponiendo nuevas relaciones de consumo de bienes y servicios ecosistémicos, a cuya dinámica responden determinadas posiciones sociales y económicas.

Finalmente, los ecosistemas o la naturaleza como fuentes espirituales de gozo, de estética y de belleza escénica, inspiradores de variadas corrientes del arte, de la filosofía y de la creación de valores éticos, generan fuertes interacciones que incluso han originado movimientos políticos de preservación de áreas silvestres, refugios y santuarios para la humanidad.

En los capítulos siguientes se exploran con mayor detalle las complejas sinuosidades del proceso ambiental agrario, dejando de lado los procesos extractivos, industriales, de urbanización, estéticos y de turismo, motivos de reflexiones diferentes.

- **El Mecanismo Cultural Adaptativo.**

Harris (1978), reconocido antropólogo norteamericano, plantea el probable mecanismo a través del cual las diferentes culturas se adaptan a las exigencias de un medio determinado, en un proceso la mayor parte de las veces inconsciente. El autor reconoce que no se trata de una propuesta determinística sino más bien de procesos históricos de alta probabilidad de ocurrencia en actuales y futuras culturas.

“...En principio se asume que una cultura cualquiera, es decir, un grupo de hombres con una organización social y económica dada, que están de acuerdo con un cierto número de mitos, creencias o conocimientos, regidos por un ordenamiento jurídico y político común, que

---

comparten un territorio y un lenguaje y con un determinado bagaje tecnológico para proveerse de recursos materiales, podrían estar en equilibrio con las restricciones y ofertas del entorno biofísico hasta un momento en el que, por efectos de la acción reproductiva de la misma sociedad en conjunción con otros factores de tipo catastrófico, la población aumenta y ejerce una fuerte presión sobre los recursos disponibles.

...La respuesta a esta presión puede ser la intensificación en la producción, incrementando la inversión de más tierra, agua, minerales o energía por unidad de tiempo o área. Esta intensificación es, a su vez, una periódica respuesta a las amenazas contra los niveles de vida. En tiempos primitivos, tales amenazas surgían principalmente, de las modificaciones climáticas, de la disminución de las fuentes de alimentos y de las migraciones de personas y animales. Al margen de su causa inmediata, la intensificación siempre es antiproduktiva. En ausencia de cambio tecnológico conduce inevitablemente al agotamiento del entorno físico y a la disminución de la eficiencia productiva, dado que el esfuerzo creciente debe aplicarse, tarde o temprano, a animales, plantas, tierras, minerales y fuentes de energía más lejanos, menos fiables, más costosos y de menor calidad. La disminución de la eficiencia conduce, a su turno, a bajos niveles de vida, es decir, precisamente a unos efectos contrarios a lo deseado.

...Pero este proceso no concluye cuando todos obtienen menos alimento, menos protección y menos satisfacción de otras necesidades a cambio de mayor trabajo. A medida que disminuye el nivel, las culturas más prósperas inventan nuevos, más sofisticados y más eficientes medios de producción que, paulatinamente, volverán a conducir al agotamiento del entorno natural..."

Se podría pensar en que la intensificación de la producción no sería necesaria para resolver los problemas económicos si en su lugar se redujera drásticamente la población o, al menos, se mantuviera en los niveles deseados.

Dado que la actividad heterosexual es una relación genéticamente estipulada, no es tarea fácil reducir la población, sobre todo en las sociedades que no disponían de los controles natales actuales. En los tiempos preindustriales, la regulación de la población suponía disminuir el nivel de vida porque se acudía indistintamente al infanticidio, al geronticidio o a la abstinencia sexual, lo cual suponía un proceso costoso, traumático y una fuente de tensión individual.

En opinión de Harris (*op. cit*) es esa tensión, o presión reproductora, lo que explica la recurrente tendencia de las sociedades pre-estatales a intensificar la producción como medida de protección o de incremento de los niveles de vida en general, que a su vez inauguran nuevos ciclos de agotamiento, cambios de las formas productivas e intensificaciones, en un proceso durante el cual muchas culturas salieron triunfantes pero en donde, igualmente, muchas perecieron.

- **Los Mayas: ¿Un fracaso de Adaptación Cultural?**

En la mitad inferior de la península de Yucatán se extiende una zona boscosa conocida como la selva de Petén, de casi 11.600 km<sup>2</sup> (1 millón ciento sesenta mil hectáreas), que posee varias peculiaridades: en primera instancia, presenta un gradiente de precipitación pluvial que disminuye hacia el norte haciendo que la vegetación boscosa sea reemplazada por arbustos espinosos, cactus y otras plantas resistentes a la sequía a medida que se avanza hacia la zona norteña. La estación seca es extremadamente severa y se extiende desde febrero hasta abril. La estructura geológica, de rocas calizas, incide en la ausencia casi total de ríos y lagos permanentes debido a que la mayor parte de la lluvia se infiltra rápidamente sin ningún desagüe superficial.

---

En estas condiciones ecosistémicas aparecen los Mayas, un pueblo que habitó la región entre los años 300 y 900 de nuestra era y que dejó una impresionante huella cultural en términos de escritura jeroglífica, observatorios astronómicos, libros de historia, numerosos templos, centros rituales y dominio de las artes de la escultura en piedra y de la mampostería.

Al parecer los Mayas dominaron por un tiempo la técnica de la agricultura migratoria de tumba y quema (Shifting cultivation) la cual, con el crecimiento de la población (se cree que Tikal la capital Maya, llegó a contar con casi 40.000 habitantes en su perímetro rural con una densidad calculada de 250 personas por milla cuadrada) pudo ser reemplazada por el cultivo de árboles frutales acompañados de una red de canales de 1.5 kilómetros de longitud por 30 metros de ancho cuyo propósito sería triple: almacenamiento de agua con fines de riego, fuente de barro para renovar la fertilidad de los terrenos en barbecho y área alternativa de sembrado directo aprovechando el fondo húmedo en las épocas secas (Harris, *op.cit.*).

Pero, de manera abrupta, después del año 800 de nuestra era, las construcciones cesaron de un centro a otro, no se realizaron más obras ni inscripciones conmemorativas, los templos se deterioraron y toda la actividad gubernamental y eclesiástica se detuvo de un modo más o menos abrupto. Desaparecieron el Estado y la población.

Marvin Harris avanza ciertas hipótesis relacionadas con la ruptura definitiva de los equilibrios ecosistémicos que podrían explicar esta súbita desaparición del estado Maya. Aduce, por ejemplo, que la tumba y quema con barbechos breves puede convertir la selva en praderas permanentes.

De hecho, afirma, en el corazón de la zona del Petén existe una enorme sabana cubierta con hierbas, que probablemente se creó a causa de una quema excesiva. La zona es altamente vulnerable a la erosión vía deforestación y ello pudo ocasionar daños en los sistemas de control de aguas de las zonas bajas debido al exceso de sedimentación en canales y reservorios. Finalmente, el autor anota que el proceso de deforestación en una zona tan extensa como la del Petén fácilmente pudo modificar las pautas regionales de precipitación anual, prolongando la estación seca y aumentando la frecuencia y la gravedad de las sequías. El hambre, las sublevaciones posteriores y el caos producto de la insatisfacción de las necesidades materiales, pudieron completar la obra. Parece ser que en este caso, la fragilidad del ecosistema bien puede explicar la desaparición de una cultura centenaria.

### **1.3 AGRICULTURA, DESARROLLO Y AMBIENTE**

La historia de la humanidad puede seguirse a través de la historia de la agricultura. Sus relatos culturales ligan a la especie con los ecosistemas a través de diferentes momentos vividos por distintos grupos humanos. No importa cuáles sean los instrumentos materiales o simbólicos, siempre la incógnita de la alimentación marcó el sendero de las relaciones ambientales de los hombres.

Los apartados siguientes exploran de manera sucinta esta historia que al final cuenta el verdadero encadenamiento de los seres humanos con los ecosistemas, relación que todavía no termina, así el esfuerzo tecnológico de la ciencia actual se empeña en demostrar lo contrario.

---

---

- **La Primera Intensificación y el Origen de la Agricultura**

Siguiendo el modelo de Harris, se puede entender el paso de los cazadores-recolectores de la edad de piedra a los agricultores del neolítico.

Los datos históricos indican que en la Edad de Piedra, ubicada entre 30.000 y 10.000 años antes de nuestra era (a.C.) y caracterizada por los testimonios arqueológicos del labrado de la piedra, los hombres tenían niveles medios a altos de vida.

Sus viviendas-abrigo, aprovechando cuevas naturales, estaban alfombradas con pieles de animales y poseían camas confortables al lado de fogones que brindaban calefacción para las épocas de invierno. Se comía abundantemente y existen evidencias que muestran muy pocas horas / hombre (menos de tres) dedicadas al trabajo de proveerse de alimentos.

Las enfermedades probablemente eran pocas en razón de la buena alimentación y de las bajas densidades de población. Se calcula que existían menos de 2 habitantes por kilómetro cuadrado y que la población aumentaba a tasas cercanas al 0.001%. La dieta rica en proteínas disminuía la fertilidad de las mujeres y el aumento en los períodos de lactancia retardaba de 3 a 4 años las posibilidades de embarazo. En todo caso, las tasas de natalidad se compensaban con las de mortalidad, que podían incluir también prácticas de infanticidio, geronticidio y abortos provocados.

De acuerdo con el autor citado, dado que la agricultura es una labor mucho más exigente en términos energéticos que la caza y la recolección de frutos, no había razón alguna para cambiar el sistema productivo prevaleciente y las culturas de los cazadores-recolectores característicos de la edad de piedra, posiblemente se mantuvieron como tales por más de 20.000 años!

Los cazadores-recolectores de la Edad de Piedra se mantenían en equilibrio con los grandes animales de caza pero un cambio climático de grandes proporciones modificó sustancialmente la oferta de alimentos y con ello se inició un período de intensificación que provocó la aparición de un modo totalmente diferente de vivir: la agricultura.

En efecto, en fecha datada hace aproximadamente 13.000 años, tocó a su fin la última glaciación y con ello el clima se hizo más cálido, permitiendo el avance de los bosques sobre las praderas y eliminando, consecuentemente, el hábitat de numerosas especies de caza mayor, muchas de las cuales se extinguieron por el aumento colateral de la presión cazadora. Este proceso, conocido como la extinción de la megafauna del Pleistoceno, porque incluía numerosas especies gigantes de renos, mamuts, caballos, bisontes, jirafas, búfalos, elefantes, bovinos, camellos, antílopes y cerdos ha sido documentado por varios autores.

Uno de ellos, Paul C. Martin de la Universidad de Arizona, citado por Harris (*op. cit*), utilizando computadores para simular diversos ritmos de matanza practicados por una pequeña población humana inicial, demostró que todos los grandes animales desde Canadá hasta la Costa del Golfo podrían haber sido barridos en 300 años si los cazadores hubieran permitido que su propia población se duplicara en cada generación, tasa de crecimiento que encaja perfectamente con la capacidad reproductora de los cazadores paleolíticos:

“...Introducimos 100 paleoindios en Edmonton que capturan un promedio de 13 unidades animales anuales por persona, a un ritmo promedio de una unidad animal por semana. El grupo se duplica cada 20 años hasta que las manadas se agotan y deben explorarse nuevos

---

territorios. En 120 años, la población de Edmonton llega a 5.409 habitantes, se concentra en un frente de 59 millas de profundidad y tiene una densidad de 0.37 personas por milla cuadrada. Detrás del frente, la megafauna está exterminada. En 220 años el frente alcanza el norte de Colorado.... En 73 años más, avanza las mil millas restantes hasta el Golfo de México, alcanza una profundidad de 76 millas y su población llega al máximo de un poco más de cien mil personas. El frente no avanza más de 20 millas anuales. En 293 años, los cazadores destruyen la megafauna de 93 millones de unidades de animales...”.

Las culturas de los cazadores-recolectores debieron transformarse como respuesta a la extinción de la megafauna producto, como se vio anteriormente, de un cambio climático y de un proceso de intensificación productiva. Esta transformación incluyó una estructura productiva totalmente diferente, la agricultura, cuya práctica conllevaba, igualmente, modificaciones sustanciales en las relaciones sociales y modos de producción, en los apoyos simbólicos de la mitología, el conocimiento, la religión y el derecho y en la utilización de instrumentos, técnicas, construcciones materiales y sistemas aplicados a esta nueva forma productiva.

Pero la aparición y el desarrollo posterior de la agricultura fue diferente en el Viejo y en el Nuevo Mundo, situación que explica el notable desbalance material a la hora del infortunado encuentro de 1492.

Hoy se sabe que las primeras aldeas de Oriente Medio se erigieron en conjunción con una forma de subsistencia ligada a la recolección y procesamiento de semillas de cebada silvestre, trigo y otros cereales. Sus casas, paredes, hoyos de almacenamiento, hornos y amoladores eran inversiones que, a diferencia de los campamentos provisionales, no podían abandonarse fácilmente. Existen testimonios de vida aldeana pre-agrícola en Israel (11.000 años a.C.), Zawi Chemi Shanidar en Irak (10.000- 8.000 años a.C) y en las cabeceras del río Eufrates en Siria (10.000 años a.C.). Dos mil años más tarde, se inició el proceso de la agricultura.

En el Nuevo Mundo, la secuencia fue muy diferente. Las primeras plantas domesticadas reportadas en el Valle de Tehuacán tienen aproximadamente 9.000 años de edad, pero solo hace 5.400 años que sus habitantes construyeron viviendas permanentes, habitadas, sin embargo, ocasionalmente. Registros fósiles en Perú indican igualmente que la agricultura ya era conocida alrededor del 11.000 a.C. aunque las primeras concentraciones aldeanas datan cerca del tercer milenio de nuestra era.

La razón principal por la que las dos secuencias fueron diferentes estribaría en que tanto en el Viejo como en el Nuevo Mundo existían distintas especies de plantas y comunidades animales. En Oriente Medio, la combinación de animales y plantas se dio de manera tal que, instalándose en aldeas, los cazadores-recolectores de amplio espectro podían incrementar su consumo de carne y de plantas alimenticias al mismo tiempo. Pero en Mesoamérica, instalarse en aldeas permanentes significaba prescindir de la carne.

En las zonas de Oriente Medio en donde surgió la agricultura no solo existía trigo, cebada, guisantes y lentejas en estado silvestre sino también los precursores del ganado lanar y vacuno, así como equinos, camélidos, cerdos y cabras en domesticidad. Las cabras y ovejas se alimentaban del rastrojo y no competían por los granos básicos con las poblaciones humanas. Esto explica el porqué la domesticación de plantas y animales se produjo en los mismos tiempos y lugares del Viejo Mundo. Ambas domesticaciones formaban parte de una intensificación regional generalizada, que sentó las bases de la aparición de un nuevo sistema de producción. La concepción y fabricación posterior de la rueda en combinación con los animales de tiro domesticados, permitió el rápido avance de un transporte cada vez más

---

---

eficiente y puso los cimientos de la ingeniería mecánica y, en consecuencia, de la fabricación de todas las máquinas complejas.

La domesticación de animales en Tehuacán no mantuvo el mismo ritmo que la domesticación del amaranto o del maíz, debido a que todas las manadas de animales domesticables se habían extinguido localmente como resultado de los cambios climáticos y de la matanza excesiva. Si deseaban comer carne, los nativos debían trasladarse libremente en respuesta a los hábitos estacionales de sus presas, constituidas principalmente por ciervos, conejos, tortugas y otros animales y aves pequeños. De ahí su resistencia a invertir esfuerzos en la construcción de casas permanentes y su postergación de una vida aldeana plena hasta después de haber domesticado muchas especies de plantas. La ausencia de animales adecuados para arrastrar cargas pesadas significó el retraso generalizado del Nuevo Mundo en todos los procesos de transporte, alzamiento, acarreo, molienda y fabricación en los que desempeñaron un papel importante las poleas, las ruedas dentadas y los engranajes.

Las diferencias entre las faunas de ambos hemisferios al final de la matanza del Pleistoceno también tuvieron otras consecuencias. Al final Harris concluye que no es posible comprender los modelos de economía política, religión y preferencias alimentarias de estas dos regiones del mundo sin tener en cuenta el papel desempeñado por los animales domésticos como fuentes de proteína animal.

- **La Agricultura Adaptada al Trópico Americano**

La domesticación de plantas y animales durante los períodos neolíticos de las diversas agrupaciones humanas fue y lo es aún, uno de los mayores logros de la humanidad, tanto por su valor estratégico en la diversificación de la dieta alimenticia, como porque permitió el cambio de las sociedades nómadas a sedentarias, con los consecuentes efectos de acumulación de excedentes, incrementos de la población y aparición de los primeros núcleos urbanos.

Es importante recordar también que la producción agrícola constituye la primera interrupción significativa de los ciclos ecosistémicos en beneficio de una especie y que, por lo tanto, desde su inicio hace más de 10.000 años, ha generado sin cesar efectos ambientales de magnitud variable en función del grado de desarrollo de las diferentes culturas.

En los imperios agrarios del trópico americano, por ejemplo, la agricultura, inmersa dentro de un ordenamiento mágico-religioso, cumplía con las premisas básicas de alimentación de toda la población, bajo regulaciones en las que se destacaba la propiedad comunal sobre la tierra y el reparto igualitario de los excedentes agrarios, a pesar de la presencia de castas o jerarquías de príncipes, sacerdotes y guerreros con derecho de propiedad sobre parte de la producción.

En el Estado Inca o *Tahuantín-suyu* (las cuatro regiones) en lengua *runa-simi*, son reconocidas hasta hoy las comunidades agrarias o *Ayllus*, pertenecientes y manejadas dentro de linajes específicos, en donde existían tierras comunales y una repartición compleja del trabajo y de la producción. A pesar que un cierto porcentaje de ésta se asignaba al Inca y otra al Inti (Dios-Sol), existían normas severas y procedimientos de almacenamiento que aseguraban la manutención de todos los miembros del *Ayllu*, aún cuando algunos de ellos prestaran servicios personales al Inca o estuviesen en campañas militares. Ellos y sus familias, además de otros miembros incapacitados por vejez o enfermedades, tenían derecho a recibir parte de la cosecha y de los productos obtenidos por trueque.

---

Aunque en términos generales en los imperios agrarios americanos prevalecían las relaciones sociales de producción a través de la esclavitud, o del servicio personal (fajina), las guerras de conquista o los tributos, existía a la par el desarrollo de técnicas más o menos sofisticadas de producción. Se predecían las mejores épocas de siembra y cosecha a través de conocimientos astronómicos y climáticos, se fabricaban aparatos eficientes para remover el suelo, se construían complejos sistemas de regadío y drenaje de tierras, se articulaba la producción agraria especializada por regiones y se dominaban algunas prácticas de abonamiento orgánico, desinfección de semillas y adecuación de tierras.

Las Chinampas mexicanas, las Tierras Altas peruanas, los Canales Zenúes, las Terras Pretas brasileras o las Chagras amazónicas, son solo unos pocos ejemplos de lo que logró construir el ingenio americano antes de la llegada de los españoles. Pero por sobre todo, dominaba la propiedad comunal de la tierra y la justicia social en el reparto de excedentes.

- **Ruptura de la Adaptación Tropical Neolítica**

A partir del 12 de octubre de 1492 se inicia un período de suplantación cultural en América debida a la conquista española, con graves consecuencias de exterminio de población (algunos autores indican la desaparición física de casi el 80% de los indígenas latinoamericanos en un lapso de 100 años), pérdidas de conocimientos sobre el manejo de los ecosistemas tropicales y destrucción de recursos naturales, generados tanto por la implantación violenta de nuevas formas sociales de producción como por una concepción culturalmente errónea de apropiación de las nuevas tierras descubiertas.

Al influjo de los mitos de “El dorado” y de la “justa guerra contra los infieles”, murieron en las minas latinoamericanas millones de hombres considerados inferiores por los españoles pero que, paradójicamente, tenían el asombroso conocimiento para construir desde las pirámides de México, hasta los observatorios astronómicos de Macchu Picchu, los templos Mayas, los canales Zenúes o las ciudades perdidas de los Tayronas. Fueron sacrificados por igual guerreros, sacerdotes, astrónomos, agricultores, tejedores, alfareros, arquitectos, cazadores... y con ellos se perdió gran parte del conocimiento necesario para manejar integralmente la abundante y frágil oferta de recursos del trópico americano, conseguida a través de miles de años de adaptación cultural. En los presupuestos simbólicos de los conquistadores no figuraba el respeto por las culturas milenarias.

- **Origen del Latifundio**

La conquista fue, en esencia, una empresa privada. Las vacías arcas de la corona española no podían sostener los costosos envíos de embarcaciones, hombres y pertrechos al Nuevo Mundo y se tuvo que recurrir a concesiones de privilegios para mantener el ritmo expedicionario, bien sea en forma de títulos honoríficos o de donaciones sobre tierras e indios, amparada en una estructura jurídica de dominación conocida como las Leyes de Indias. La empresa privada de la conquista o Huesta Indiana supo exigir sus privilegios, primero en oro y plata y luego en tributos de especie.

La bula *Inter caetera* promulgada en 1493 por el papa borgiano Alejandro VI, “legalizó” la propiedad sobre las tierras descubiertas en el Nuevo Mundo, legitimando el despojo violento y la humillación a los que fueron expuestos los habitantes nativos y concediendo, de manera despótica, los derechos de propiedad sobre los territorios así obtenidos a la corona española.

---

Dada la inmensidad de los mismos y la imposibilidad de ésta para administrarlos, se crearon varios paliativos por los que los reyes de España cedían parte de la propiedad a aquellos adelantados que hubieran demostrado la conquista de territorios vacíos o “tierras vacas”. Por este procedimiento se inició el desalojo forzado de grandes extensiones que fueron recibidas luego por los españoles a título de Merced Real, Donación Directa o Encomienda.

Estas tres formalidades jurídicas fueron los principales instrumentos de apropiación de la tierra, de los excedentes agrarios y de la mano de obra nativa. Conjugados, dieron origen al latifundio, que constituye, si no el mayor, uno de los principales obstáculos para el desarrollo de una agricultura sostenible en el trópico. Al latifundio le siguió su sombra, el minifundio y con ellas varias formas de explotación directa de la mano de obra. En un proceso relativamente corto se sustituyeron los antiguos derechos comunales por formas de servidumbre inéditas en el continente americano: desde campesinos sin tierra hasta jornaleros, aparceros, vivientes, medianeros y otras clases de siervos aparecieron en una región que había sido de todos y para todos.

Las estructuras de dominación, una vez desencadenadas en la tierra de “El dorado”, deberían consolidarse a través de nuevos instrumentos culturales. Apareció la hacienda señorial y la hacienda esclavista, de cuyas raíces emergió la conformación de un campesinado marginal, que sin cesar y a todo lo largo del siglo XX, inició luchas propias por la posesión de la tierra con diversos finales en los países del sur de América.

- **El Paradigma Tecnológico de la Revolución Verde**

No obstante lo anterior, puede decirse que la agricultura latinoamericana y, en especial, la colombiana, no había experimentado tan numerosos problemas ambientales y de tan diversa índole, como los que aparecieron a partir del fin de la Segunda Guerra Mundial, cuando el modelo de la agricultura norteamericana, universalmente conocida como la “Revolución Verde”, fue exportada a todos los países del hemisferio, con la pretensión de solucionar los problemas de hambre aumentando la producción, a través de procesos de modernización de la agricultura.

En efecto, el espectacular desarrollo tecnológico alcanzado después de la Segunda Guerra, fue aplicado a la agricultura con un éxito sin precedentes: los rendimientos de muchos cultivos se multiplicaron varias veces en relación con los niveles tradicionales. El impulso capital-tecnología actuó principalmente en tres frentes: la química agrícola, el mejoramiento genético y el desarrollo de maquinaria y equipos.

Se sintetizaron innumerables productos para el control de plagas y enfermedades y para aumentar los rendimientos vía fertilización. Se obtuvieron nuevas variedades y plantas híbridas de altos rendimientos, resistentes a enfermedades y/o con características de alta demanda en el mercado internacional. Se introdujo el análisis químico de los suelos y la fertilización foliar. Se aplicaron nuevos productos reguladores y mejoradores del crecimiento. Se desarrollaron diversas clases de riego por goteo y aspersión. Se diseñaron y fabricaron nuevas herramientas agrícolas para mecanizar la totalidad de las labores del campo y, en fin, se mejoraron todos los procedimientos que van desde la preparación de suelos y la incorporación de semillas certificadas hasta la recolección y manejo poscosecha de los productos agrarios.

Pero la realidad es que el modelo había sido construido en y para las condiciones ecológicas y culturales de la sociedad norteamericana, que gozaba tanto de un clima temperado y de suelos fértiles, planos y relativamente homogéneos, como de una excelente infraestructura física de apoyo para la comercialización y, tal vez lo más importante, planificación del mercado a través

---

de incentivos y subsidios y un extraordinario respaldo científico-tecnológico. La aplicación y transferencia de este modelo a los países latinoamericanos no solo no mejoró la producción global, sino que generó varios efectos adversos tanto en el campo biofísico como en el social.

Los países ecuatoriales de América Latina no poseen las cuatro estaciones características de los países templados y, en su lugar, presentan un clima dominado por épocas de mayor o menor precipitación, con temperaturas constantes a lo largo del año (pero con fuertes variaciones diarias), reguladas por los pisos altitudinales; sus suelos son altamente diversificados y la mayoría se encuentran en posiciones de vertiente con pendientes pronunciadas. Las carencias en infraestructura vial, de equipamiento y de servicios públicos en las áreas rurales, son crónicas. No hay planificación de mercados y sus regulaciones están, ya sea en manos de cadenas de intermediarios que encarecen los productos o sujetos a las distorsiones impuestas por la demanda internacional.

Adicionalmente, estos países cargan con una elevada dependencia científico-tecnológica que implica una crónica debilidad de los procesos de generación y transferencia de conocimientos. La mayor parte de las naciones latinoamericanas ocupan puestos de retaguardia a nivel mundial en términos de inversión en ciencia y tecnología.

En las condiciones anotadas, el modelo de transferencia tecnológica solamente sirvió para ciertos sectores dominantes, poseedores tanto de las mejores tierras como de las mayores posibilidades económicas para absorber paquetes tecnológicos de punta.

Los conocimientos generados en las estaciones experimentales privadas y del Estado llegaron muy poco a los campesinos asentados en la ladera, que representan la mayor parte de los productores de alimentos. En consecuencia, aumentó la polarización de la sociedad rural y se cumplió el repetido adagio de los pobres más pobres y los ricos más ricos. No solamente la década de los años ochenta ha sido un tiempo perdido para Latinoamérica.

Este libro trata, precisamente, del análisis “en extenso” de algunas de las consecuencias ambientales generadas por el modelo tecnológico dominante en la agricultura colombiana a comienzos del siglo XXI, tanto en sus aspectos formales como en aquellos relacionados con factores culturales que subyacen en la vía tomada por el país. En los capítulos siguientes se expone parte de la problemática agraria nacional, comenzando con un análisis del concepto de sostenibilidad y continuando con una exposición amplia tanto del actual modelo de desarrollo como de sus consecuencias en el deterioro de recursos naturales, ecosistemas y condiciones de vida de los actuales pobladores de Colombia.

---

## **CAPITULO SEGUNDO.**

### **LA SOSTENIBILIDAD DEL ACTUAL MODELO DE DESARROLLO AGRARIO EN COLOMBIA**

#### **2.1 LA IDEOLOGÍA COMO ARENA DE LUCHA POR LA NATURALEZA**

La disputa por la naturaleza toma varias formas en función de múltiples variables que se ponen en movimiento a la hora de reivindicar por derecho o por fuerza, el monopolio y/o el acceso directo o indirecto a los recursos biofísicos que permiten la reproducción del capital. Relaciones de poder, predominio tecnológico, colonialismo cultural, político y económico de las sociedades o grupos dominantes e incluso las mismas potencialidades ecosistémicas, se entrecruzan en las batallas abiertas o en los raponazos encubiertos que han signado la historia de la posesión y el uso de los recursos naturales.

Tales luchas se libran no solamente en el plano de las diferencias materiales, que inclinan la balanza del lado del que más puede o del que más tiene, sino también en el campo de las posiciones ideológicas, de los imaginarios colectivos y de los discursos dominantes. En el escenario de las ideas las disputas pueden ser más violentas que en los combates cuerpo a cuerpo.

En el sector agrario del denominado “Tercer Mundo”, que constituye una de las más notables arenas de lucha por la naturaleza, la historia presenta una serie de camuflajes ideológicos que han servido a la vez como telón de fondo y vara de hierro para justificar las sucesivas derrotas de los poseedores originales de la tierra. En ocasiones, los conflictos se disfrazan de tal manera, que logran confundir incluso a quienes se mantienen permanentemente avisados y en actitud crítica.

Mírese por ejemplo, el significado contradictorio de las políticas de reforma agraria que, al menos para el caso colombiano, por décadas han logrado tender cortinas de humo sobre uno de los principales factores de desestabilización social del país, ante la mirada crédula de muchos observadores imparciales e intelectuales críticos que colocaban, y quizás aún colocan, sus esperanzas de cambio en un ordenamiento jurídico que a la postre no ha logrado resolver el problema de la propiedad de la tierra sino que, al contrario, lo ha alargado de

manera indefinida en el tiempo logrando que, con el paso de los años, la sociedad lo perciba como un proceso perdido o, en el mejor de los casos, intrascendente.

- **El Caballo De Batalla de la Sostenibilidad Agraria.**

La estrategia de posponer las soluciones en el tiempo es similar a aquella de tomar para sí los discursos de los contrarios, envolverlos con las mismas palabras y camuflar en ellos los propios intereses, como sucede con el concepto del desarrollo agrario sostenible, vigoroso caballo de batalla en la arena ideológica del mundo rural. Ya varios autores han mostrado el sospechoso nacimiento y las debilidades conceptuales y operativas de la idea del desarrollo sostenible, aparecida hace menos de dos décadas y que hoy está de moda, incrustada por igual en defensores y enemigos de la naturaleza y de la justicia social<sup>4</sup> (Sachs, 1996).

El concepto en sí mismo es resbaloso. Representa en el fondo un consenso apenas satisfactorio entre distintas vertientes que se sienten cómodas con una idea que al fin y al cabo no genera compromiso alguno, puesto que evaluar la sostenibilidad necesariamente tiene que darse en períodos largos de tiempo y apelando a variables aún difusas. El tiempo relativo es una variable que se presta para dilatar los procesos, alargarlos indefinidamente y para trasladar las decisiones hacia otros actores. En una palabra, la *dilettancia*, instrumento preferido por los detentores del poder para eludir las responsabilidades.

El carácter difuso de las variables e indicadores que medirían o estimarían adecuadamente la sostenibilidad también juega a favor de la inercia del concepto y de su relativa inoperatividad. La literatura científica está llena de ejemplos de indicadores y de manuales para estimarlos o medirlos, pero cada ejercicio conlleva fuertes niveles de dificultad para la recolección de información confiable, por los respectivos estudios resultan voluminosos, de cierta manera tediosa y por lo general no superan los ámbitos académicos, vale decir, se quedan en los respectivos anaqueles

Sin ir más lejos, variables que podrían exhibirse como fuera de toda sospecha por su carácter biofísico, que en apariencia las hacen mucho más definibles como “fertilidad de la tierra” se enfrentan con dificultades conceptuales serias en donde incluso resulta difícil poner de acuerdo a especialistas avezados sobre la manera de comprender el término y por lo tanto de medirlo o de estimarlo. ¿A qué se refiere la fertilidad del suelo? ¿Qué componentes del mismo deciden esa fertilidad? ¿Son los aspectos micro, meso o microbiológicos, las determinantes físicas, las regulaciones químicas o la naturaleza mineralógica del sustrato? ¿Serán el clima edáfico, la materia orgánica, los nutrientes y el pH?...

Ni qué decir cuando se trata de variables sociales que implican valoraciones mucho más relativas y aún más difíciles de cuantificar o cualificar. ¿Qué se entiende exactamente por calidad de vida, bienestar de la población o necesidades básicas insatisfechas? Es cierto que existen numerosos indicadores que tienden a cuantificar tales conceptos pero en el fondo probablemente ninguno de ellos es lo suficientemente flexible y pertinente para estimar la realidad social de las poblaciones humanas y su evolución temporal a partir de líneas de base inciertas.

---

<sup>4</sup> Véase Sachs, W. 1996. Anatomía política del desarrollo sostenible. En: La gallina de los huevos de oro. El debate sobre el desarrollo sostenible. Bogotá. Eds Cerec-ECOFONDO.

---

Así el concepto de sostenibilidad se juega en la ambigüedad de su definición y en la relativa dificultad de su cuantificación o cualificación.

Para empezar, existe una clara dicotomía entre la teoría del desarrollo sostenible y su aplicación tanto por planificadores, funcionarios estatales, decisores políticos y gremios de la producción relacionados con el sector agrario, por una parte y por las masas de campesinos y agricultores enfrentados cotidianamente al reto de producir alimentos dentro de la compleja realidad social y económica del país, por la otra. En otros términos, se puede constatar la existencia de una brecha entre la teoría y la práctica del desarrollo sostenible, explicable por varios motivos que van desde la poca comprensión del término hasta el real desinterés de muchos sectores de la población por un rótulo que al parecer no tiene ninguna influencia en sus vidas.

Como ha sucedido en la mayor parte de los procesos históricos de cambio social, la población campesina ve transcurrir, oleada tras oleada, una serie de clases e ideas dominantes que representan nuevos horizontes para quienes las propugnan o detentan, pero que en el fondo no significan mayores beneficios para los hombres del campo.

El concepto del desarrollo sostenible por lo general pierde validez ante la urgencia de solucionar problemas directos de la producción agrícola que afectan la rentabilidad de los cultivos o que ponen en riesgo el sustento diario de los agricultores. Para muchos técnicos resulta difícil hablar de sostenibilidad ante campesinos que ven cómo se pierden sus cosechas por el ataque de una plaga, ausencia de lluvia en los momentos adecuados o sencillamente por el precio arbitrario que fijan los intermediarios en los mercados agrícolas.

Lo anterior no quiere decir, por supuesto, que las ideologías de moda no respondan a intereses particulares o generales y que, en consecuencia, no tengan influencia en la parcela campesina o en la gran propiedad tecnificada.

Todo lo contrario. Las decisiones tomadas al influjo de una posición política o de una tendencia económica dominante cualquiera, por lo general de orden transnacional, afectan de manera sustancial las posibilidades de supervivencia o de competitividad de los productores agrícolas.

Basta mencionar, por ejemplo, que como resultado de la disminución en las áreas sembradas en café, consecuencia de la ruptura del pacto cafetero mundial, derivada a su vez de los intereses particulares escondidos tras la cortina del libre acceso al mercado internacional, miles de familias campesinas del cinturón cafetero de Colombia se debaten en las líneas inferiores de la pobreza para alcanzar un puesto en el azaroso barco de los supervivientes colombianos.

Obsérvense, igualmente, los casos de los denominados cultivos ilícitos que, bajo la influencia de la falsa moral de los países consumidores y de los ciclos de represión o tolerancia generados por la coyuntura política, arrasan con la vida, la honra, el patrimonio y el bienestar de incontables hombres y mujeres sacrificados en la humedad de las selvas tropicales o en la sequedad de los centros urbanos.

Mírese además, si se quiere, la violencia desatada en torno al monopolio de la tierra o hágase una reflexión profunda sobre la importación de productos del agro como consecuencia de posturas ideológicas predeterminadas en el concierto internacional y sus innegables consecuencias en los balances económicos de los correspondientes sectores productivos. Muchas enfermedades fungosas o virales de las plantas y sus mecanismos de control se tornan

en barreras no arancelarias que deben ser negociadas en los recintos del poder mundial para permitir el avance de un determinado renglón agrícola.

La sostenibilidad como ideología, representa la tranquilidad colectiva del grueso de la sociedad pero ello no debe llevar a engaños sobre la manera en que diferentes actores la interpretan y aplican a su acomodo. La sostenibilidad agropecuaria para un hacendado no significa necesariamente lo mismo que para un campesino minifundista, para un funcionario de alguna agencia internacional, para un político o para un académico meticuloso.

No obstante, por fuera de la desconfianza que empieza a notarse en varios círculos sobre el sentido y la aplicabilidad del concepto de desarrollo sostenible, es indudable que su connotación de defensa de la base ecosistémica de sustentación en pro de mantener en el tiempo condiciones adecuadas para el bienestar material de las poblaciones humanas, convierten esta idea en un paradigma muy atrayente para muchos sectores sociales que lo ven como una posibilidad única de revertir el actual modelo, cuyas secuelas de deterioro de los recursos y de marginalidad y polarización social, son evidentes.

En este capítulo se exploran algunos factores que inciden en la comprensión y aplicación del concepto de sostenibilidad agraria, que sigue siendo una incógnita para millares de productores del campo, e incluso para muchos de los intelectuales y ejecutores de políticas agrarias que tampoco saben a ciencia cierta, cómo hacer realidad una expresión que toca tanto aspectos de la cultura y los ecosistemas.

## **2.2 OBSTÁCULOS PARA LA SOSTENIBILIDAD AGRARIA**

Independientemente de la génesis, del desarrollo y del significado político del concepto de sostenibilidad, es posible identificar los siguientes elementos ideológicos y formales, como obstáculos que impiden su incorporación definitiva en la práctica cotidiana de nuestro país:

- ❑ Los diversos enfoques sobre la agricultura
- ❑ Las múltiples facetas de la sostenibilidad
- ❑ Los conflictos sociales del agro
- ❑ La educación en crisis

### **• Los Diversos enfoques sobre la Agricultura.**

El primer obstáculo simbólico que debe enfrentar la sostenibilidad agraria para su aplicación, es la aparición simultánea de diversas concepciones sobre la agricultura, no tanto en relación con la definición del concepto sino con la noción y la práctica que de ella hacen varios tipos de actores diferentes en la extensa gama que va desde los teóricos y especialistas puros hasta los agricultores “de a pie” o los decisores políticos.

En efecto, para muchos teóricos la agricultura se reduce a la observación, catalogación y explicación de fenómenos muy particulares que atañen a una sola de las múltiples facetas del crecimiento y desarrollo de las plantas: fisiólogos, fitopatólogos, entomólogos, microbiólogos o químicos, por citar solo algunos nombres, se inscriben en esta élite de especialistas que

---

bordean las fronteras de la ciencia pero para quienes, de alguna manera, se ha perdido de vista la complejidad de la estructura agraria.

Otro grupo de expertos, provenientes de las ciencias naturales, entienden la agricultura como un proceso de interrelaciones entre diversos factores de orden biofísico como el suelo, el agua, las plantas y los animales, reduciéndose igualmente a concepciones biologists o ecologistas de lo agrario. Aquí se incluyen los generalistas de la agronomía, la edafología o los profesionales de la producción animal o forestal que, de todas maneras, responden a una formación universitaria por departamentos. Más allá, se encuentran los especialistas en economía, sociología rural, desarrollo rural integrado o administración agropecuaria, con visiones todavía parciales de la agricultura y, en todo caso, sesgada hacia lo social.

En el campo vecino aparecen los distintos tipos de actores ligados a la producción, a la comercialización y venta de servicios agrarios, en donde también la visión de la agricultura toma diferentes formas: desde la multifacética vivencia campesina que no logra superar el centro de acopio, la usura de los intermediarios o el mercado local como límite máximo de su quehacer agrícola, pasando por el empresario agroindustrial atento a las fluctuaciones del mercado o a las decisiones políticas pero que delega las preocupaciones primarias de la producción, hasta las empresas comercializadoras y de venta de servicios e insumos para las que el sector se convierte exclusivamente en un campo de negocios en donde lo verdaderamente importante es la rentabilidad del capital invertido.

En última instancia, aparece el grupo de funcionarios o decisores políticos de orden nacional o internacional, para quienes, con las debidas excepciones, lo agrario se convierte en una abstracción de poder, en una arena de lucha o en un trampolín de gratificaciones personales.

Es evidente que a esta diversidad de concepciones sobre lo agrario, corresponde un espectro todavía más amplio de percepciones sobre el aún más difuso concepto de desarrollo sostenible, que ha dificultado su aplicación.

- **Las Múltiples Facetas de la Sostenibilidad**

Para hacer todavía más complejo el análisis anterior, es necesario indicar que el sector está indisolublemente ligado a la sociedad en su conjunto y por lo tanto sus límites se difunden, casi sin proponérselo, hacia incontables actores y procesos en múltiples áreas del tejido social, incorporándose en todas las esferas de la sociedad, aún en aquellos sectores que parecen más alejados de la fertilidad de la tierra. Por lo tanto, hablar de desarrollo agrario sostenible es igualmente señalar rutas para un nuevo modelo de desarrollo general de la sociedad.

Mirado desde el punto de vista sistémico, la agricultura incluye no solamente las prácticas inherentes al manejo de suelos, aguas, coberturas vegetales y especies animales, sino que contempla, de manera integrada, los procesos de almacenamiento y transformación poscosecha, transporte, distribución y mercadeo de los productos agrícolas; fuentes de crédito y financiación; manejo de residuos; infraestructura de servicios, salud, nutrición y consumo de alimentos; uso y conservación de cuencas hidrográficas; administración de recursos naturales; participación comunitaria y desarrollo institucional; legislación y comercio internacional; educación, investigación y generación tecnológica; políticas estratégicas del Estado en relación con nuevas perspectivas de desarrollo y, en fin, otras características relacionadas con condicionantes sociales, económicos, simbólicos y biofísicos.

Yunlog y Smith (1994) proponen una interpretación amplia de la agricultura como un proceso complejo que se desenvuelve dentro de una red de componentes biofísicos, sociopolíticos, económicos y tecnológicos. Retomando a los autores citados pero con algunas modificaciones, en la figura 7 se pueden observar las interrelaciones de los factores mencionados, en términos de agroecosistema y cultura.

En primer lugar, el factor ecosistémico se refiere tanto a la base de recursos naturales como a los diversos agentes climáticos y geográficos que intervienen en los flujos y ciclos de energía y materia en los agrosistemas. El agua y el suelo, elementos claves de la producción agrícola, pueden ser considerados como recursos renovables o no en función de sus diversos grados de manejo cultural. En todo caso, ellos constituyen los limitantes o los potenciadores principales de la agricultura en este nivel.

La sostenibilidad, en términos ecosistémicos se refiere, entonces, al mantenimiento de los procesos biofísicos dentro y fuera de los agroecosistemas, esto es, a la conservación de la calidad y de la cantidad de aguas de superficie o subterráneas, de la producción de la tierra, de la calidad del aire, de los recursos genéticos, y de la diversidad biológica. Ello implica prevenir y controlar los procesos degradativos de contaminación, fragmentación, desaparición física, pérdida de fertilidad, erosión, cambios climáticos, desertificación y salinización que indistintamente afectan a los recursos mencionados.

Pero es claro que incluso lo anterior tiene varias interpretaciones en función de los intereses y percepciones de los diversos actores participantes: por citar solamente un ejemplo ya conocido, la erosión puede no representar un grave limitante para muchos grupos de campesinos directamente arraigados a la tierra, en tanto que este fenómeno puede verse como un serio problema en algunos círculos académicos, administrativos y de planificación regional. De igual manera, es muy probable que los cambios climáticos no afecten demasiado la tranquilidad de los burócratas en sus oficinas, en tanto que, sin excepción, para todos los productores agrarios la presencia o ausencia de los períodos húmedos, la intensidad de la lluvia y las variaciones de temperatura son elementos fundamentales para el éxito de las explotaciones agropecuarias y por ende para asegurar su supervivencia productiva.

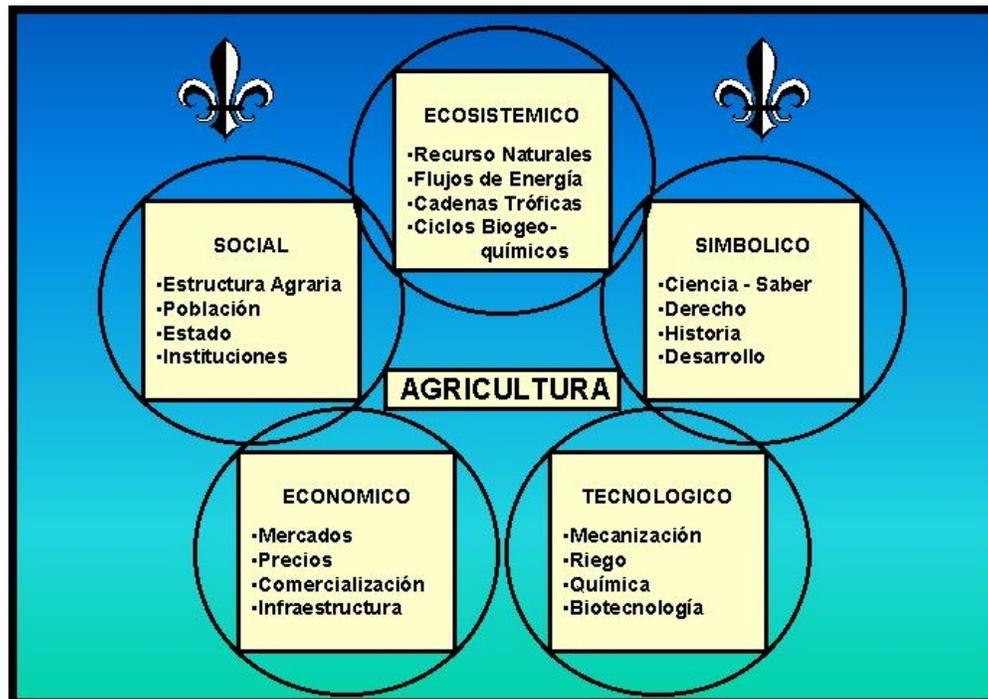
Por otra parte, la dimensión social de la agricultura está relacionada con los roles que juegan diversos actores y fuerzas tanto en el ámbito individual como colectivo. Parecería obvio insistir en que en el centro del proceso de sostenibilidad agrícola está el productor agropecuario bien sea en su calidad de campesino, empresario capitalista, indígena o afrocolombiano cuyas aspiraciones se convierten en referencias obligadas. La sostenibilidad en estos aspectos se refiere, consecuentemente, a la satisfacción de necesidades humanas básicas de alimentación, vestido y vivienda y de aquellas de alto valor social como paz nacional, seguridad, equidad, libertad, educación, empleo y salud.

Al respecto, los autores citados indican que el mayor objetivo de la agricultura sigue siendo la autosuficiencia alimentaria tanto en el corto como en el largo plazo, en relación con el crecimiento de la población.

Esto implica producciones suficientes para satisfacer las demandas y para generar excedentes que reduzcan la vulnerabilidad asociada con las fluctuaciones de precios o con situaciones climáticas imprevisibles. La equidad debería ser vista también en términos intra e intergeneracional es decir, referida tanto a la equitativa distribución de los beneficios derivados del uso de recursos por parte de los grupos o comunidades actuales como a los derechos y oportunidades de las próximas generaciones.

---

Figura 7. Interrelación de Factores en la Agricultura.



Adaptado de: Yunlog y Smith. *Ecosystems and Environment*. 49 (1994). 299-307.

La definición de la sostenibilidad en términos económicos concierne especialmente a la optimización de la producción y de la productividad agrícola, a través de la conservación de la oferta cualitativa y cuantitativa de los recursos naturales. Otra perspectiva señalada por Yunlog y Smith (*op.cit.*) se refiere a la misma viabilidad económica de las explotaciones agrícolas. Fincas o agroindustrias que no sean capaces de generar suficientes ganancias debido a bajos precios de sus productos, rendimientos bajos o elevados costos de producción, no son autosostenibles.

En las últimas décadas se han hecho esfuerzos, por ejemplo, para valorar en términos económicos la externalidades de los procesos productivos, especialmente aquellas relacionadas con la contaminación de suelos, aguas, alimentos y seres humanos, por el uso indiscriminado de agroquímicos. La pérdida de la capacidad productiva del suelo también ha sido objeto de preocupación creciente entre los productores. En algunos sectores, el recurso agua ha terminado por ser el principal y acaso único limitante de la producción agraria.

Al nivel de la estructura simbólica, que se refiere al cúmulo de construcciones teóricas desarrolladas por el hombre para relacionarse con la naturaleza, aparecen nuevas determinantes de la sostenibilidad agraria: por ejemplo, la necesidad de garantizar el derecho igualitario al goce de los bienes comunes asociados a la tierra, que se traduce en términos prácticos en países como Colombia, en la necesidad de una reforma agraria integral, que incluya no solamente el acceso a la tierra de los campesinos más pobres, sino también su acceso a los factores que inciden en la productividad y sostenibilidad de las explotaciones agrarias, vale decir, información, tecnología, crédito, asesoría técnica, educación, infraestructura entre otros componentes.

Otro elemento simbólico fundamental se destaca en el análisis: la generación y transferencia del conocimiento necesario para manejar las condiciones tropicales en que se desenvuelve el sector agrario nacional. Durante muchos años la educación agraria de nivel superior en nuestro país estuvo dominada por principios, conceptos, procedimientos y valoraciones ajenos a la realidad del sector, en una altísima dependencia de los conocimientos, de las tecnologías y de los sistemas generados fuera de nuestras fronteras, especialmente en los países industrializados del norte.

No sobra insistir, aunque resulte polémico, que muchas de las investigaciones realizadas en las tres últimas décadas del siglo XX fueron patrocinadas en aras de intereses específicos de empresas comercializadoras de agroquímicos e insumos que sesgaron la generación de conocimientos, desviaron los debates y las prioridades e impidieron el reconocimiento de nuestras propias potencialidades.

Las pruebas sobran: el sobrenombre “agrónomo plaguero”, tan popular hace apenas algunos años, que refleja toda una escuela de pensamiento y de acción; la carencia marcada de trabajos científicos sobre diversos aspectos del manejo integrado de plagas, cultivos, suelos y agroecosistemas en las décadas citadas; la insuficiente información existente sobre los efectos ambientales de los agroquímicos (a pesar de la insistencia en la contaminación de suelos, se cuentan con los dedos de las manos los estudios específicos sobre ecología del medio edáfico); la primacía de los enfoques descriptivos sobre los dinámicos; la baja dotación de maestrías y doctorados ofrecidos en el país... en fin.

Lo que puede afirmarse, en síntesis, es que a esta altura del siglo XXI la ciencia agraria colombiana muestra un retraso considerable frente a los retos y a las exigencias de la sociedad en su conjunto. Los vocablos de sostenibilidad, biotecnología y agricultura ecológica nuevamente llegan al país desde fuera tomándolo por sorpresa. Ahora solo se puede pensar en cómo acomodarse mejor en un escenario donde el conocimiento, definitivamente, se ha convertido en la herramienta de poder más exclusiva del mundo contemporáneo.

Íntimamente ligada a la generación de conocimientos, aparece la plataforma tecnológica, de la cual la dependencia es casi que absoluta en los diversos tipos de sistemas productivos agrarios del país. La tecnología, en tanto que ciencia aplicada, se refiere por igual a los sistemas mecánicos que acompañan las diversas labores de los cultivos, incluyendo el riego y a las aplicaciones generales de la química agrícola (expresada en función de análisis de suelos, aguas y tejidos vegetales o animales y como producción y consumo de fertilizantes y plaguicidas).

La manipulación genética de plantas y animales, basada en el conocimiento de los códigos contenidos en el ADN, ha abierto una nueva e inquietante dimensión para la agricultura mundial con efectos indudables sobre la misma sostenibilidad, tema que se discute por aparte en esta misma obra.

La sostenibilidad en términos científicos y tecnológicos se refiere, en última instancia, a la capacidad del aparato científico colombiano de reconocer e interpretar las especificidades del medio ecuatorial y de generar las respuestas adecuadas, superando la constelación de mitos y de verdades absolutas importadas que por muchos años han dificultado un desarrollo agrícola propio.

---

---

- **Los Conflictos Sociales del Agro**

Crónica o no, de estructura o de coyuntura, de orden interno o externo, lo cierto es que la conflictividad social que sacude al campo colombiano desde hace varios lustros, es un poderoso impedimento para abordar siquiera el tema de la sostenibilidad, aun en términos de otros elementos aparentemente más sencillos.

No existe una normalidad aceptable por la sociedad en muchos lugares de la geografía nacional. Se vive del miedo, del terror o de la ausencia. La coyuntura ya es demasiado larga para considerarla como tal. La violencia se ha convertido en un factor estructural del quehacer agrario cuya superación tardaría varias décadas, aún si la sociedad colombiana hiciera de repente un alto en el camino y tomara, hoy, la decisión inquebrantable de afrontarla en sus raíces.

Lamentablemente la sostenibilidad de la producción agraria se juega dentro de los múltiples factores de perturbación y tensión social que vive el país en el sector rural como consecuencia, precisamente, de las contradicciones engendradas en un modelo de desarrollo que históricamente marginó enormes porciones de población y que, de una u otra manera, creó las causas objetivas del sangriento desorden que afronta el país.

Se podría afirmar que el debate sobre el desarrollo agrario sostenible en Colombia, al igual que muchos otros factores culturales, afronta condiciones anormales propias de un país que no encuentra todavía una verdadera identidad nacional. Los teóricos europeos del informe Brundlandt, popularizadores del concepto del desarrollo sostenible, tendrían severas dificultades para entender el significado de las minas queiebrapatatas, de las masacres, de los secuestros de civiles, de los burros cargados de dinamita que explotan al frente de un cuartel de policía, de las vacunas guerrilleras, de las retaliaciones paramilitares, de los incendios forestales provocados, de las fumigaciones con glifosato o de la aparición de los narcofundos, todo lo cual es, evidentemente, insostenible pero real.

Fíjese el lector que en estos párrafos no se ha incluido una serie de factores estructurales de mercado, de propiedad de la tierra o de la política agraria que hacen todavía más profunda la brecha y más alto el muro que ha de remontarse para iniciar un diálogo apenas normal sobre otros elementos que, como el cambio tecnológico o el uso apropiado de la oferta ecosistémica, influyen en las posibilidades de mantener para las generaciones futuras un sistema agroalimentario gratificante en términos culturales y biofísicos.

- **La Educación en Crisis**

Es claro que la educación juega un rol fundamental en la comprensión de las variables comprometidas en los modelos de desarrollo, en el reconocimiento de sus limitaciones y en la formulación de soluciones originales que impulsen los cambios requeridos por el país. La apropiación del conocimiento y las actitudes críticas que resultan de la comprensión global y particular de los procesos ligados al sector son, quizás, la única y mayor esperanza que posee Colombia para construirse un futuro digno. En estos momentos de aguda crisis de valores, los centros educativos son el mejor refugio para el espíritu.

Pero la paradoja consiste en que, al menos para el sector agrario, la educación universitaria enfrenta una dura crisis que por el momento aplaza el optimismo.

---

Los problemas que afectan la educación agraria en Colombia tocan varios tópicos que van desde los bajos niveles de generación de conocimiento propio y la debilidad estructural de los currículos universitarios, hasta la obsolescencia de las herramientas pedagógicas y graves deficiencias en recursos humanos e infraestructura física de apoyo.

En la universidad pública, la crónica deficiencia de recursos económicos, la maraña de la burocracia y la engañosa libertad docente que permite la supervivencia de los mediocres junto al esfuerzo de los profesionales brillantes, genera la convivencia de las cátedras paquidérmicas, desactualizadas y desmotivadas, junto a los actos pedagógicos de quienes logran construir espacios de investigación serios y transmiten sus ideas basados en logros personales que han logrado a costa de fuertes sacrificios.

Por ello, la sociedad solamente recibe destellos interrumpidos de lo que se genera al interior de la universidad pública y en pocas ocasiones se rompe el muro que separa las ideas universitarias de sus aplicaciones sociales. Las discusiones se quedan en el plano de las reivindicaciones, casi siempre descontextualizadas y las realizaciones concretas por lo general se dan en el orden de la consultoría sobre problemas que requieren soluciones planas, acabadas, de aplicación inmediata y que supuestamente están en poder de la universidad. Pero en los actos de creación, de construcción de un conocimiento autónomo para una sociedad democrática, la universidad pública en Colombia, con honrosas excepciones, está al margen y ello se puede constatar por su relativamente baja producción científico-tecnológica y su débil participación en los procesos de transformación nacional.

En la universidad privada el carácter de la crisis es más grueso, más evidente. Se trata del dilema entre florecer como empresa privada de continuo crecimiento económico o desaparecer en la competencia provocada por la pululación de entidades educativas. El espejismo que afrontan las universidades privadas está en no comprender el carácter eminentemente intangible de su objetivo y en reducir al estado de pérdidas y ganancias la misión que la sociedad les ha entregado de formar profesionales para el ejercicio de lo superior, para el cultivo de las virtudes que diferencian al sabio del necio. En ello, en magnificar la eficiencia económica o en establecer equilibrios financieros, las universidades privadas sacrifican los actos que rentan en el plano de la formación integral.

Es obvio que tal situación no es gratuita porque tampoco existen claras políticas estatales para favorecer la educación superior en el marco de un espectro amplio de estímulos, subsidios o garantías. El mayor sacrificio se opera en el área más vulnerable de la educación universitaria: el profesor - investigador de tiempo completo. Su ausencia o su reemplazo por profesores intermitentes de cátedra, tiene graves consecuencias para la actividad académica, no solo en el plano de la ruptura del diálogo docente sino en la imposibilidad de la producción científica y de la extensión universitaria.

Por esto, nuevamente con las excepciones honoríficas que confirman la regla, las universidades privadas brillan por su ausencia en los debates sobre el destino nacional y en la formulación de soluciones teórico-prácticas a los innumerables problemas que enfrenta el país y en particular el sector agrario.

Pero el abismo de la crisis en el sector agrario es todavía más profundo. No solo no se genera un sólido conocimiento sobre nuestra realidad tropical sino que tampoco se intercambian saberes con las comunidades campesinas o con los gremios productivos. Tampoco se realizan esfuerzos significativos para construir nuevos conocimientos entre disciplinas diferentes. Hoy todavía resulta de una enorme complejidad reunir en un solo trabajo, por ejemplo, a tres estudiantes de facultades diferentes que quisiera estudiar, valga por caso, las implicaciones sociales, económicas y de conservación de aguas y suelos de un sistema tecnificado de riego. Las tesis interdisciplinarias de pregrado o de posgrado prácticamente no existen en el ámbito

---

agrario colombiano como tampoco la reivindicación e incorporación al currículo del saber campesino. Labriegos, indígenas e incluso productores agroindustriales solamente existen como referencias académicas pero no como fuentes concretas de conocimiento.

### **2.3 ¿ES SOSTENIBLE EL ACTUAL MODELO DE DESARROLLO AGRARIO EN COLOMBIA?**

El análisis de los hechos presentados que, por fuerza de la naturaleza del escrito, es limitado tanto en la exposición de las principales barreras que se proponen al logro de una agricultura sostenible en Colombia como en el debate sobre las mismas, abre la puerta, no obstante, para preguntarse si nuestra agricultura, entendida desde la complejidad planteada en el actual modelo de desarrollo, es o no sostenible.

Resultaría difícil contestar con una respuesta exclusivamente negativa o totalmente positiva, puesto que existen incontables elementos de los ecosistemas y las culturas que pueden resultar más o menos afectados dentro de los procesos agrarios que sigue el país, resultando en definitiva que algunos subsectores productivos podrían considerarse con mayores tendencias de sostenibilidad que otros, en determinados aspectos, configurando así un panorama de distintas gamas de grises.

Sin embargo, existen amplias evidencias que indican síntomas de insostenibilidad ecosistémica o cultural en el panorama general de la agricultura colombiana.

En los aspectos biofísicos del ambiente, por ejemplo, son innumerables los estudios y las evidencias provenientes de la observación directa que atestiguan el deterioro grave y progresivo de los recursos naturales en los que se sustenta la producción agraria nacional. Son insistentes los llamados de atención sobre la pérdida de la fertilidad de los suelos y sobre los procesos erosivos que eliminan varios miles de toneladas anuales de tierra arable. Lo mismo acontece con las pérdidas de calidad y cantidad de los ecosistemas acuáticos afectados por contaminación severa, eutrofización, sedimentación o disminución de caudales y con los niveles de deforestación y destrucción de páramos con sus consiguientes efectos sobre la biodiversidad vegetal y animal. El empobrecimiento de la base genética, la dependencia tecnológica y los elevados costos ambientales por el uso inapropiado de agroquímicos, son otros tantos temas que muestran hasta qué punto el actual modelo es insostenible.

En el orden social y económico, y solamente como un burdo bosquejo, se puede mencionar la pobreza que afecta a casi siete millones de productores del campo, las altas tasas de desempleo, los desplazamientos y migraciones campesinas que terminan en los cinturones de miseria de las metrópolis, la desprotección de los exportadores frente a la competencia desleal en el concierto internacional y los crónicos problemas de salud, educación, infraestructura de servicios, crédito, violencia y marginalidad igualmente descritos y analizados en incontables documentos.

¿Cómo hacer entonces para tornar en sostenible este complejo modelo que a todas luces se revela como insostenible? ¿Hará falta construir otro modelo o intentar un cambio cultural profundo que afecte a toda la sociedad en su conjunto? ¿Es posible construir modelos de desarrollo alternativo en sociedades dependientes como la nuestra? Las preguntas anteriores encierran un reto enorme para el país, que deberá revisar incluso sus fundamentos morales y éticos si quiere proponer y realizar una transformación radical de su estructura agroalimentaria en otros aspectos técnicos, biofísicos y socioeconómicos. Allí es donde reside la clave última para contestar estos interrogantes.



## **CAPITULO TERCERO**

### **RASGOS DEL ACTUAL MODELO DE DESARROLLO AGRARIO COLOMBIANO**

El modelo de desarrollo agrario seguido por Colombia en las últimas décadas, basado en los postulados de intensificación de la productividad provenientes de la denominada Revolución Verde (RV), ha incidido en la aparición de procesos de degradación de los ecosistemas, marginalidad rural y desigualdad social que afectan gran parte de este sector productivo. Las políticas resultantes de subsidios a la importación de insumos y maquinaria, por citar solo un caso, no han contemplado las especificidades locales, a nivel de las características agroecosistémicas y culturales, lo que ha conducido a la aplicación uniforme de tecnologías foráneas, muchas de ellas no aptas para las condiciones del medio tropical colombiano.

La permanente crisis del sector se expresa no solamente a través de los serios problemas económicos y sociales que afectan los diversos procesos de producción, transformación y comercialización de los productos del campo, sino también por una degradación creciente de la base natural productiva.

Los suelos del país están erosionados en más de un 60-70% de la superficie agrícola; se registran casos permanentes de intoxicación por agroquímicos, utilizados incluso por fuera de las recomendaciones y de las dosis estipuladas por los fabricantes; los fenómenos de resistencia de plagas son evidentes; igual sucede con la contaminación de aguas superficiales y subterráneas, de suelos y del aire en las zonas de agricultura intensiva; aparecen síntomas de deformaciones genéticas y teratogénicas en habitantes de algunos sectores del país; los alimentos registran altos índices de residuos de plaguicidas; la maquinaria agrícola poco adaptada al trópico y mal utilizada, provoca fenómenos de compactación de suelos, que a su vez, pierden estructura y se tornan cada vez más susceptibles al deterioro por erosión; la salinidad aparece en sitios insospechados y los desequilibrios hídricos por procesos de tala en las cuencas hidrográficas, producto de la presión sobre la tierra, generan cada vez más inviernos y sequías prolongadas y catastróficas. La desertificación amenaza regiones enteras...

La crisis agraria colombiana vista solamente desde esta perspectiva, es preocupante. Se pueden incluir, además, los efectos económicos generados por la actual política de apertura, las diferentes bombas de tiempo encerradas en los agudos conflictos sociales de violencia rural, el espinoso tema del narcotráfico o el retroceso permanente de las áreas boscosas en los frentes de colonización en la selva húmeda tropical para entender que los procesos de deterioro de los agroecosistemas colombianos y del bajo nivel de vida de los habitantes del campo, son fenómenos estrechamente ligados con hondas explicaciones en el ámbito ambiental, es decir, en las interrelaciones ecosistema – cultura.

En los párrafos siguientes se presenta un resumen de tales aspectos, señalando algunas de sus mayores implicaciones tanto a nivel del manejo y conservación de recursos naturales como de sus efectos sociales y económicos.

### 3.1 EL MODELO DE REVOLUCIÓN VERDE

Este modelo se originó en mitad del siglo XX en Estados Unidos y se exportó al planeta entero merced a sus tremendos éxitos en el incremento de la producción agrícola, logrados a través de impulsos de capital y tecnología en la química, la genética y la mecanización del agro. El aumento de los rendimientos en los sistemas agrícolas de los países industrializados durante los últimos años se puede interpretar como la realización de este paradigma.

La revolución verde (RV) consistió en un conjunto de tecnologías integradas por componentes materiales, como las variedades mejoradas de alto rendimiento (VAR) de dos cereales básicos (arroz y trigo), el riego o el abastecimiento controlado de agua y la mejora del aprovechamiento de la humedad, el uso de fertilizantes y plaguicidas y las correspondientes técnicas de gestión.

Los resultados de la RV fueron altamente positivos en aumentar los rendimientos de muchos cultivos y de evitar la aparición de hambrunas en países asiáticos, en especial la India y Pakistán, durante los años 50. Datos de la FAO indican que, por ejemplo, en el período 1950 – 1985, la producción cerealera en el mundo aumentó a ritmos del 2.7% anual, la exportación mundial de carnes lo hizo 5.5 veces, la producción mundial por habitante creció el 12% y la superficie cosechada *per capita* disminuyó el 25%. Es decir, se producía más en menos tierras y a ritmos cada vez mayores.

La FAO (1996) presenta los siguientes datos obtenidos durante el período de 1963-83 (años importantes de la revolución verde):

La producción total de arroz, trigo y maíz en los países en desarrollo aumentó casi 3,1, 5,1 y 3,8 por ciento anual en los años setenta. Durante el decenio siguiente (1983-1993) los aumentos de la producción anual descendieron al 1,8, 2,5 y 3,4 por ciento, respectivamente. Los rendimientos por hectárea crecieron de forma menos pronunciada en estos tres cereales durante 1963-83: 2,1, 3,6 y 2,9 por ciento, descendiendo a 1,5, 2,1 y 2,5 por ciento durante 1983-93. Ello se explica en parte por el hecho de que se empezaron a explotar tierras menos productivas y por las dificultades de mantener el aumento de los rendimientos con prácticas de cultivo más intensivas.

Al examinar la aplicación ulterior de las tecnologías de la revolución verde, surgen nuevas oportunidades, descritas por Sánchez (1994): obtener variedades de cultivos resistentes a condiciones edáficas adversas (arroz resistente a la sal, maíz adaptado a suelos muy ácidos, sorgo y millo más resistentes a la sequía); introducir nuevos cultivos, por ejemplo en zonas marginales (batata y yuca en lugar de maíz); potenciar los ciclos de los nutrientes del suelo (con especies arbóreas seleccionadas para recuperar los nutrientes lixiviados por debajo de la zona radicular de los cultivos); aprovechar lo más posible las fuentes orgánicas de nutrientes, incluida la fijación biológica del nitrógeno, complementadas con fertilizantes químicos aplicados selectivamente o utilizar la resistencia genética a las plagas y enfermedades en sustitución, parcial o total, de la lucha química y mecánica contra las plagas.

---

En opinión de varios autores, la RV ha representado un importante logro tecnológico y sus consecuencias han sido duraderas. Afectó no sólo a los productores de trigo y arroz de Asia sino también a los de otros cultivos y a otros contextos socioeconómicos, así como a algunas zonas de África (Goldman y Smith, 1995). Eicher (1995) señala que los agricultores comerciales en el territorio que ahora es Zimbabwe comenzaron una RV del maíz en 1960, cinco años antes de la revolución verde de la India y que Zimbabwe repitió la experiencia con una segunda RV en favor de los pequeños propietarios en la primera mitad del decenio de 1980. Se han utilizado con éxito variedades de trigo de alto rendimiento en la República de Sudáfrica, Zimbabwe y Kenya.

Los éxitos de las tecnologías, tanto en Asia como en África o América Latina, estuvieron estrechamente vinculados a la existencia de entornos socioeconómicos e institucionales favorables, en los que las posibilidades de un mercado activo desempeñaron una función importante (FAO, *op. cit.*).

Sin embargo, las opiniones y experiencias relacionadas con la revolución verde son muy diversas. En un examen de más de 300 estudios sobre la revolución verde durante el período 1970-89, Freebairn (1995) llega a la conclusión de que los autores de países occidentales desarrollados, que analizan regiones integradas por numerosos países, suelen señalar un recrudescimiento de las desigualdades en lo que respecta a los ingresos. En cambio, autores de origen asiático, especialmente aquellos cuyo campo de estudio abarca India y Filipinas y que utilizan métodos propios de estudios monográficos, suelen indicar que el aumento de las desigualdades en cuanto a los ingresos no está relacionado con la nueva tecnología.

En más del 80 por ciento de los estudios examinados por Freebairn (*op. cit.*) se llega a la conclusión de que el resultado había sido una mayor desigualdad. Otros autores y, en particular, críticos moderados de la revolución verde como Lipton y Longhurst (1989), reconocen que algunas de las afirmaciones más habituales sobre la disminución del bienestar como consecuencia de la revolución verde, tienen poca base empírica.

La polémica sigue abierta. 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 procesos 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.

- **Las Condiciones del éxito de la Revolución Verde**

La Revolución Verde se originó principalmente en Estados Unidos y Europa, bajo condiciones sociales y económicas privilegiadas, en donde se le dio altísima importancia a la producción y aplicación de conocimientos, a través de un fuerte subsidio a los procesos de investigación en universidades e Institutos, traducido no solamente en dineros para laboratorios, equipos, reactivos, campos de experimentación, bibliotecas o contratación de personal auxiliar, sino también a través de procesos de gratificación social de los científicos, en términos de salarios altos, premios, viajes, pasantías y becas que le otorgan al investigador agrario un elevado estatus dentro del cuerpo social.

El reconocimiento efectivo del estamento tecno-científico en los países desarrollados, que se inserta orgánicamente en sus sociedades, representa una fortaleza innegable para los procesos RV. Ello no es así en los países del Tercer Mundo, por varias razones, entre ellas, por las debilidades inherentes de sus aparatos científico–tecnológicos.

Nuevamente habría que repasar la historia para comprender este retraso científico-tecnológico, apelando a los más de 500 años de colonización extractiva que ha sufrido la patria y al endeudamiento crónico a que se ha visto sometida, destino compartido con las demás repúblicas del Sur. Al respecto y para tener una idea de la dimensión internacional del desequilibrio social baste mencionar que, de 1980 al año 2000 todos los países del sur le transfirieron a los del norte alrededor de 3,5 billones de dólares como pago de la deuda externa cuando ella no era sino de 0,5 billones dólares al iniciarse la década de los ochenta. Es decir, hemos pagado casi siete veces más de lo que se debía y aún debemos 2 billones de dólares (Esquivel y otros, 2002). La voracidad internacional también explica el modelo.

Pero además, las condiciones ecosistémicas de las naciones en donde se originó la Revolución Verde también resultan especiales:

Se trata de países cuyas características propician una mayor homogeneidad en los principales elementos y estructuras de los ecosistemas, en relación con el trópico. Son áreas de clima templado, con cuatro estaciones bien marcadas a lo largo del año, lo que implica regularidad en los ciclos hidrológicos y respuestas coordinadas de la sociedad para adaptarse a las variaciones climáticas; los suelos tienden a conservar la materia orgánica, presentar juegos de horizontes más simples y a ofrecer mayores posibilidades de mecanización en virtud de su relieve plano; las bajas temperaturas en invierno y primavera inciden en la disminución de los ciclos biológicos y retardan los procesos de pérdida de nutrientes por lavado; la baja intensidad de radiación solar en invierno, contrastando con los mayores índices en verano, afecta igualmente los procesos biológicos. Estos, igualmente, se ven afectados por los cambios extremos en temperaturas. La diversidad vegetal y animal es, en consecuencia, menor que en la franja tropical.

En relación con los factores culturales, por fuera del ya anotado poderío del aparato científico, el triunfo de la RV se inserta en una concepción general de tipo pragmática y utilitarista en la que la tecnología adquiere un valor predominante como transformadora de la naturaleza y factor de producción. El contacto con las energías originales de la tierra desaparece paulatinamente y el agricultor campesino se mimetiza en productor agroindustrial. Los procesos de transformación de materias primas se incluyen en las granjas, diversificando el acto agronómico. El crédito proveniente de fuentes privadas y públicas se hace disponible para relanzar tales actividades, que se pagan con producción y con subsidios. Estos y el volumen de excedentes, permiten que la población directamente vinculada a las labores agrícolas disminuya constantemente.

La propiedad de la tierra juega igualmente a favor del modelo, porque todos los productores son propietarios. Tal condición les permite trazar planes de largo plazo e incluir mejoras en sus predios y adquirir préstamos.

En tales circunstancias se facilita la transferencia de tecnología desde los centros de investigación hasta los productores, porque tanto ellos como los científicos comparten las mismas posibilidades materiales para implementar las innovaciones tecnológicas. Existe disponibilidad inmediata de la tecnología y poder de compra para utilizarla rápidamente.

---

Los consumidores también se tornan más exigentes en cuanto a presentación e higiene de los productos. No se admiten manchas, decoloraciones o frutos heterogéneos, que son castigados por el mercado. Los containers y empaques se adaptan a tales exigencias, al igual que las técnicas de transformación de alimentos y los medios de transporte.

- **El Poder Transnacional**

La tecnología disponible para acrecentar los rendimientos por hectárea de la mayor parte de los cultivos comerciales exige enormes cantidades de dinero invertidos en la investigación y desarrollo de cada producto que se lanza al mercado. No menos de 10 a 15 años de experimentación se requieren para aislar las moléculas, comprobar su efecto biocida, espectro de acción, dosis y momentos de aplicación, compatibilidad con otras sustancias, modo de presentación y formas de aplicación.

Tales procesos solamente han podido ser abordados por las compañías que, finalizando el siglo XIX y a comienzos del siglo XX, entendieron la magnitud del negocio e iniciaron la fabricación de insumos agrícolas de síntesis, primero a pequeña escala y luego en una dimensión internacional (tabla 1).

**Tabla 1. Ventas de agroquímicos de las principales compañías del mundo entre 1994 – 1999 en millones de dólares. (Tomado de Nivia, 2000a).**

COMPAÑÍA	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Monsanto*	2224	2472	2555	3126	4032	5102
Novartis*			4068	4199	4152	3757
Aventis*						4320
Dupont*	2132	2322	2472	2518	3156	3020
Zeneca	2105	2363	2630	2674	2897	2657
AgrEVO (Aventis en 1999)	2045	2344	2422	2352	2410	
Bayer	1950	2373	2343	2254	2273	2316
Rhone Poulenc (Aventis en 1999)	1804	2068	2243	2202	2266	
Cyanamid	1600	1910	1989	2119	2194	1669
Dow*	1735	1962	2010	2200	2132	2273
BASF	1258	1450	1503	1855	1945	1856
Ciba (Novartis en 1996)	2954	3284				
Sandoz (Novartis en 1996)	1001	1125				
Ventas principales compañías	20808	23676	24235	25499	27457	26970
VENTAS TOTALES	27825	30265	30603	31896	31005	29600
Porcentaje de estas compañías	75%	78%	59%	80%	89%	91%

\*Incluye agroquímicos y semillas \*\* Agrow, 2000. No 39 p.8.

Fuente: Dinham, Bárbara. Boletín Pesticide News. Pesticide Action Network (PAN) – Europa.

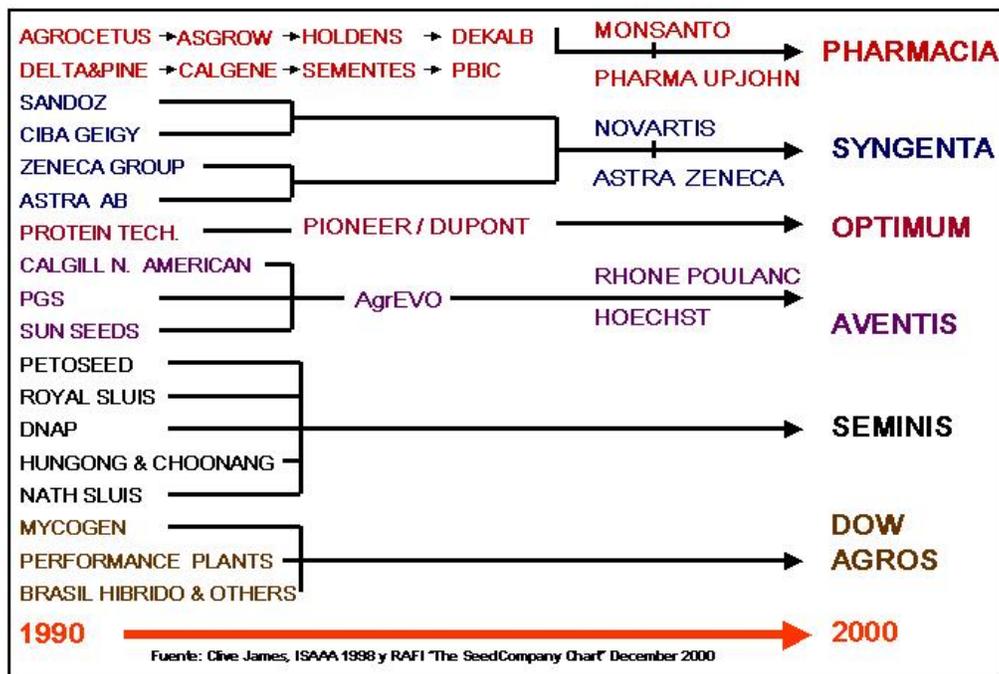
Estas compañías se han apoderado del negocio de venta de agroquímicos y semillas, constituyendo verdaderos monopolios con un enorme poder económico. Nivia (2000a) afirma que en 1994 las ventas globales de plaguicidas químicos superaban los 27 mil millones de dólares (algo así como 62 billones de pesos colombianos al cambio de 1 dólar por 2300 pesos)

y en 1998 esta cifra superó los 31 mil millones de dólares (71.3 billones de pesos colombianos) (tabla 1).

Más de una decena (13) de empresas multinacionales norteamericanas y europeas dominaban en 1994 el 75% de este multimillonario mercado y en 1999 eran dueñas del 91% del mismo.

A partir de movimientos de fusión para cubrir el mercado global, estas 13 empresas se convirtieron en 10 en 1996 por la fusión entre Ciba – Geigy y Sandoz para crear Novartis y en 9 empresas en 1999 con la fusión de AgrEVO y Rhone Poulenc en la compañía Aventis (figura 8). En el años 2000 se dio la unión entre Novartis y Zeneca por un lado y Basf y Cyanamid por otro, para reducir el monopolio a solo siete gigantes de la industria agroquímica (Nivia, *op. cit.*).

**Figura 8. Procesos de Concentración Oligopólica del poder Agrocomercial (1990 – 2000).**



En la tabla 2 se muestran las ventas totales de agroquímicos entre 2000 – 2004 de las principales seis compañías del mundo (Bayer, Syngenta, Basf, Dow, Monsanto y Dupont) que, para 2004 facturaron alrededor de 25 mil millones de dólares (77% de la producción mundial) y en la tabla 3 se muestra el proceso de fusiones de estas empresas hasta 2004.

**Tabla 2. Fusiones de las seis principales empresas de agroquímicos hasta 2004 (Tomado de Dinham, 2005).**

1994	1997	1999	2000-2004
BASF (UE*-G*) Cynamid (USA.) adquirió la parte agrícola de Shell (Reino Unido / Holanda) en 1993	BASF Cynamid compró a AHP, 1994 (USA.)	BASF Cynamid (USA), compra completa en 2000.	BASF es la compañía química más grande del mundo, con 11% de ventas de agroquímicos en USA, 2004
Bayer (UE-G) Hoechst (UE-G) Schering (UE-G) Rhone-Poulenc (UE-Francia)	Bayer AgrEvo Rhone-Poulenc	Bayer Aventis	<b>Bayer CropScience</b> (G) responsable del 20% de los avances del Grupo Bayer en 2003. Adquirió Aventis en 2002
DowElanco (USA.) – incorporating Eli Lilly	DowElanco - incorporating Eli Lilly	Dow AgroSciences	<b>Dow AgroSciences</b> responsable del 9.2% de las ventas de Dow Chemical. En 2001 compró la producción agrícola de Rohm And Haas y Union Carbide.
Rohm & Haas (USA)	Rohm & Haas	Rohm & Haas	
DuPont (USA.)	DuPont	DuPont	<b>DuPont Crop Protection</b> Tiene 15.5% de ventas de Dupont
Monsanto (USA.)	Monsanto	Monsanto	<b>Monsanto</b> Pharmacia compró 80% en 2000; llegó a ser independiente de nuevo en 2002.
Ciba Geigy y Sandoz (Suiza)	Novartis (Suiza)	Novartis	<b>Syngenta AG</b> (Suiza) inició en 2000
Zeneca (ex -ICI) (Reino Unido)	(UE- Zeneca)	AstraZeneca (Reino Unido - Suecia 1999)	

UE = Unión Europea G = Alemania Fuente: Agrow's Top 20 2003 - 2005

De acuerdo con el informe "Oligopoly Inc 2005" del Grupo ETC (Action Group on Erosion, Technology and Concentration) ([www.etcgroup.org](http://www.etcgroup.org)), ONG que monitorea las actividades de las corporaciones globales, fundamentalmente en agricultura, alimentación y farmacéutica, citado por Ribeiro (2005), desde 2003, las 10 mayores industrias de semillas saltaron de controlar un tercio del comercio global, a la mitad de todo el sector. Con la compra de la empresa mexicana Seminis, Monsanto pasó a ser la mayor empresa global de venta de semillas (no sólo transgénicas, de las que controla 90 por ciento, sino de todas las semillas vendidas comercialmente en el globo), seguida por Dupont, Syngenta, Groupe Limagrain, KWS Ag, Land O'Lakes, Sakata, Bayer Crop Sciences, Taikii, DLF Trifolium y Delta and Pine Land.

En agrotóxicos, las 10 principales perciben 84 por ciento de las ventas globales. Son: Bayer, Syngenta, BASF, Dow, Monsanto, Dupont, Koor, Sumitomo, Nufarm y Arista. Con tal nivel de concentración, los analistas prevén que únicamente sobrevivirán tres: Bayer, Syngenta y BASF. Monsanto no ha renunciado a este lucrativo mercado, pero su rezago relativo -del tercer al quinto puesto- se debe a que está enfocada a la producción de transgénicos como frente de venta de agrotóxicos (Ribeiro, *op.cit.*).

Un caso de especial importancia por su presencia en Colombia es la Monsanto, empresa que fue fundada en 1901 por John Francis Queeny, químico autodidacta que llevó la tecnología de fabricación del primer edulcorante artificial, la sacarina, de Alemania a los Estados Unidos.

A finales de la década del 40 la Monsanto se introdujo de lleno en el negocio agrícola, fabricando herbicidas que casi inmediatamente encontrarían aplicaciones militares. Esta

empresa transnacional es la responsable de casi la mitad de la producción del denominado Agente Naranja (nombre adquirido por el color naranja de los bidones que utilizaba el ejército norteamericano para su almacenamiento), herbicida altamente tóxico compuesto de una mezcla de los ácidos 2,4-diclorodifenoxiacético (2,4-D) y 2,4,5-triclorodifenoxiacético (3,4,5-T), que fue utilizado en la guerra del Vietnam.

**Tabla 3. Ventas anuales de agroquímicos de las principales compañías productoras entre 2000 – 2004 (millones de dólares). Fuente: Dinham (2005).**

COMPAÑÍA	VENTAS ANUALES					VENTAS ADICIONALES 2004
	2000	2001	2002	2003	2004	
Bayer <sup>1</sup> (Alemania)	2,252	2,418	3,775	5,394	6,120	+€989 ventas ambient. biociencia
Syngenta <sup>2</sup> (Suiza)	5,888	5,385	5,260	5,421	6,030	+USA. \$1,239 ventas de semillas
Basf (Alemania)	2,228	3,105	2,787	3,569	4,141	
Dow (USA)	2,271	2,612	2,717	3,008	3,368	Agroquímicos (aprox. 90%), semillas, biotec.
Monsanto <sup>3</sup> (USA)	3,885	3,755	3,088	3,031	3,180	+\$2,277 ventas de semillas transgénicos
Dupont (USA)	2,009	1,814	1,793	2,024	2,211	+\$2,618 ventas de semillas
Total 6 empresas	\$22,234	\$23,034	\$19,420	\$22,447	\$25,050	
% ventas globales	76	85	73	81	77	
Mercado total <sup>4</sup>	\$29,200	\$27,104	\$26,561	\$27,791	\$32,665	

(1) Bayer adquirió a Aventis en 2001 y 2002 representa ventas combinadas.

(2) Cifras para 2000 estimadas de ventas combinadas de Novartis y AstraZeneca.

(3) La disminución en ventas de agroquímicos refleja el cambio estratégico a ventas de transgénicos.

(4) Las cifras del mercado total incluyen compañías japonesas y productores de genéricos, pero omite los productores de genéricos de India, China y América Latina.

**Fuentes: Agrow 381, 27 July 2001; Agrow 421, 28 March 2003; Jarvis and Smith 2003, Agrow 469, 8 April 2005**

Alrededor de 2.5 millones de hectáreas del sur de ese país asiático fueron rociadas con unos 76 millones de litros del Agente Naranja. Algunas estimaciones elevan a 500.000 los niños nacidos en Vietnam desde 1960 con deformidades relacionadas con las dioxinas, sustancias inevitables como subproductos en la fabricación del 2,4,5-T (Warwick, 1998). Sin embargo, una demanda presentada por la Asociación Vietnamita de Víctimas del Agente Naranja fue desechada en febrero de 2005 por un juez federal de U.S.A. alegando que "...no existían bases legales que justifiquen las demandas de las 4.000.000 de víctimas vietnamitas del agente naranja...", a pesar del nacimiento de múltiples niños deformes en la tercera generación que precedió al fin de esa guerra (Embid, 2005).

Actualmente la Monsanto es el mayor productor mundial de glifosato, herbicida que Colombia utiliza para la erradicación de cultivos de uso ilícito. Este producto, introducido al mercado hace más de 25 años con el rótulo comercial del Round – Up, es el producto agroquímico fundamental de esta empresa: sus ventas alcanzan, sin contar su utilización en erradicación de coca y amapola, 1200 millones de dólares USA al año. Se estima que solo en Estados Unidos se utilizan entre 19 y 26 millones de libras de glifosato al año. Por su amplio espectro de acción es utilizado en casi todos los cultivos comerciales para acabar con las "malezas", siendo el

octavo herbicida más usado en la agricultura de los EE.UU. y el segundo en usos no agrícolas. Su crecimiento en ventas de aproximadamente el 20% anual, ha llevado a algunos analistas a acuñar la frase: “El Round – Up domina el mundo” (Mendelson, 1998).

Es evidente que con un poderío económico como el que se delineó en los párrafos anteriores, es posible sustentar los procesos de cambio tecnológico siempre en una sola dirección: el lucro transnacional.

- **La Transferencia del Modelo**

El modelo RV se expresa fundamentalmente en factores tecnológicos como la química agrícola, el mejoramiento genético, los sistemas de irrigación y la mecanización de las labores del cultivo, pero su origen, finalidad y procesos de apropiación, no pueden desligarse de las condiciones culturales de cada sociedad.

Una vez que los procesos tecnológicos se unen al carro de la producción, hacen parte del modelo general de agricultura y ya no es posible efectuar separaciones entre lo tecnológico y los demás factores sociales, económicos, políticos, científicos, institucionales o comerciales que definen el modelo.

La Revolución Verde se originó, como se mencionó anteriormente, en contextos ambientales específicos y de una manera orgánica con el desarrollo social y económico de los países industrializados. Sin embargo, su transferencia a los países subdesarrollados del Tercer Mundo, en este caso a Colombia, aunque logró importantes éxitos productivos, también generó varios procesos que obstaculizaron su plena adopción y originaron efectos adversos tanto a nivel ecosistémico como cultural. Algunos de tales efectos sobre la conservación de suelos, la contaminación de aguas, la biodiversidad, la salud de los seres humanos y la pobreza rural, han sido descritos por León y Rodríguez (2002).

El modelo se difundió rápidamente, merced a sus éxitos en producción, pero de manera asimétrica: muchos agricultores lo adoptaron completamente y otros, especialmente los campesinos, no lograron introducir más que algunas prácticas de mecanización o de uso de insumos, especialmente plaguicidas. El modelo mismo dejaba por fuera a los productores que no llenaran, entre otros, los requerimientos de calidad de sitio, propiedad de la tierra y disponibilidad de capital. Para que existiera una rápida y exitosa transferencia en los países tropicales se requerían propietarios de empresas agrícolas con características semejantes a aquellas que exigía la reproducción de las tecnologías empleadas.

En primer lugar, se trataba de encontrar áreas con suelos planos, en los que fuera posible el uso de tractores e implementos agrícolas para mecanizar las labores del agro, desde la siembra hasta la recolección y que tuvieran asegurado el suministro permanente de agua. Allí donde tales condiciones se dieron, acompañadas además de la propiedad sobre la tierra, las tecnologías RV pudieron ser introducidas y replicadas con mayor facilidad.

Por otra parte, la selección de los terrenos debía acompañarse de análisis de suelo que, exclusivamente desde la óptica físico – química, indicaban la deficiencia o exceso de los principales macro y micronutrientes y, en consecuencia, se constituían en la base para la formulación de fertilizantes y enmiendas.

Se suponía que los suelos tropicales respondían de manera similar a aquellos de las regiones templadas, lo cual constituye una de las mayores equivocaciones del modelo.

En efecto, los instrumentos tecnológicos utilizados en el laboreo de los suelos colombianos, se originaron en latitudes de países con cuatro estaciones y sus aplicaciones a nuestro entorno han sido aceptadas sin considerar las múltiples diferencias que existen entre los trópicos y las zonas templadas. Aspectos como la exposición a la radiación solar, ausencia de períodos con hielo y nieve en la superficie de los terrenos, temperaturas elevadas y constantes a lo largo del año, permanente actividad biológica, dinámica continua de transformación de la materia orgánica, lavado intenso de cationes y elementos de alta biodiversidad de flora y fauna, son factores que debieron influir en el diseño de máquinas, sistemas y herramientas adaptadas al trópico pero que, en síntesis, siempre fueron soslayados en aras de intereses económicos de corto plazo.

El modelo requiere igualmente la existencia de centros de investigación para probar, por lo menos, la eficiencia de la tecnologías a importar. Tales centros se instalaron alrededor del mundo, en una red con diversos financiadores, apoyados en un Grupo de Consulta sobre Centros Internacionales de Investigación Agrícola (CGIAR) y focalizados en temas específicos. El CIMYT, el CIP y el CIAT son tres de estos grandes centros dedicados en su orden al maíz, trigo, papa y agricultura tropical. Actuando a veces coordinadamente y en ocasiones de manera aislada, tales entidades generaron valiosas informaciones en diferentes campos de la ciencia, que fueron asumidos por los centros nacionales de investigación.

El bache de la transferencia se produjo, sin embargo, en relación con los agricultores campesinos que pocas veces se beneficiaron de los adelantos científicos obtenidos en tales condiciones. El debate sobre el particular es extenso y rebasa los propósitos de estas líneas, pero se quiere resaltar que la transferencia de tecnología basada en este modelo ha sido extensamente reevaluada.

El modelo RV también requiere condiciones sociales y económicas estables, en relación con la propiedad de la tierra, el acceso a servicios públicos e infraestructura y con la capacidad económica de los productores para adquirir la maquinaria, equipos e insumos generados por los procesos de investigación y aplicación de conocimientos. Tales condiciones, poco se dan en los países dependientes del Tercer Mundo.

La paulatina aparición de efectos directos e indirectos no previstos inicialmente en el modelo, que se tradujeron en deterioro de ecosistemas y de recursos naturales, marginalidad de la población y efectos decrecientes o estacionarios sobre los rendimientos, propiciaron fuertes críticas y una reformulación progresiva de las bases teóricas y de la aplicación de los citados paquetes tecnológicos.

---

## 3.2 LA REVOLUCIÓN VERDE EN COLOMBIA

Colombia fue uno de los países que adoptó el modelo RV con el ánimo de incrementar su competitividad en los mercados internacionales. Para el periodo comprendido entre 1960 y 1978, su principal objetivo se centró en el aumento de la productividad de los cultivos comerciales (algodón, arroz de riego, sorgo, soya y caña de azúcar), dando lugar a un incremento de la superficie total destinada a la agricultura y al uso intensivo de maquinaria, plaguicidas y fertilizantes necesarios para alcanzar las productividades requeridas.

- **Las Variaciones en el Área Sembrada**

El primer impulso en esta dirección, le significó al país pasar de 3.5 a 5.3 millones de hectáreas dedicadas a la agricultura en el corto lapso de 17 años, entre 1970 y 1987 (tabla 4). Aunque no existen evidencias claras que puedan imputarle ese aumento al factor tecnológico, sí es claro que ello representa una tendencia que se relaciona con el consumo cada vez mayor de los insumos provenientes de la RV. Recuérdese que, en términos generales, resulta imposible, separar los procesos tecnológicos y sus productos materiales (tanto el “ambiente construido” como las máquinas o equipos o insumos) del resto de componentes de la cultura (los factores económicos, políticos, éticos, sociales, entre otros).

**Tabla 4. Evolución en el uso de la tierra en Colombia durante el período 1970 – 2002 (millones de hectáreas). Modificado de Corrales (2002)**

ACTIVIDAD	1970	1980	1987	1999	2002
Agricultura	3.5	4.1	5.3	4.4	4.2
Pastos	20.8	25.2	40.1	41.2	41.7
Bosques y otros*	89.9	84.9	68.8	68.6	68.3
<b>TOTAL</b>	<b>114.2</b>	<b>114.2</b>	<b>114.2</b>	<b>114.2</b>	<b>114.2</b>

\* Esta cifra engloba bosques y otros tipos distintos de usos de la tierra incluyendo cuerpos de agua, zonas urbanas y distintas coberturas vegetales. Los datos de superficie netamente en bosques primarios y plantados son: para 1987, 56 millones de hectáreas y para 2002 57.8 millones de hectáreas. Fuentes: Balcázar y Orozco (1998), cuadro 8 p. 92; Ministerio de Agricultura, (2001), cuadro No.3 p 16. Los datos para 1999 tienen como fuente Ministerio de Agricultura, DANE – SISAC 1999.

Por otra parte, durante la década de los años 90 la superficie agrícola nacional se ha reducido, pasando de 5.3 millones de hectáreas en 1987 a 4.4 en 1995 y 4.2 en 2002. La superficie en pastos, por su lado, creció sostenidamente hasta finales del siglo XX alcanzando topes de 40 millones de hectáreas, que al parecer se han sostenido e incluso aumentado en los últimos años (tabla 4). Tales variaciones en el uso de la tierra tanto para la agricultura como para la obtención de pastos para la ganadería, aunque obedecen a múltiples causas culturales, no han modificado las prácticas introducidas por la Revolución Verde en el país las que, por el contrario, se han visto intensificadas.

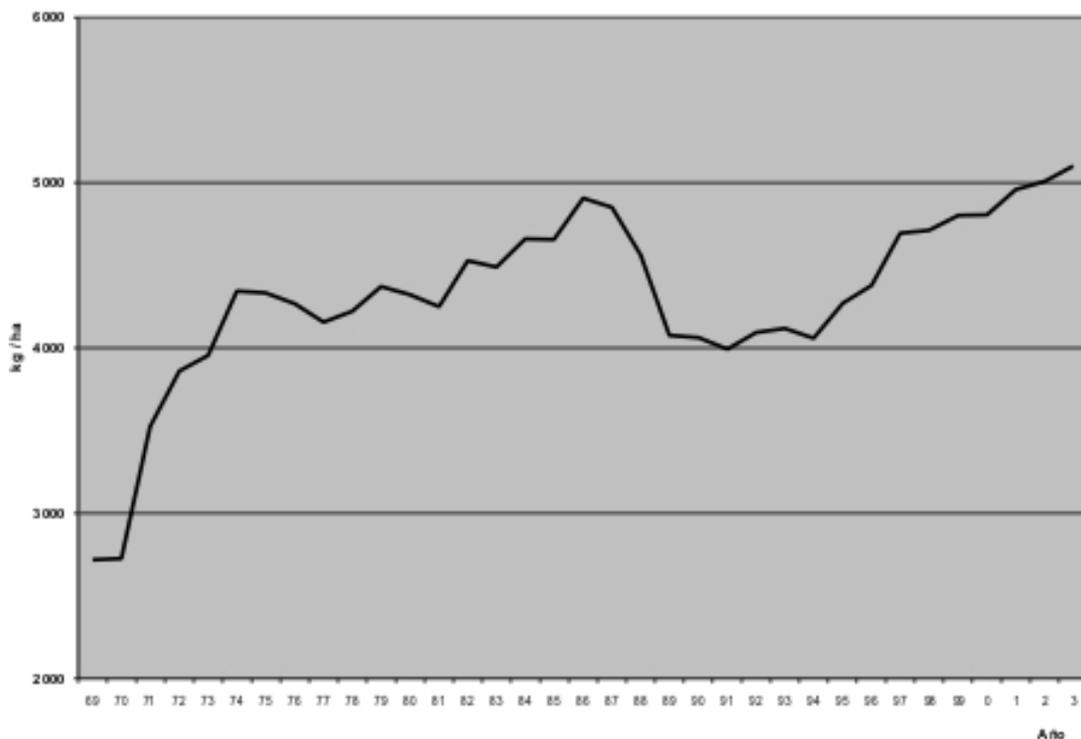
- **El Rendimiento de los Cultivos**

Los rendimientos por hectárea de los principales cultivos comerciales, e incluso de aquellos que son típicos de la economía campesina, sufrieron incrementos notables desde los años sesenta en adelante.

Por ejemplo, el cultivo de arroz presentó variaciones desde 2.700 kg / ha registrados a finales de los años sesenta hasta casi 5.000 kg / ha en los años ochentas (figura 9). Luego de un descenso abrupto entre los años 1985 a 1995, en donde los rendimientos bajaron hasta valores cercanos a 4.000 kg / ha, estos vuelven a recuperarse llegando a niveles ligeramente superiores a 5.000 kg / ha en 2003 (con tendencia al alza). El comportamiento de arroz riego es aún más coherente, puesto que allí se observan rendimientos continuamente crecientes hasta valores superiores a 6.000 kg / ha. Esta tendencia se constata igualmente en el arroz de secano manual, que también muestra tendencias al alza, por lo menos en lo que se refiere a la década 1992 – 2002 en donde pasa de 1.400 a 2.000 kg / ha con un descenso en 2003 (1.800 kg / ha).

Algo similar ocurre con otros cultivos como frijol, que aumenta de manera sostenida desde 700 kg / ha en los años sesenta hasta casi 1.200 kg / ha en 2003. El maíz presenta la misma tendencia de aumentos crecientes, pasando de 1.200 kg / ha en la década de los sesenta a casi 2.100 kg / ha en los años 2000 (Figura 10). Tales aumentos, aunque lentos en el tiempo, reflejan de alguna manera la potencialidad del mejoramiento tecnológico a través de procesos como abonamiento y fertilización de suelos, uso de nuevas variedades y control de plagas y enfermedades.

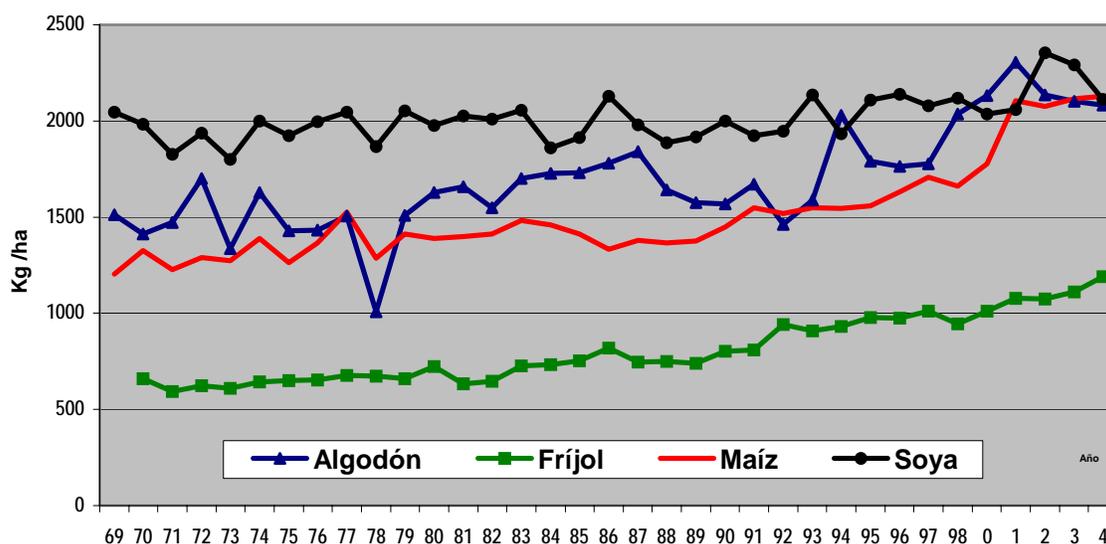
**Figura 9. Variación en los rendimientos de arroz total (incluye arroz riego, secano mecanizado y secano manual) durante 1969 – 2003.**



Fuente: Anuarios Estadísticos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

Las respuestas parecen no estar en la falta de desarrollo tecnológico para enfrentar problemas agronómicos de los cultivos sino en otros factores de tipo social, económico o ecosistémico. Ello, en virtud del cúmulo de investigaciones que se sucedieron durante décadas en estos cultivos pero que, al parecer, no tuvieron aplicaciones inmediatas debido en parte y probablemente a los baches en la transferencia de tecnologías, al escaso acompañamiento estatal, a problemas no resueltos de manejo de suelos, a desórdenes de ordenamiento territorial, dificultades de acceso a crédito adecuado y oportuno y a otros factores culturales como los bajos niveles educativos de la población rural, factores que deberían ser estudiados en su conjunto para delinear respuestas ciertas a los interrogantes planteados.

**Figura 10. Rendimiento en Kilogramos por Hectárea de Algunos Cultivos en el Período 1969 – 1994**



**Fuente: Anuarios Estadísticos del Ministerio de Agricultura. URPA - Direcciones de Producción y Planificación Subdirección de Información y Estadística.**

Cuando se presentan caídas abruptas en los rendimientos de los cultivos, como se indicó para la década 1985 – 1995 en arroz o al promediar los años setenta o inicios de los noventa en algodón, se puede estar frente a problemas de manejo de plagas y enfermedades o a efectos climáticos extremos, que pudieron afectar las producciones generales en el país.

Un caso especial de comportamiento es el de la soya que, como se indica en la misma figura 10, se ha mantenido durante el período analizado (1969 – 2003), es decir, por cerca de 34 años, cerca de las 2 t / ha,.

Este último caso de estabilización de los rendimientos por hectárea alrededor de valores determinados, expresaría, por un lado la influencia del manejo de suelos y los consecuentes cambios en varios de sus atributos fisicoquímicos (estructura, compactación, fertilidad), la aparición reiterativa de plagas y enfermedades limitantes, los efectos promedio de las variables climáticas o la pérdida de vigor de las semillas utilizadas. Pero por otro lado también podría reflejar la incapacidad de los paquetes tecnológicos empleados (fertilizantes, semillas, plaguicidas, sistemas de riego) para remontar ciertos niveles máximos de producción por área sembrada.

Las anotaciones anteriores podrían parecer meras especulaciones dada la ausencia de valoraciones rigurosas y continuas de estas informaciones bajo esquemas permanentes de monitoreo en el país, pero también pueden constituir puntos de partida para análisis históricos que relacionen los cambios ocurridos en los rendimientos de los cultivos con variables de tipo cultural o ecosistémico.

- **El Uso de Agroquímicos**

En los párrafos siguientes se examinan brevemente algunos de los principales rasgos del consumo de agroquímicos de síntesis artificial en el país, haciendo la distinción entre plaguicidas y fertilizantes

La industria colombiana de plaguicidas se inició en 1963 con el proceso de formulación, el cual consiste en importar el ingrediente activo y adicionarle una serie de solventes y emulsificantes para la venta a los agricultores. La síntesis nacional de los ingredientes activos se reduce a los fungicidas Mancozeb y Cymoxanil, a los herbicidas Diuron y Propanil y al desinfectante de suelos Metam Sodio. También se realiza la maquila, proceso por el cual las empresas o agremiaciones de agricultores que no poseen fábricas propias, importan los ingredientes activos y contratan la formulación (Nivia, 1995).

### **Comercialización de plaguicidas en Colombia**

Desde hace más de 50 años Colombia viene utilizando cantidades significativas de plaguicidas con un promedio anual de producción estimado por varios autores entre 24.0000 t en 1982 y 34.300 t en 1995. Coy (2001) citado por León (2003) afirma que las estadísticas oficiales señalan un promedio anual de 25000 toneladas de Ingrediente Activo (I.A.) utilizados y Rapal (2003) presenta cifras de venta de 12500 t en 1980 y de 19.800 t en 1995.

La aplicación de plaguicidas no es uniforme ni espacial ni temporalmente en el país, dadas las diferencias en los sistemas de cultivos, áreas específicas, climas, poder adquisitivo de los agricultores y otras variables regionales que inciden en la aplicación o no de tales sustancias (León, *op.cit.*).

Por ejemplo, el mismo autor, citando a Coy (*op.cit.*) indica que en la cuenca Magdalena – Cauca se utilizaron en 1998 alrededor de 44.437.000 kg de I.A. que, dividido por el total del área agrícola de la cuenca (2.749.602 ha) genera un índice de 16 kg de ingredientes activos por hectárea, tal vez uno de los mayores del mundo, si se compara con valores de 6.8 kg / ha<sup>5</sup>.en USA para zonas consideradas de alta demanda de plaguicidas. Esta cifra no ha sido aceptada por varios funcionarios del Ministerio de Agricultura, pero hasta la fecha no se han realizado estudios adicionales para rebatirla.

El Estado colombiano fomenta directamente el uso de plaguicidas y promueve su comercialización y venta a través de políticas para rebajar aranceles, reducir el IVA, aumentar la fumigación de cultivos ilícitos con herbicidas y otorgar licencias para el establecimiento de nuevas fábricas formuladoras de genéricos o para la venta de nuevos productos, tendencia que, a no dudarlo, se incrementará aún más a partir de la próxima entrada en vigencia del Tratado de Libre Comercio (TLC) con Estados Unidos.

---

<sup>5</sup> Ardila S. 1994. Los Agroquímicos y la relación agricultura medio ambiente. Mimeo. Univ. de los Andes.

---

Los registros de plaguicidas ante el ICA se han casi duplicado en los últimos 30 años, tal como se muestra en la tabla 5. En efecto, hasta el año 2003 tenían licencia de venta 1.370 plaguicidas comerciales, cifra que representa un aumento del 78% respecto al año 1974 (770 productos registrados). Tales productos han sido formulados con base en 400 Ingredientes Activos, lo cual representa un incremento del 115% con relación a la cantidad de I.A. registrados en 1974 (186).

**Tabla 5. Variación temporal del número de plaguicidas registrados en el ICA entre 1974 y 2003.**

AÑO	NÚMERO DE PRODUCTOS REGISTRADOS
1974	770
1995	747
1997	918
2003	1370
2004	1261

Fuente: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). División de Insumos Agrícolas.

De los 1.370 productos comerciales registrados en 2003, casi la mitad (46%) estaban prohibidos o restringidos en otros países (564), lo cual configura un cuadro preocupante, dado que muchos de ellos (267) pertenecen a las categorías toxicológicas I y II (tabla 5).

Ahora bien, la subgerencia de protección y regulación agrícola del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), desde 1997 hasta el año 2001, ha expedido 56 resoluciones sobre restricciones y prohibiciones de plaguicidas de uso agrícola en Colombia. A pesar de ello Rapal (*op.cit.*) muestra que en el país se utilizan por lo menos 28 ingredientes activos (123 formulaciones comerciales) pertenecientes a las categorías Ia y Ib de la OMS (tabla 6).

Las importaciones colombianas de insecticidas se mantuvieron relativamente estables durante el período 1997 – 2001 (se pasó de 3.967 toneladas de producto comercial en 1997 a 4.176 t en el 2001, es decir, alrededor del 1% de aumento). Por el contrario, las importaciones de fungicidas crecieron sustancialmente, puesto que pasaron de 3.201 t en 1997 a 4.544 t en 2001 (41% de incremento), en tanto que los herbicidas registraron el aumento más notorio, pasando de importaciones cercanas a 1.756 toneladas en 1997 a 4.722 t en el 2001, incremento de casi el 168% en ese lapso (sin contar el glifosato utilizado en la erradicación de cultivos de uso ilícito).

Las exportaciones han seguido un camino diferente. Entre 1997 y 2001 las exportaciones de insecticidas y herbicidas crecieron pero no las de fungicidas. En el caso de los insecticidas, las exportaciones pasaron de 3.895 toneladas a 4.888 t (incremento del 25%); en los herbicidas pasaron de 8.717 t a 10.538 t (20% de aumento) y en el rubro de fungicidas las exportaciones colombianas disminuyeron, pasando de 20.034 a 18.353 toneladas de 1997 a 2001 (MADR, 2002).

**Tabla 6. Características de los plaguicidas registrados en el ICA entre 1974 y 2003.**

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO O DEL INGREDIENTE ACTIVO (IA)	Año	
	1974	2003
<b>Productos Comerciales</b>	<b>770</b>	<b>1.370</b>
Químicos	767	1.300
Biológicos Naturales	3	70
<b>Ingredientes Activos</b>	<b>186</b>	<b>400</b>
Químicos	184	373
Biológicos Naturales	2	27
Insecticidas	73	133
Herbicidas	57	125
Fungicidas	40	106
Coadyuvantes	11	32
Rodenticidas	5	4
<b>Clasificación por toxicidad aguda (Ingrediente Activo)</b>		
Extremadamente tóxico (I)	41	36
Altamente tóxico (II)		50
Moderadamente tóxico (III)	53	210
Ligeramente tóxico (IV)	92	90
Sin categoría toxicológica		14
<b>Prohibido o Restringidos en otros países Ingrediente Activo</b>		<b>77</b>
De la Categoría I		19
De la Categoría II		19
De la Categoría III		34
De la Categoría IV		5
<b>Prohibido o restringidos en otros países (productos comerciales)</b>		<b>564</b>
De la Categoría I		110
De la Categoría II		165
De la Categoría III		262
De la Categoría IV		27
<b>No. De empresas propietarias de los registros</b>	<b>42</b>	<b>564</b>

Fuente: RAPAL – ICA, 2003.

Como se observa en la tabla 8, la comercialización total de plaguicidas en Colombia, presenta una tendencia creciente especialmente en los rubros de fungicidas y herbicidas. La perspectiva hacia el futuro tiende a reconfirmar esta tendencia, habida cuenta de las políticas de apoyo a los cultivos comerciales demandantes de esta clase de productos y a las recientes exenciones tributarias que el gobierno le ha concedido a su importación, mediante recortes en el IVA. Entre 1975 y 1995 la venta y uso de productos fitosanitarios en la agricultura lícita aumentó un 20%, pasando de 15.551 a 19.806 t, debido esencialmente a los rubros de herbicidas (se pasó de 4.553 t en 1975 a 8.322 en 1995, es decir un incremento del 83%) y de fungicidas (de 4.479 se pasó a 7.280 toneladas, cifra superior en un 62%). Los insecticidas tendieron a la baja (pasaron de 7.519 a 4.224 t en el período citado).<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Estos datos no contemplan la piratería ni el contrabando.

**Tabla 7. Plaguicidas agrícolas de las Categorías Toxicológicas Ia y Ib (Extremada y Altamente Peligrosos) de la Organización Mundial de la Salud (OMS) registrados en Colombia (Fuente: [http://www.vidasana.org/pdfs/no\\_uso\\_plaguicidas.pdf](http://www.vidasana.org/pdfs/no_uso_plaguicidas.pdf)).**

INGREDIENTE ACTIVO	CLASE	NOMBRE COMERCIAL	CAT.	GRUPO	PROH-REST
Aldicarb	In-Ac	Temik	Ia	C	Sí
Brodifacouma	Rd	Klerat, Rataquill	Ia	Cum	
Bromadiolona	Rd	Musal, Ramortal, Tomcat	Ia	Cum	
Difethialone	Rd	Rodillon	Ia		
Disulfoton	In-Ac	Disyston	Ia	OF	Sí
Etoprop (etoprofos)	Nm	Mocap	Ia	OF	Sí
Flocoumafen	Rd	Storm BB	Ia	Cum	
Forato	In	Thimet	Ia	OF	Sí
Metil paration	In	Metil Parathion, Metacap, Metacide, Pencapp, RP Methil, Methion	Ia	OF	
Terbufos	In-Nm	Counter	Ia	OF	
Azinfos metil	In	Gusathion, Cotnion -Methil	Ib	OF	Sí
Blasticidin-S	F	Bla - S	Ib	Ac-Ep	
Cadusafos	Nm	Rugby	Ib	OF	Sí
Carbofuran	In	Carbofed, Carbofuran, Carbogroz, Carboter, Carbotox, Curater, Furadán, Furalimor, Fursem	Ib	C	
Diclorvos	In	Vapona	Ib	OF	
Dicrotofos	In	Bidrin	Ib	OF	Sí
Edifenfos	F	Hinosan	Ib	OF	
Fenamifos	Nm	Nemacur	Ib	OF	Sí
Metamidofos	In	Amidor, Atilon, K-Sidor, Medifos, Metacrop, Monitor, nadir, Saat Milonga, Supercon, Tamaron, Agromidor, Agromifos, Monitor	Ib	OF	Sí
Metiocarb	In	Mesuroil	Ib	C	
Metomil	In	Lannate, Mercamil, Methavin, Methomex, Pilarmate, Nudrin	Ib	C	Sí
Monocrotofos	In	Azodrin, Elancron, Fersacron, Fosfacron, Inisan, Monocron, Nuvacron, Protofos, Ronecron, Trifotox	Ib	OF	
Nicotina	In	Hidrolato de Tabaco	Ib	Veg	Sí
Ometoato	In	Folimat	Ib	OF	Sí
Oxamil	In-Nm	Vydate	Ib	C	
Oxidemeton metil	In	Metasystox	Ib	OF	Sí
Pirimifos etil	In	Primidid	Ib	OF	Sí
Triazofos y clorpirifos	In	Hostathion	Ib	OF	

**Nota:** Son 123 formulaciones comerciales registradas, de un total de 1.370.

**CAT.** = Categoría Toxicológica del ingrediente activo, según la OMS

**Proh-Rest** = Prohibido o severamente restringido en otros países.

**Ac** = Acaricida. **Ac.Ep** = Derivado ácido enopiranurónico. **F** = Funguicida. **C** = Carbamato. **In** = Insecticida.

**OF** = Organofosforado. **Rd** = Rodenticida. **Cum** = Cumarina

El análisis global de los datos disponibles<sup>7</sup> para las dos últimas décadas del siglo XX (tabla 8 y figura 11) muestra tendencias interesantes que reafirman la importancia del uso de sustancias tóxicas en la agricultura colombiana:

En primer lugar, se observa que en el período analizado, el cual abarca un lapso de casi 27 años, el país utilizó alrededor de medio millón de toneladas de plaguicidas (I.A.), de las cuales casi 120.000 fueron insecticidas, 169.000 herbicidas y 313.000 fungicidas. Las ventas de plaguicidas han experimentado caídas y repuntes temporales, probablemente ligadas a la dinámica del área sembrada en el país.

Puede advertirse en la tabla 8 y figura 11, un comportamiento irregular de la venta total de plaguicidas en el país durante el período considerado. En efecto, se trata de un comportamiento que ofrece dos picos de máximo consumo con diez años de diferencia (1977 y 1987), seguidos de una tendencia a la baja que se rompe nuevamente en 1994- 1995 hasta alcanzar un pico extra en 1999 y volver a bajar en 2000 – 2002.

Los responsables de los dos primeros picos son, respectivamente, los rubros de insecticidas, cuyas ventas se dispararon en el período 1976 – 1977 y los fungicidas que aumentaron significativamente sus ventas en 1987-1988 a consecuencia, probablemente, de la aparición de insectos plaga y de enfermedades súbitas que atacaron cultivos comerciales de importancia, como el algodón en el primero de los casos (ataques de *Heliothis sp*) y el café en el segundo (aparición de la roya). El último pico, que asciende a más de 42.000 t de I.A. vendido, corresponde a un aumento inusual del consumo de fungicidas en 1999 (casi 24.000 toneladas).

Este último dato, que bien podría ser erróneo, inclina la balanza hacia los fungicidas como los plaguicidas que más se consumen en nuestro medio. Al final de los 27 años contabilizados, su porcentaje de participación dentro del total de agrotóxicos fue de 42.4%, en tanto que el de los herbicidas fue del 33.6% y el de los insecticidas fue de 24% (sin contar coadyuvantes y reguladores). Los herbicidas se utilizan principalmente en pastos, arroz, maíz, café y banano, los fungicidas en papa, arroz, banano, hortalizas, tomate, flores y frutales y los insecticidas en papa, café y algodón principalmente.

Desafortunadamente el cambio de metodología en la presentación de los datos a partir de 1996 y los errores o inconsistencias detectados en las cartillas elaboradas por el ICA entre 1997 y 1999 más los cambios nuevos aparecidos en los datos de 2000 a 2002, no permiten obtener conclusiones definitivas sobre el tema de las ventas de plaguicidas en la agricultura colombiana.

Estas inconsistencias en el acopio de información son realmente graves: por ejemplo, en la cartilla del ICA de 1997 se señala que las ventas nacionales de fungicidas en kilos es de 7.308.419 (página 9 de esa cartilla) y cuando se discriminan por grupos sus ventas suman cantidades diferentes: 6.950.428 kg (página 13). Igual pasa con los herbicidas (443.115 versus 6.205.063) y con los insecticidas (4.283.370 versus 2.747.716). Errores como éstos fueron detectados por el autor de este libro en las cartillas de 1998 y 1999. El hecho de discriminar entre peso y volumen de ventas en unos años y en otros no, también dificulta el análisis.

---

<sup>7</sup> Las estadísticas obtenidas para este análisis, provenientes de las cartillas de Comercialización de Plaguicidas de la División de Insumos Agrícolas del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) presentan graves errores de información (discrepancias en cantidades totales de plaguicidas vendidos versus cantidades específicas por ingrediente activo, especialmente en los años 1996, 1997 y 1998) al igual que un cambio sustantivo de metodología a partir de 1997 (introducción de cantidades en litros) y de 1999 (aparición de nuevas clases de acaricidas, fumigantes y otros I.A. en 2000 – 2001, algunos de los cuales desaparecen como clases en 2002) que le resta confiabilidad a los datos aportados por esa institución.

---

Con tales deficiencias no es posible realizar afirmaciones confiables sobre el comportamiento de la venta de plaguicidas en Colombia. Con todo, el panorama que queda es el de oscilaciones recurrentes y una tendencia general alcista en los últimos años del análisis.

**Tabla 8. Ventas nacionales de plaguicidas en Colombia por tipo de producto durante el período 1975 – 1995.**

AÑO	TOTAL	INSECTICIDAS		HERBICIDAS		FUNGICIDAS	
		Toneladas	%	Toneladas	%	Toneladas	%
1975	16551	7519	45,4	4553	27,5	4479	27,1
1976	17462	10338	59,2	3356	19,2	3768	21,6
1977	23656	15223	64,4	3532	14,9	4901	20,7
1978	15766	6127	38,9	5165	32,8	4474	28,4
1979	12927	4138	32,0	4880	37,8	3909	30,2
1980	12572	3641	29,0	4621	36,8	4310	34,3
1981	12211	3159	25,9	4599	37,7	4453	36,5
1982	12853	2836	22,1	5203	40,5	4814	37,5
1983	14354	3237	22,6	5672	39,5	5445	37,9
1984	15460	3523	22,8	6001	38,8	5936	38,4
1985	17046	3912	22,9	6113	35,9	7021	41,2
1986	16229	3671	22,6	6257	38,6	6301	38,8
1987	23379	3912	16,7	6530	27,9	12937	55,3
1988	21484	4705	21,9	6098	28,4	10682	49,7
1989	19968	3694	18,5	7207	36,1	9067	45,4
1990	17602	4006	22,8	6573	37,3	7023	39,9
1991	16396	3507	21,4	6368	38,8	6521	39,8
1992	14947	2645	17,7	6067	40,6	6235	41,7
1993	14718	2250	15,3	5719	38,9	6749	45,9
1994	16358	2534	15,5	7454	45,6	6736	41,2
1995	19806	4204	21,2	8322	42,0	7280	36,8
1996	17425	2794	16,0	7273	41,7	7358	42,2
1997	15902	2747	17,3	6205	39,0	6950	43,7
1998	17499	2753	15,7	6555	37,5	8191	46,8
1999	42187	5656	13,4	12397	29,4	24134	57,2
2000	15390	3572	23,2	3266	21,2	8552	55,6
2001	23207	3320	14,3	10102	43,5	9785	42,2
2002	18833	891	4,7	2795	14,8	15147	80,4
TOTAL	502188	120514	24,0	168883	33,6	213158	42,4

**Fuente:** Henao (1994) para la serie presentada hasta 1996. De ahí en adelante la información proviene de las cartillas anuales de Comercialización de Plaguicidas de la División de Insumos Agrícolas del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Los datos de 1996 en adelante no incluyen las formulaciones líquidas ni las ventas de coadyuvantes

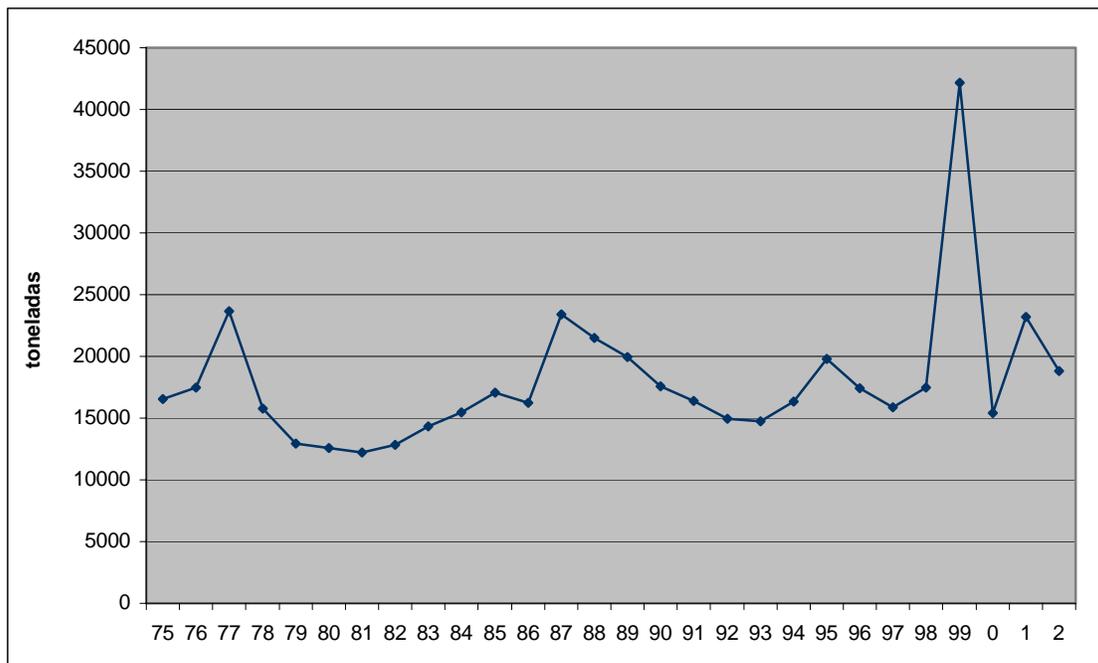
El panorama descrito se agudiza al adicionar al análisis el flujo de estas sustancias por contrabando y piratería y el consumo de plaguicidas en los cultivos de uso ilícito utilizados tanto para su protección contra plagas y enfermedades, como para su erradicación.

Sobre el primer punto no existen estadísticas oficiales. Vergara (1995) citado por Nivia, (*op.cit.*), afirma que en Antioquia el Comité Departamental de Plaguicidas detectó ventas urbanas sin licencia de productos para matar piojos como Piorel y Fiscapin.

En relación con el segundo punto que se refiere al uso de agrotóxicos en los cultivos de coca, existe poca información disponible.

Por un lado, Villa (1988) estimó cifras aproximadas de 15,4 kg de herbicidas, 321,8 kg de fertilizantes y 7,7 kg de plaguicidas utilizadas al mismo tiempo en la obtención y erradicación de coca al año. Para un área de 78.000 has, calculada para 1998, tales cifras equivalían a aplicaciones de 1.200 toneladas de herbicidas, 25.100 toneladas de fertilizantes y 600 toneladas de plaguicidas (26.900 toneladas totales) bajo el supuesto que la producción y la erradicación se dan simultáneamente en la totalidad del área calculada.

**Figura 11. Variación en el uso total de plaguicidas en Colombia, durante el período 1975 - 1995 (toneladas de Ingrediente Activo). Fuente: Henao, 1994 para el período 1975 - 1994 y División de Insumos Agrícolas del ICA para los años 1995 - 2002). No incluye formulaciones líquidas.**



Por su parte Nivia (2001 b) calculó una utilización de 10.3 litros por hectárea de glifosato, en la erradicación química de la coca, lo cual para las casi 130.000 has que se estimaban para el año 2001 daría cantidades cercanas al millón trescientos cuarenta mil litros (1.340.000) de la sal isopropilamina de glifosato, regadas de manera concentrada en un área que no alcanza a ser el 2.7% de la superficie agrícola nacional o el 0,11% del total. Estos 1.340.000 litros de glifosato contrastan con las casi 8.000 toneladas de herbicidas que se utilizaron en todo el país en 1995.

Recientemente Solomon *et. al.* (2005), mostraron que en la producción de cultivos de coca se utiliza una amplia gama de productos químicos que van desde los herbicidas paraquat, 2,4-D, y glifosato, pasando por insecticidas de clase I como carbofuran, endosulfán, metamidofos, metil - parathion y monocrotofos hasta fungicidas como mancozeb y oxiclورو de cobre, en dosis y cantidades no precisadas.

Ruiz (2006), citando el " Estudio de impacto ambiental ocasionado por las sustancias químicas, los cultivos de uso ilícito y las actividades conexas" de la Dirección Nacional de Estupefacientes (DNE) indica que entre 1999 y 2001 se utilizaron los siguientes herbicidas e insecticidas, en dosis / hectárea que podrían ser muy altas comparadas con la agricultura comercial lícita (para

hacer las comparaciones respectivas falta coleccionar todavía información precisa sobre tipos, dosis, frecuencias y momentos de aplicación de insecticidas, fungicidas y herbicidas en los cultivos de coca y amapola, por regiones).

**Tabla 9. Uso de Algunos Agroquímicos en Cultivos de Coca Reportados por la Dirección Nacional de Estupefacientes (DNE)**

AGROQUÍMICO	TIPO	1.999		2000		2001	
		TOTAL	POR HECTÁREA	TOTAL	POR HECTÁREA	TOTAL	POR HECTÁREA
Paraquat (gl)	Herbicida	640.476	4,00	653.156	4,00	1.293.632	8,93
Dinitroanilinas (L)	Herbicida	1.280.952	8,00	1.360.312	8,33	2.641.264	18,24
Carbamatos (L)	Insecticida	153.714	0,96	156.757	0,96	310.471	2,14

Por fuera de las zonas de conflicto armado, las áreas más afectadas por el consumo de agrotóxicos corresponden a los altiplanos Cundiboyacense y de Río Negro, las llanuras del Tolima y del Huila, la zona Tocaima-Girardot-Espinal, el valle del río Sinú y algunas zonas agrícolas de Boyacá y Norte de Santander (Aquitania, valle de Samacá, Abrego y Lebrija). Ello también ha ocasionado deterioro en ecosistemas de importancia nacional, como la Ciénaga Grande de Santa Marta (banano, palma africana y arroz), la Ciénaga de Zapatoza (palma africana), en las cuencas de los ríos Meta (arroz, algodón), Ariari (arroz), Cauca (caña de azúcar), Caquetá (arroz), Saldaña y Coello (arroz y algodón), Cesar (algodón), región de la Mojana (arroz), altiplano Cundi-Boyacense (flores, papa, hortalizas), bosques alto andinos (amapola), parámos y subparámos (papa) y selvas de la Amazonia (coca).

#### • Los Plaguicidas en los Costos de Producción

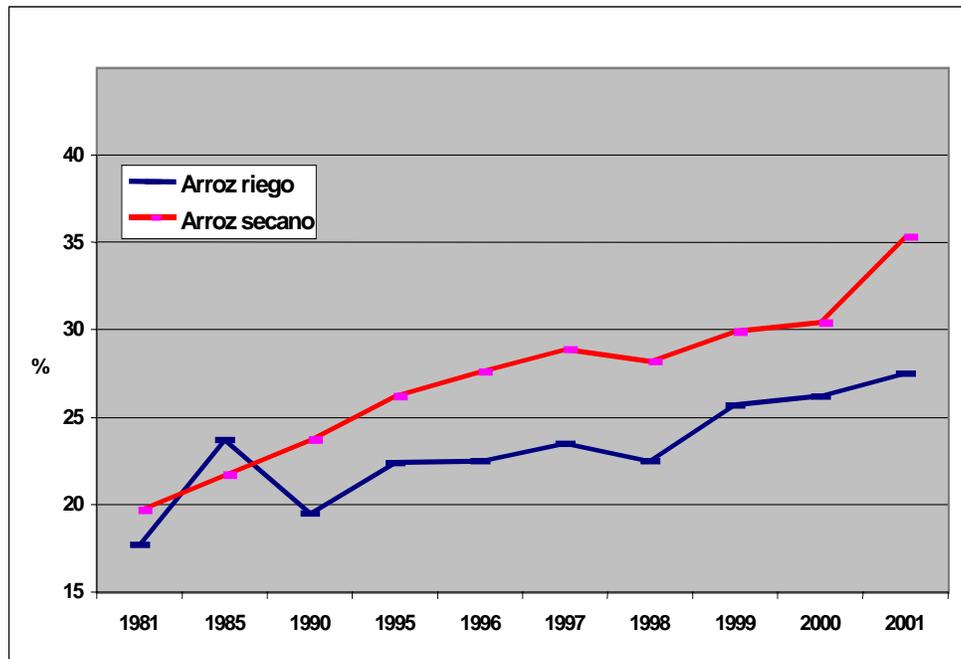
En algunos cultivos más que en otros, la adquisición de plaguicidas constituye porcentajes significativos en los costos de producción. Por ejemplo, es ampliamente conocido que en los cultivos de papa se utilizan regularmente cantidades excesivas de fungicidas, herbicidas, insecticidas y bactericidas para el control de plagas y enfermedades que, en el caso de pequeños agricultores de la Sabana de Bogotá, pueden significar porcentajes cercanos al 31.3% de los costos de producción (\$ 2.125.000.00 / ha) y en el caso de agricultores grandes el 27.4% (\$2.875.000.00 / ha)<sup>8</sup>

En el cultivo de arroz estos costos pueden representar entre el 25 y el 35% de los costos totales y han venido aumentando de manera sostenida, pasando del 17% en 1981 al 27% en 2001 para arroz riego y del 19 al 35% para arroz seco mecanizado (figura 12) situación que refleja el aumento de arvenses, de insectos competidores y/o de enfermedades (León, *op.cit.*).

El autor citado elaboró la tabla 10 con base en registros aislados y específicos que muestra tendencias generales en la manera como los costos de protección fitosanitaria inciden en los costos totales de cada sistema productivo. En ella muestra que, cultivos como palma africana utilizan plaguicidas que generan costos hasta del 46% en las fases de instalación y del 15% en las fases de mantenimiento de los cultivos. En otros rubros como algodón, cítricos, plátano y maíz tales costos fluctúan entre el 24 y el 19% de los costos totales.

<sup>8</sup> Pesos corrientes de 2002 con una tasa de cambio de \$2.600 pesos por dólar)

**Figura 12. Costos de Protección del Cultivo de arroz en Colombia (1981A - 2001A)**



Fuente: Arroz en Colombia, Fedearroz (2001).

### • Consumo de Plaguicidas por Tipo de Cultivo

En términos generales, se puede indicar que para 1996, el 54% del consumo total de agroquímicos en el país, se concentró en tres sistemas productivos: arroz (21%), papa (19%) y pastos (14%). Le siguen en importancia banano (7%), caña de azúcar (6%), café y hortalizas (5%), algodón, flores y maíz (4%) y tomate – frutales (3%) (Ministerio del Medio Ambiente, 1998)

Por su parte en los cultivos de flores es en donde se realiza la mayor concentración en las dosis (concentraciones de 196.8 kg / ha a 188.6 kg / ha entre 1991 y 1995<sup>9</sup>). En este mismo lapso las concentraciones se incrementaron en banano (de 21.6 kg / ha a 32 kg / ha)<sup>10</sup> y en arroz (8.6 kg / ha en 1991 y 10 kg / ha en 1995). En el algodón se redujo tanto el consumo de agrotóxicos de 3607 a 792 toneladas como la concentración de sus aplicaciones que pasaron de 14.6 kg / ha a 9.7 kg / ha, debido en parte a la disminución del área sembrada.

En términos generales los cultivos de algodón, arroz, sorgo, maíz, papa y flores consumen la mayor parte de los insecticidas. Los cultivos de papa, arroz, banano, cebada, flores, hortalizas, así como el tratamiento de semillas concentran más del 90% de los fungicidas y los cultivos de algodón, arroz, maíz, sorgo, soya, cebada y pastos utilizan más del 50% de los herbicidas, en un patrón de uso muy estable.

<sup>9</sup> La reducción se debe probablemente a la implantación de medidas de carácter ambiental contempladas dentro del Programa Florverde impulsado por ASOCOLFLORES, el cual pretende lograr el adecuado uso de los recursos para en el largo plazo y mejorar la rentabilidad y competitividad de las empresas del sector floricultor colombiano dentro de un concepto de desarrollo sostenible, como exigencia para poder mantenerse en el mercado internacional

<sup>10</sup> Posiblemente debido a los buenos precios existentes en el mercado internacional que conllevaron el incremento en un 42% del área sembrada entre 1987 y 1996.

- **Los Fertilizantes en Colombia.**

El abonamiento orgánico que se realiza a partir del reciclaje de residuos de las fincas, del aprovechamiento de las coberturas vegetales o del uso de compost no entra en las estadísticas del sector agrario, a pesar de su indudable valor agronómico, económico y ecosistémico y de su utilización masiva principalmente en fincas campesinas. La información oficial solo recoge los datos de utilización de fertilizantes de síntesis. Esto constituye una grave falencia del sistema de información, puesto que el abonamiento orgánico es una práctica extendida en varios subsectores agrícolas, que cada vez está siendo más impulsada incluso desde el mismo sector oficial.

Por otra parte, el país está reduciendo el uso de fertilizantes de síntesis química en sus presentaciones de venta (sólidos y líquidos) y en sus modalidades de composición química (compuestos o simples).

Con excepción de las formulaciones compuestas 10 – 20 – 20 y Triple 14, el resto de fertilizantes sólidos presentó crecimientos negativos de ventas durante el período 1988 – 1992, al igual que la totalidad de las formulaciones simples (nitrogenadas, fosfóricas y potásicas). La tendencia es similar para los fertilizantes líquidos.

**Tabla 10. Porcentajes del costo de uso y aplicación de plaguicidas en los costos totales de producción de algunos cultivos en Colombia.**

CULTIVO	SISTEMA DE PRODUCCIÓN	COSTOS TOTALES (HA) (000/HA)	COSTOS PLAGUICIDAS (000/HA)	%	FUENTE
Palma	Establecimiento de plantación en Meta	1697	782	46	Ministerio de Agricultura (2001). Semestre 2001 A
Papa	Producción tradicional en Nariño	3.336	1.268	38	Ministerio de Agricultura (2001). Semestre 2001 A
Papa	Pequeño productor en Cundinamarca	6.791	2.499	37	Congelagro S.A: Semestre B 2002.
Arroz secano	General para el país	2.209	780	35	Fedearroz, 2001 (para el semestre A de 2001)
Papa	Gran productor tecnificado Cundinamarca	10.487	3.282	31	Congelagro S.A: Semestre B 2002.
Arroz riego	General para el país	2.975	818	27	Fedearroz, 2001 (para el semestre A de 2001)
Arroz	Promedio general de productores zona centro	1665	428	25	IICA, 2000. Semestre B de 1999.
Algodón	Sistemas tecnificados en el departamento del Cesar	2.257	545	24	Ministerio de Agricultura (2001). Para el semestre B de 2001.
Cítricos	Plantaciones tecnificadas en Quindío	691.9	155	22	Ministerio de Agricultura (2001). Semestre 2001 A
Maíz	Cultivos tecnificados en Huila	1176	257	22	Ministerio de Agricultura (2001). Semestre 2001 A.
Plátano	Pequeño productor tecnificado en zona cafetera	2.073	408	19	Aranzazu <i>et. al.</i> (2001). Pesos de oct/2000 para el año 3 de producción.
Maíz	Cultivos tecnificados en Cesar	626.5	105	17	Ministerio de Agricultura (2001). Semestre 2001 A
Palma	Sostenimiento de plantación en Nariño.	1.025	150	15	Ministerio de Agricultura (2001). Semestre 2001 A

Este comportamiento puede ser explicado en parte atribuyéndolo a los factores de violencia que afectan las posibilidades materiales de existencia de los propietarios agrícolas y su capacidad económica para adquirir tales insumos. Por otro lado, el país no cuenta con estadísticas de utilización de materiales orgánicos que bien pueden ser utilizados como sustitutos de la fertilización química, dado sus bajos costos de adquisición. En esta sustitución podría encontrarse otra parte de las explicaciones a la tendencia decreciente del uso de fertilizantes químicos de síntesis.

- **Las Variaciones en la Mecanización Agrícola**

En Colombia existen claras diferencias en el acceso a la maquinaria agrícola en función del tipo de productor: con algunas excepciones, los agricultores campesinos en general no mecanizan sus labores por la imposibilidad de adquirir tractores e implementos y por las dificultades de acceso y movilidad en las regiones montañosas andinas. El subsector agroindustrial, en cambio, accede con mayor facilidad a la maquinaria agrícola bien sea a través de compras directas o apelando a las facilidades que ofrece el Estado, utilizando por ejemplo el Incentivo a la Capitalización Rural (ICR), aunque la intencionalidad de éste sea darle un trato preferencial a los pequeños productores

Durante el período 1998-2002 el Ministerio de Agricultura destinó recursos para el ICR por valor de \$137.676.000 (US\$ 49000) y en 2002 los principales rubros financiados a cada cadena se distribuyeron de tal suerte que predominaron las inversiones en adecuación de tierras y la compra de equipos y sistemas de riego sobre la adquisición de maquinaria agrícola. Un hecho constatado por varios estudios es que la mecanización, vista a través de la adquisición de tractores y combinadas, ha venido disminuyendo en el país (Sánchez, 2003).

### ***El parque de tractores y combinadas***

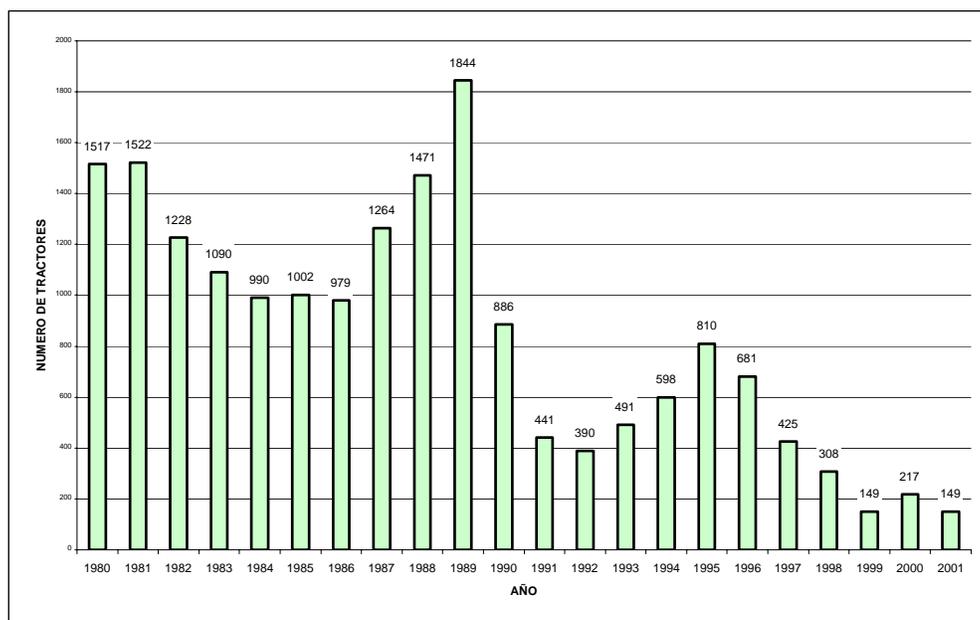
De acuerdo con Murcía (2004), el parque de tractores disponible en Colombia sería de 5.379 unidades que ingresaron al país durante el periodo comprendido entre 1990 y 2001, sin contar con aquellos adquiridos antes de esa fecha, que conforman lotes obsoletos. Bustamante (1994) indicaba que ya para 1994 la edad de la mayor parte de los tractores utilizados en Colombia fluctuaba entre 11.2 y 13.9 años. La misma autora indica que la demanda efectiva de este tipo de tecnologías de mecanización provino casi exclusivamente de grandes y medianas explotaciones de cultivos transitorios y ganaderías intensivas y semi intensivas, quedando por fuera casi la tercera parte del área bajo explotación, representada en predios menores de 10 hectáreas y por la agricultura de ladera.

En la figura 13 puede apreciarse que en los últimos 20 años se registran dos períodos diferentes en la adquisición de este tipo de vehículos: por una parte, entre 1980 y 1989 el promedio alcanzó 1290 unidades / año y entre 1990 y 2001 el promedio bajó a 462 tractores /año, reflejando de algún modo la crisis del sector agrario. El punto de quiebre fue el año 1989 en donde se vendieron 1844 tractores y el año 1990 en el que tal cifra bajó abruptamente a 886 unidades para continuar descendiendo hasta niveles de 149 tractores en 2001.

Igual sucede con las combinadas. En la figura 14 se puede observar una tendencia similar a la de los tractores, con un punto de quiebre en 1998 y repunte en el año 2000. De comercializarse 119 combinadas en 1989, se pasó a 1 en 1998, con un promedio de 3 combinadas / año entre 1992 y 1999.

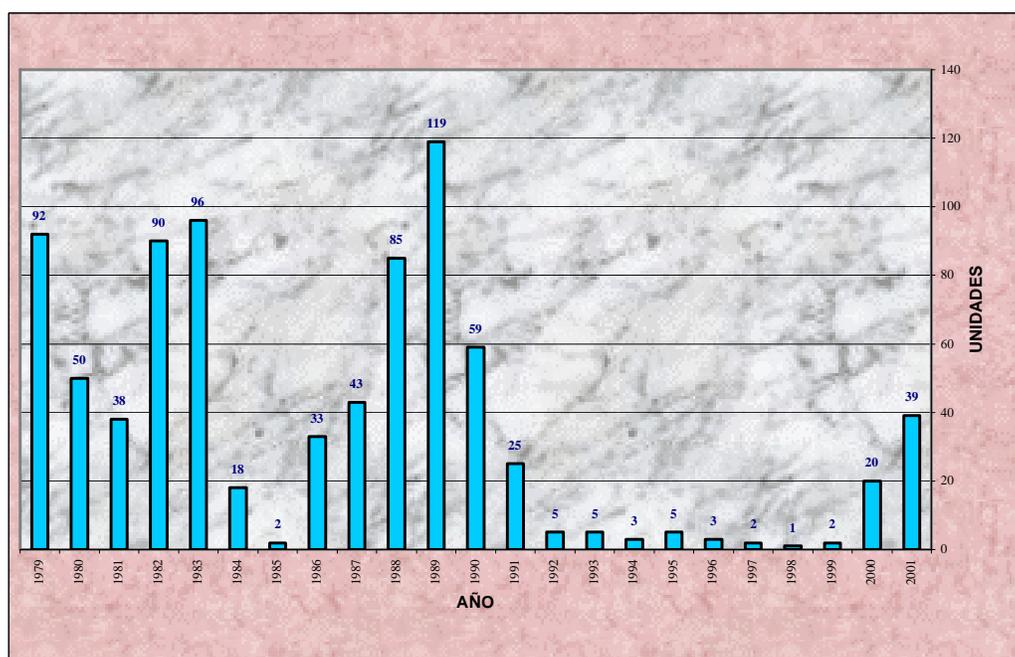
---

**Figura 13. Variación en el número de tractores importados por Colombia (1980 – 2001). Fuente: Casa Toro S.A.**



En Colombia la disponibilidad de combinadas es mínima. Se estima, con base en datos de las importaciones y fuentes de las casas comerciales, una existencia desde 1979 de 835 combinadas en el territorio nacional.

**Figura 14. Variación en el número de combinadas importadas por Colombia (1979 – 2001). Fuente: Casa Toro S.A.**



### **Mecanización convencional y alternativa**

En relación con los implementos utilizados, es posible afirmar que la mayor parte de ellos se adaptan a las tendencias de la agricultura convencional y no existen industrias que diseñen y comercialicen sistemas agrícolas adaptados a las condiciones especiales de los suelos tropicales de montaña y de las zonas planas en donde juegan papeles importantes tanto la inclinación de las pendientes como la fragilidad del suelo expresada en su alta dinámica de transformación de la materia orgánica.

Por ejemplo, en la región del Caribe húmedo (municipios de Montería, Cereté, San Carlos, San Pelayo, Ciénaga de Oro y Cotorra), se utilizan implementos convencionales para la preparación de suelos tales como: rastrillos (75% de los productores), arada con disco (54%), cincel rígido y rotatorio (5%), que en su mayoría dejan los suelos en finas capas de polvo listos para la siembra (Corpoica, 2002). Adicionalmente se utiliza maquinaria pesada para labores de siembra, aplicación de plaguicidas y recolección de cosechas.

De igual manera, para la región del Valle del Cauca se utilizan corrientemente equipos como cincel rígido, cincel vibratorio, rastras aradoras pesadas (romes), implementos para correctivos y enmiendas con abonadoras, equipos de siembra, abonamiento y equipos de riego impulsados o transportados por tractores pesados.

Por otro lado, la mayor parte de los operadores de estas máquinas no aplican las recomendaciones técnicas en el sentido de labrar la tierra cuando el suelo presente contenidos adecuados de humedad, calibrar adecuadamente los equipos o respetar las especificaciones de velocidad de los tractores. En este sentido, las recomendaciones técnicas sobre velocidad óptima de los tractores para evitar la degradación de suelos se sitúan entre 5 y 6 Km / h pero la velocidad de más del 90% de los tractoristas en diferentes regiones del país, alcanza promedios de 10 a 15 Km / h, generando efectos detrimentales en el suelo.

Los resultados de estas acciones han sido documentados en distintos informes aislados que muestran problemas de compactación de suelos, baja de fertilidad, deficiencias en intercambios gaseosos, erosión y pérdida de nutrientes y de materia orgánica.

La evolución de la mecanización, medida en importación y parque de tractores, muestra que entre 1970 y 1992, la importación de estos vehículos decreció a una tasa anual promedio de -5%, mientras que el stock de los mismos con la hipótesis de 15 y 20 años de vida útil, disminuyó a un ritmo anual de -2.4% y -1.6%, respectivamente (Henao, 1994).

Respecto a la edad promedio calculada para el parque de tractores, ésta oscila entre 11.2 y 13.9 años, según se consideren 15 o 20 años de vida útil, observándose una tendencia incremental, hecho que refleja un problema de obsolescencia generalizada que implica altos costos de operación por mantenimiento, reparaciones e ineficiencia técnica.

En cuanto a intensidad de la mecanización, medida en área por tractor, la tendencia de todo el período es de tipo incremental, es decir, que cada vez más un solo tractor tiene que atender una mayor cantidad de hectáreas. El índice pasó de 71 hectáreas en 1970 a 146 hectáreas en 1992. La densidad, por lo tanto, disminuyó en casi un 100%.

La demanda efectiva de este tipo de tecnologías de mecanización provino mayoritariamente de grandes y medianas explotaciones de cultivos transitorios y ganaderías intensivas y semi intensivas, quedando casi por fuera la tercera parte del área bajo explotación, representada en predios menores de 10 hectáreas y por la agricultura de ladera (Henao, *op.cit*).

---

La importación de tractores durante el periodo comprendido entre los años 1990 y 1997, pasó de 891 unidades a 413, observándose igualmente una disminución en la potencia de los mismos que de 86.5 HP en 1990 pasó a 38.8 HP en 1997, hecho que demuestra la reducción de la mecanización del suelo en el país durante el periodo evaluado, por lo menos en lo que respecta a este tipo de maquinaria. Para 1985, 1990 y 1996, la superficie mecanizada en el país fue de 2.1, 2.8 y 1.8 millones de has, mientras que el potencial de mecanización convencional mediante el uso de tractores para labranza, labores de cultivo y cosecha mecánica es de 10.3 millones de has.

No obstante, es necesario mencionar que solamente el 1.01% de las tierras en Colombia pueden ser sometidas a uso agrícola mecanizado sin limitaciones (clases I y II). Para los demás suelos se deben tener en cuenta consideraciones especiales sobre manejo y conservación de suelos. El Valle del Cauca, Tolima, Córdoba y el altiplano Cundiboyacense cuya topografía es plana, concentran las zonas mecanizables de Colombia.

Algunas de las razones que han restringido la mecanización en el país tiene que ver con: 1. la estructura de la tenencia y distribución de la tierra, 2. los patrones de uso del suelo, 3. las condiciones agroecológicas, 4. la topografía, 5. el alto costo de la maquinaria, 6. las altas tasas de interés de los créditos, 7. la falta de seguridad en el campo para las inversiones, 8. los altos costos de oportunidad de la inversión, 9. la disminución del área mecanizada para cultivos transitorios, 10. el menor uso de tractores en la producción de pastos y cultivos permanentes y 11. la introducción de labranza mínima o reducida en los cultivos de rotación.

Los datos anteriores tomados globalmente muestran una disminución real en la adquisición de tractores y probablemente de los implementos de trabajo (arados, rastrillos, sembradoras...) que afecta esencialmente a la agricultura comercial pero que también incide en la economía campesina, en la medida en que algunos pequeños agricultores utilizan estas tecnologías. Este cambio no es atribuible a nuevas orientaciones tecnológicas hacia la agricultura ecológica (que entre otras cosas no se opone al uso de tractores) sino más bien a las condiciones de crisis económica e inestabilidad social que acompañan la guerra crónica que ha sufrido el país.

Por su parte, varios investigadores y productores impulsan programas de labranza de conservación (siembra directa o labranza reducida) en regiones y cultivos importantes del país (tabla 11).

**Tabla 11. Área estimada consolidada en siembra directa y labranza reducida en maíz, soya, sorgo, algodón y arroz en las regiones Caribe, Llanos Orientales, Valle y Tolima.**

SISTEMA	ÁREA EN SIEMBRA DIRECTA (HA)				ÁREA EN LABRANZA REDUCIDA (HA)			
	2000	2001	2002	2003*	2000	2001	2002	2003*
Soya	5.050	6.675	7.865	2.000	975	1.700	1.920	500
Maíz	4.550	11.000	9.100	1.220	12.657	13.386	12.382	1.800
Sorgo	1.600	3.500	3.300					
Algodón	24.138	26.029	18.005					
Arroz	10.000	10.000	5.000					
<b>Total</b>	<b>45.338</b>	<b>57.204</b>	<b>43.270</b>	<b>3.220</b>	<b>13.632</b>	<b>15.086</b>	<b>14.302</b>	<b>2.300</b>

Fuente: Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuarias – Corpoica, Tibaitatá, 2004.

Como puede observarse en la tabla anterior, rubros productivos como el algodón, que en la década de los años setenta sufrió graves problemas de manejo de suelos, en la actualidad le apuestan a siembras directas en alta proporción, con el propósito expreso de recuperar áreas degradadas.

En el caso específico del Caribe húmedo, la labranza de conservación se inició desde 1984, con prácticas de labranza cero en la siembra de algodón en el Valle del Sinú, para realizar dos cosechas al año. La siembra directa se hace sobre los residuos de la cosecha de maíz. En el Piedemonte Llanero, el desarrollo de la labranza de conservación se inició con Pronatta (Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria) entre los años 1998 - 2000, en los cultivos de maíz-soya y arroz-soya. La empresa Monsanto colocó a disposición de los productores un banco de 14 sembradoras de siembra directa. En el Valle del Cauca, en los últimos años, aproximadamente el 60 % del área total sembrada en maíz y el 80 % de la sembrada en soya se han establecido en siembra directa en la zona del distrito de riego de Roldanillo – La Unión – Toro (Corpoica, *op.cit.*).

Otros trabajos interesantes que se han desarrollado en este sentido han sido promovidos por la GTZ (Oficina de Cooperación Alemana) y la Corporación Autónoma Regional de la Sabana de Bogotá (C.A.R.) en varias zonas de los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, al igual que por la Fundación AgroBiológica Colombiana en el Tolima.

- **Las Variaciones en el Área Irrigada**

### ***Adecuación de tierras y distritos de riego en Colombia***

Colombia posee un potencial de área adecuada de aproximadamente 6.6 millones de hectáreas, de las cuales han sido acondicionadas para riego y drenaje cerca de 842.000 ha. De ellas, 522.000 (62%) corresponden a proyectos del sector privado y 320.000 has (38%) a intervenciones del Estado, que ha participado en la construcción de distritos de riego y drenaje de tamaño grande, mediano y pequeño (INAT, 1998)<sup>11</sup>. León (*op.cit.*) realizó un resumen de las principales características de los Distritos de Riego que se presenta en los párrafos siguientes, acompañado de algunos comentarios pertinentes realizados por la Contraloría General de la República, en relación con la gestión de los mismos.

### ***Los distritos de riego a mediana y gran escala***

Para el año 2000 estaban construidos 26 distritos de riego de mediana y gran escala<sup>12</sup>, con una extensión aproximada de 246.962 ha. Por área adecuada se destacan los departamentos de Tolima (84.631 ha), Córdoba (50.000 ha) Atlántico (38.200 ha) y Magdalena (31.209 ha).

De acuerdo con Gómez (2002) se puede afirmar que la mayoría de estos distritos de riego en Colombia presentan o son susceptibles a procesos de degradación de suelos como salinización, compactación, pérdida de materia orgánica, erosión y contaminación causadas por tecnologías y actividades adversas aplicados en ellos por más de 40 años. Sin embargo el país

---

<sup>11</sup> La Contraloría General de la República (2002) presenta cifras ligeramente diferentes: 7,4 millones de hectáreas requieren de algún tipo de infraestructura en riego. De las áreas agrícolas, tan sólo 900 mil hectáreas son irrigadas y de éstas, el 28% (259 mil hectáreas) han sido cubiertas por inversión pública, cifra que según esta entidad, no ha presentado una modificación significativa en los últimos veinte años.

<sup>12</sup> Los distritos de gran escala equivalen a obras realizadas en predios superiores a 5000 ha, los de mediana escala entre 500 y 5000 ha y los de pequeña escala entre 20 y 500 ha.

---

no cuenta con un programa de evaluación y monitoreo de este problema que proponga las soluciones adecuadas de manejo, soluciones que pasan, entre otras cosas por actividades técnicas mínimas, como la ejecución de los balances hídricos de las actividades productivas, a fin de planear a corto y largo plazo la distribución de agua.

En este sentido existe preocupación sobre el uso excesivo del agua en muchos distritos de riego, situación que afecta no solo la eficiencia económica de la producción sino que representa mayores pérdidas de suelos, incrementos en los flujos de nutrientes y contaminación creciente. Nuevamente el país se enfrenta a la ausencia de información primaria sobre estos aspectos por carencia de programas de monitoreo, control y evaluación *in situ*.

No obstante la falta de información general, se poseen algunos datos al respecto. De acuerdo con el Instituto Nacional de Adecuación de Aguas y Tierras (INAT, 2001)<sup>13</sup>, los distritos de riego construidos por el Estado en Colombia, generalmente por gravedad, presentan eficiencias bajas que van desde el 20 al 50%, debido a pérdidas relacionadas con filtraciones y evaporación de las masas de agua.

Consultplan (1998) revela además que, en el Distrito Río Prado, se aplican entre 20 y 40 mil metros cúbicos por hectárea y cosecha, en tanto que en el Distrito Río Zulia se utilizan entre 10 y 20 mil. En el Distrito R.U.T. se aplican 2 mil metros cúbicos / ha /cosecha, aunque allí el riego es complementario. En el Distrito de Riego de la Ramada, Argüello (*com.per.*) afirma que los productores utilizan entre 40 a 60 m<sup>3</sup> / ha cuando las recomendaciones técnicas no van más allá de 20 m<sup>3</sup> / ha.

En casi ningún distrito de riego de Colombia las aplicaciones de agua se hacen en forma técnica, siguiendo parámetros como tipo y requerimientos del cultivo, clima, tipo de suelos y uso consuntivo. Es más, las preocupaciones giran en torno a los procesos de operación y mantenimiento de los distritos como un todo, pero sin dar similar importancia a la aplicación del riego en las fincas, en los predios, en donde los agricultores no tienen orientación alguna al respecto.

En el campo ecosistémico, la situación puede ser más grave: un estudio de evaluación ambiental contratado por el INAT con firmas privadas, basado en visitas de campo pero no en mediciones directas de variables biofísicas, describe como principales problemas relacionados con distritos de riego, los siguientes (INAT, *op. cit.*):

En las fases de construcción:

- ❑ Pérdida de ecosistemas estratégicos por desecación de algunas ciénagas.
- ❑ Disminución de la biodiversidad asociada a esos ecosistemas.
- ❑ Modificaciones del paisaje.
- ❑ Cambios en los regímenes hídricos locales.
- ❑ Reducción de recursos pesqueros en zonas aledañas a los distritos.

En las fases de operación

- ❑ Erosión en taludes de canales y en márgenes de ríos.

---

<sup>13</sup> Documento INAT, 2001: Sugerencias para la reglamentación artículo 43 Ley 99/93 .

---

- ❑ Salinización de suelos, sodificación y toxicidades por incremento de elementos menores.
- ❑ Compactación de suelos.
- ❑ Elevación del nivel freático.
- ❑ Procesos de eutroficación en canales
- ❑ Sedimentación en embalses
- ❑ Contaminación de suelos y aguas por agroquímicos
- ❑ Captación de aguas residuales municipales utilizadas en riego
- ❑ Riesgos de inundaciones
- ❑ Deforestación en las cuencas abastecedoras.
- ❑ Enfermedades bacterianas, virales, desintería amibiana y helmintiasis en usuarios por contacto con aguas sin tratar

En su evaluación del impacto ambiental de las actividades agrícolas intensivas sobre los suelos colombianos, Gómez (*op. cit.*) advierte que en las áreas de desertificación actual se ubican 15 de los 23 distritos de riego administrados por INAT – Usuarios y la totalidad de los distritos de riego se localizan en las áreas potenciales para sufrir desertificación. Un estudio de la Universidad Javeriana afirma que el 32.2% del área de los 15 distritos localizados actualmente en ecosistemas secos se encuentra en procesos de desertificación. Con el escenario de duplicación de dióxido de carbono y de probable calentamiento de la atmósfera, la misma Universidad estima que el 91.3% del área de los distritos se vería afectada por estos procesos de desertificación.

### **Los distritos de riego de pequeña escala (DREPES)**

De otro lado, a partir de 1983 y hasta el año 2001 se habían construido 568 Distritos de Adecuación de Tierras de Pequeña Escala (DREPES), los cuales cubrían 39.472 hectáreas y beneficiaban a 25.302 familias. No obstante, debido a problemas de funcionamiento, por fallas en los estudios y diseños, por errores en la construcción o por mala operación, solo estaban activos cerca de 353 DREPES (66%) que beneficiaban a 17.000 familias y cubrían 24.500 has (Martínez, 2001).

La mayor parte de los 353 DREPES en operación se ubican en la Región Andina en sectores de economía campesina, especialmente en Boyacá (49), Santander (36), Tolima (35), Nariño (32), Norte de Santander (31), Antioquia (26) y Cauca (22). En la Región Caribe, Atlántico posee 21 DREPES, Cesar 12 y Sucre 10.

Por otra parte, Herrera (2002) indica que de los 563 DREPES construidos hasta el año 2001, ninguno de ellos contaba con información sobre los volúmenes reales de agua utilizados en cada una de sus campañas de cultivo, de tal forma que se pudieran proyectar los requerimientos futuros debido a la ausencia de estructuras de medición y control. El mismo autor estimó, para casi todos los distritos de pequeña escala, una eficiencia en la aplicación del riego del 60%, debido a varias razones, una de ellas la falta de asistencia técnica adecuada.

A pesar de los elevados costos de construcción, Martínez (*op. cit.*) indica que la mayor parte de los DREPES no cumplen con los objetivos para los que se crearon, dado que tienen muy pocos beneficiarios, se utilizan en cultivos de muy poco valor y con bajos retornos de la inversión. Anota que ello se debe a diseños deficientes, sesgos hacia la ingeniería y poca atención al

desarrollo de las fincas. Además, enfatiza en que, con frecuencia, la selección de las inversiones públicas se guía más por criterios políticos que agrícolas o de ingeniería y en ocasiones los distritos se localizan en áreas que no son apropiadas para la intensificación de la agricultura.

### ***Sobre la gestión de los distritos de riego***

Los sistemas de aprovechamiento, conducción y aplicación de agua para aumentar la productividad de las tierras, también hacen parte de los paquetes de RV. Es indudable que los sistemas de riego generan impactos altamente positivos en el aumento de los rendimientos de cultivos y en la incorporación de nuevas áreas a la agricultura, aunque también es cierto que un uso inadecuado del agua puede provocar fenómenos de degradación de las tierras y de concentración de la propiedad.

Prácticamente todos los agricultores se preocupan por poseer sistemas eficientes de riego, los cuales son incorporados a los predios en función de las posibilidades económicas de los productores y de las características geomorfológicas de las fincas. En el país se encuentran desde sofisticados sistemas electrónicos hasta construcciones rudimentarias que a partir de mangueras conducen el agua a los predios desde quebradas, aljibes u otras fuentes de agua superficial y/o subterránea. A pesar de su importancia, éstas últimas tampoco aparecen en las estadísticas.

El primer sistema moderno de irrigación a gran escala en Colombia fue construido por la United Fruit Company en la última década del siglo XIX. A partir de entonces, las inversiones en este campo han continuado principalmente por el sector privado, estimándose una expansión promedio anual de 10.000 has / año a lo largo de la década de los 80 (siglo XX) con inversiones aproximadas de US \$3 a US \$8 millones anuales desde 1974, realizadas en gran parte por la industria azucarera.

Para 1990, la irrigación privada cubría aproximadamente 463.000 hectáreas equivalentes a un poco más del 60% de la superficie total irrigada (alrededor de 750.000 has), principalmente en los departamentos del Valle (202.000 has), Meta (57.000 has), Cesar (46.000 has), Cauca (35.000 has), Tolima (25.700 has) y Cundinamarca (18.000 has), destinadas especialmente al cultivo de caña de azúcar, flores, banano de exportación, arroz, sorgo, frijol soya, algodón y palma africana. Cabe mencionar que a excepción de Cundinamarca, los departamentos con áreas de irrigación privada, no contaban con importantes sistemas de irrigación financiados con inversión pública (González y Jaramillo, 1994)

En cuanto a la inversión en irrigación pública, ésta data de 1960 y fue estimulada en parte por la Ley de Reforma Agraria (Ley 153 de 1962). Para 1990 se contaba con 22 distritos que cubrían 337.000 has, de las cuales 288.400 se utilizaban para fines agrícolas. Alrededor del 62% de las parcelas tenían áreas inferiores a 5 has y el 79% se encontraban por debajo de las 10 has. Sin embargo, estas dos categorías solo ocupaban el 8.9% y el 21.5% respectivamente del área total irrigada o drenada, mientras que casi el 40% de la tierra irrigada por inversión pública se encontraba en predios con extensiones superiores a las 50 has. Pastizales y cultivos anuales de bajo valor relativo comprendían el patrón de siembras en estos distritos, cuya rentabilidad no podía cubrir los costos de un sistema de irrigación diseñado originalmente para un uso intensivo con suministro constante de agua.

La Contraloría General de la República (2002), es bastante severa en su crítica al sistema de gestión de los distritos de riego en Colombia: en el documento publicado sobre el particular,

afirma que...” la adecuación de tierras es un sistema desarticulado, con desconocimiento de los procesos realizados, duplicación y limitaciones en el acceso a la información, falta de coordinación y escaso establecimiento de normas claras de juego. Como consecuencia, los receptores finales, es decir, los usuarios de los distritos, son los más perjudicados al enfrentarse a un sistema escasamente conocido, que acoge parcialmente las demandas regionales, preferencial a la hora de asignar los recursos y además condicionado por los conflictos de orden público crecientes en las regiones...

...A su vez, los esfuerzos realizados en esta materia se han enfocado en la obtención de recursos destinados a la rehabilitación y complementación de los distritos de mediana y gran escala, imposibilitando la ampliación de la cobertura de las áreas potenciales, así como en el mejoramiento de las condiciones de vida de los productores. De tal manera y sin ir más allá de las inversiones en obras de rediseño, producto de la demora en la rehabilitación de los distritos, se ha ocasionado una sobrevaloración de las obras y, como consecuencia, costos no programados dentro del presupuesto; además de no contar con la planificación e implementación de mecanismos de control y protección ambiental propios de la actividad que se realiza.

...Unido a la carencia de recursos, la irregular administración de los mismos ha incrementado la brecha existente entre la programación y logro de los objetivos propuestos, sin contar con los problemas de carácter legal observados en algunas licitaciones realizadas para los estudios, diseño, construcción, rehabilitación y complementación de las obras. De igual manera, es manifiesta la inconformidad de los usuarios con las obras del Instituto Nacional de Adecuación de Tierras (INAT) con respecto a la calidad técnica de los trabajos, al punto que, en su mayoría, no están siendo utilizadas por falta de mantenimiento y readecuación...”.

El documento en cuestión también señala que la adecuación de tierras presenta fallas de equidad, puesto que, como se presenta en la tabla 12, el cultivo de arroz concentra casi el 60% de las inversiones realizadas, en detrimento de otros que requieren apoyo del Estado. Nótese en esta misma tabla que el 94% de las inversiones de riego se dirigen a cultivos predominantemente capitalistas y solamente el 4% a aquellos predominantemente campesinos, de acuerdo a la nomenclatura utilizada para esta clasificación por Forero (2002).

Finalmente, es necesario señalar que la Adecuación de Tierras en el país, acapara cuantiosos recursos del Estado:

**Tabla 12. Distribución de cultivos en los distritos de riego de Colombia.**

CULTIVO	%
Arroz	57%
Sorgo	10%
Palma Africana	7%
Soya	6%
Pastos	5%
Banano	5%
Algodón	4%
Maíz, Trigo, Cebada	2%
Hortalizas	2%
Otros	1%
Frutales	1%

Fuente: Política de Adecuación de Tierras – Contraloría Nacional de la República (2002)

---

Son tres las fuentes internacionales que han venido apoyando la financiación de la adecuación de tierras en el país. Los compromisos adquiridos provienen de los recursos externos, contratados a través de la cooperación internacional con préstamos con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) y un préstamo de la República China, principalmente en lo que se refiere a recursos destinados a la inversión.

Por su parte, el Gobierno destinó una contrapartida del Presupuesto Nacional equivalente en promedio al 25% del total del sector. Para el año 2000, el 30,2% del presupuesto nacional del sector agropecuario fue destinado a la adecuación de tierras en el país, monto que ascendió a los \$ 63.487 millones, mientras en la apropiación programada se esperaba la utilización del 13,5% para el mismo período.

En síntesis puede afirmarse que, en términos tecnológicos, el modelo de desarrollo agrícola en Colombia durante los últimos 20 años se ha orientado principalmente al consumo de plaguicidas. Las tendencias muestran marcados decrecimientos en el uso de fertilizantes y en la adquisición de maquinaria agrícola. Los sistemas de irrigación tampoco han crecido a ritmos constantes y en todo caso presentan problemas diversos, principalmente en su operación. La implementación de estas prácticas ha implicado a su vez grandes inversiones de capital asumidas principalmente por el sector privado y los grandes propietarios.

---



## **CAPÍTULO CUARTO. EL MODELO TRANSGÉNICO**

La revolución verde convencional que marcó la segunda mitad del siglo XX, se continúa en el XXI con otra verdadera revolución agraria, la revolución transgénica, de magnitud igual o tal vez superior a la del Neolítico, que signó el paso de los recolectores – cazadores a agricultores. Claro está que existen diferencias sustanciales entre ambas revoluciones tanto en lo que concierne a variables espacio – temporales como a parámetros tecnológicos. Pero en el fondo la transformación genética de plantas implica cambios sin precedentes, que señalarán nuevas vías para el ulterior desenvolvimiento cultural de las sociedades, tal como pasó durante la transformación neolítica.

El símil no es gratuito. La importancia de la transformación genética de plantas no radica solamente en las posibilidades materiales de incidir en la producción de cultivos, sino en el poder de los seres humanos para modificar los códigos contenidos en el ácido desoxirribonucleico o, en otras palabras, para modificar la naturaleza a su antojo.

### **4.1 ALGUNOS CONCEPTOS**

Sin ningún ánimo de establecer el estado del arte sobre el tema, pero atendiendo a la idea de ofrecer un marco mínimo de comprensión para aquellos legos en la materia, a continuación se transcriben textualmente algunas ideas recopiladas por Hernández (2005) sobre las bases biológicas y moleculares de la transgénesis. Los interesados pueden consultar, además, la copiosa literatura existente sobre el particular.

“...A escala molecular todo lo vivo funciona de la misma manera, bien sea que se trate de bacterias, hongos, protistas, plantas, animales o seres humanos. Las moléculas de la vida, el ARN (ácido ribonucleico) y particularmente el ADN (ácido desoxirribonucleico), tienen una estructura peculiar que les concede dos propiedades extraordinarias: la capacidad de copiarse a sí mismas, de reproducirse o autorreplicarse y la de almacenar y transmitir información genética. Cada segmento de ADN que contiene información para codificar una proteína es un gen. Los genes se agrupan en cromosomas...

El número de genes varía de un organismo a otro. El ser humano posee cerca de 40.000, la mosca *Drosophila* 14.200 y el nemátodo *Coenorhabditis elegans* 19.100. Algunos genes, llamados estructurales, no codifican proteínas; otros llamados reguladores, activan o desactivan los mecanismos mediante los cuales se codifica la producción de proteínas. Todo el conjunto de material genético de un organismo se conoce como genoma. En realidad, no todo el genoma está constituido por genes codificadores de proteína, los cuales alcanzan el 4%; el resto (96%) son secuencias de ADN que desempeñan otras funciones diferentes a la codificación de proteínas y que se consideran como ADN chatarra (junk), aunque este concepto está por reevaluarse...

La disciplina biotecnológica que intenta definir y secuenciar los genomas completos de los organismos vivos se conoce como genómica. Durante la década de los años noventa del siglo pasado se desarrolló bastante la llamada genómica estructural que implica la determinación de la secuencia completa de nucleótidos del genoma, identificando los genes que contiene; la genómica funcional, bastante menos desarrollada, busca caracterizar la utilidad de esos genes. Los primeros organismos cuyo genoma fue secuenciado en 1995, fueron las bacterias *Haemophilus influenzae* y *Mycoplasma genitalium*. El proyecto Genoma Humano, que se inició en 1987, ha arrojado muchos datos interesantes que permitirán la manipulación, para bien o para mal, de las características propias del *Homo sapiens*...

El genoma humano, por ejemplo, codifica más de 30.000 tipos diferentes de proteínas que desempeñan cada una, una función específica; las hay reguladoras de procesos biológicos, como las hormonas; catalíticas, como las enzimas que facilitan las reacciones bioquímicas; estructurales, como las que componen las membranas celulares; transportadoras, como la hemoglobina que transporta oxígeno en la sangre o defensivas, como las inmunoglobulinas. Las proteínas están formadas por cadenas largas de aminoácidos. Hasta hace poco se conocían 20 aminoácidos esenciales; a partir del 2002 se habla de 22, siendo los dos nuevos la pirrolisina y la selenocisteína.

El término Ingeniería Genética presenta cierta ambigüedad, pues la palabra "ingeniería" implica determinados grados de exactitud matemática, precisión, seguridad y control de los cuales carecen muchas veces estos procesos, que a menudo están regidos por el azar. Es mucho más descriptivo y menos ideológico hablar de tecnologías del ADN recombinante. Por ejemplo, una de las formas de insertar ADN foráneo en una planta consiste en la llamada Biobalística, que utiliza un "cañón de genes" con el cual se bombardea el tejido vegetal con partículas de tungsteno u oro recubiertas del ADN que se quiere insertar, las cuales se integran al azar con el genoma de la célula huésped. No es fácil predecir con precisión el nivel de expresión de los genes foráneos introducidos en una planta, debido a que el gen que se introduce puede quedar insertado en cualquier parte del genoma; incluso puede insertarse un número variable de copias del gen según la técnica empleada...

El proceso de construir moléculas de ADN recombinante para ser introducidas en células receptoras tiene dos fases: la primera se realiza *in vitro* y consiste en extraer el ADN de las células del organismo donante y su incorporación o adhesión a un vehículo transportador, conocido como vector (generalmente un plasmido o un virus), que es el que contiene el gen que interesa. La segunda fase consiste en implantar el vector en el organismo receptor, operación que se lleva a cabo *in vivo*. La técnica de "recortar y pegar" ácidos nucleicos fue inventada por los genetistas Boyer & Cohen en 1973, quienes crearon el primer organismo transgénico al insertar genes de un sapo africano en bacterias...

Uno de los vectores más utilizados en la manipulación genética de plantas es un plasmido del *Agrobacterium tumefaciens* (una bacteria fitopatógena del suelo), que se integra a los cromosomas vegetales alterando su metabolismo en su propio beneficio. Para que los nuevos genes insertados funcionen adecuadamente, debe insertarse junto con ellos una especie de

---

---

interruptor génico o gen promotor, que por lo general es un gen del virus del mosaico del coliflor (90% de los transgénicos lo tienen)...

Todos los transgénicos son Organismos Genéticamente Modificados (OGM / OMG), pero no todos los OGM son transgénicos. Un transgénico es un organismo de una especie al cual se le ha insertado uno o varios genes de otra(s) especie(s). Un OGM<sup>14</sup> es cualquier ser vivo al cual se le haya modificado su genoma, sin agregarle secuencias genéticas de un organismo de otra especie...

Otra de las tecnologías relacionadas con la manipulación genética es la clonación, que es un proceso por el cual se producen, a partir de un organismo, varios individuos genéticamente idénticos al primero (a nivel molecular, es el proceso de replicación de un gran número de moléculas de ADN idénticas). Los clones son los descendientes genéticamente idénticos de un organismo único...

Desde la antigüedad se han propagado plantas vegetativamente mediante esquejes, en un tipo de clonación tradicional no molecular. Actualmente, para obtener grandes cantidades de un anticuerpo determinado, se fusiona la célula del sistema inmunitario productora natural del anticuerpo con una célula tumoral capaz de reproducirse indefinidamente, dando como resultado una célula híbrida llamada hibridoma que produce clones del anticuerpo indefinidamente, y son los llamados anticuerpos monoclonales, ampliamente utilizados en diagnóstico médico e investigación...

En casi todos los organismos la transferencia génica que prevalece es de tipo vertical (de padres a hijos); la gran excepción son las bacterias, en las que es más frecuente la transmisión horizontal de genes (entre individuos sin relación de parentesco, de una generación simultánea), mediante tres vías naturales: 1) Conjugación, en la cual los plásmidos pasan de la bacteria donante a la receptora mediante la formación de un tubo conyugal, 2) Transducción, en la que un bacteriófago se encarga de transferir el ADN de una bacteria a otra, y 3) Transformación, en la que el ADN desnudo, que puede ser de otra bacteria o cualquier otro organismo, penetra en la bacteria a través de sus poros o por alguna zona dañada de la pared celular. Los investigadores aseguran que evolutivamente, en algún momento se presentó intercambio de genes entre los tres dominios que conforman el Arbol de la Vida (*Archaea*, *Eubacteria*, *Eucaria*)..."

Hasta aquí la breve lección de Hernández. En los párrafos siguientes se podrá apreciar el hondo significado ambiental de estas nuevas técnicas de ADN recombinante, que tiene indudables efectos tanto a nivel ecosistémico como cultural.

## 4.2 EL ESTADO ACTUAL DEL MODELO TRANSGÉNICO

La revolución transgénica ha alcanzado cifras récord desde la liberación de los primeros cultivos transgénicos en 1996 hasta el año 2004: los valores de negocios, el número de hectáreas cultivadas y los agricultores que han adoptado esta tecnología, no han parado de crecer, si se atiende a las cifras expuestas por James (2006), director del ISAAA (International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications), entidad auspiciada por la Fondazione Bussolera Bianca de Italia y Rockefeller Foundation de Estados Unidos y que se encarga de monitorear anualmente la evolución de los cultivos transgénicos en el mundo.

---

<sup>14</sup> En este escrito se utilizará la sigla OGM para referirse tanto a las plantas que han recibido genes de otras especies o que han sido modificadas genéticamente.

---

El mercado de cultivos transgénicos tan sólo para el año 2005 alcanzó la astronómica suma de 5.25 billones de dólares, una extensión aproximada de 90 millones de hectáreas, equivalente a casi el 10% del área total de tierras cultivables de China (956 millones de hectáreas) o de los Estados Unidos (981 millones de hectáreas) y a casi cuatro veces el área actual cultivada de Inglaterra que es de 24.4 millones de hectáreas (James, 2006). Este autor calcula que cerca de 8.5 millones de agricultores utilizan actualmente plantas transgénicas en 21 países del planeta. (figura 15 y tabla 13).

El mismo reporte de ISAAA indica que la proporción de cultivos *Biotech*<sup>15</sup> que crece en los países en desarrollo, se ha incrementado consistentemente cada año, pasando de 14% en 1997, a 16% en 1998, 18% en 1999, 24% en 2000, 26% en 2001, 27% en 2002, 30% en 2003, 34% en 2004 y 38% en 2005..

De esta manera, en el año 2005 más de un tercio de las 90 millones de hectáreas con cultivos transgénicos, equivalente a 33.9 millones de hectáreas, se ubicaron en estos países, entre los que se destacan China, India y las Filipinas en Asia, Argentina, Brasil, México, Uruguay y Paraguay en Sudamérica y Sur África en el continente africano.

James (*op. cit.*) afirma que la adopción rápida y continua de los cultivos transgénicos refleja las mejoras sustanciales y constantes en la productividad, el medio ambiente, la economía, la salud y los beneficios sociales que concretaron agricultores grandes y pequeños por igual, consumidores y la sociedad en países tanto en desarrollo como industrializados. Por supuesto que esta afirmación contiene elementos discutibles que serán tratados en las páginas siguientes.

De acuerdo con este mismo autor, el estudio más actualizado<sup>16</sup> sobre el impacto global de los cultivos transgénicos en el período de nueve años comprendido entre 1996 a 2004, estimó los beneficios económicos netos para los agricultores de cultivos transgénicos en 2004 de US\$ 6.5 billones<sup>17</sup> y US\$ 27 billones (US\$ 15 billones para los países en desarrollo y US\$ 12 billones para países industrializados) para los beneficios acumulados en el período comprendido entre 1996 y 2004. Estas cifras incluyen los beneficios derivados del aumento del doble de los cultivos de soja transgénica en Argentina.

La disminución acumulada en el uso de plaguicidas entre 1996 a 2004 fue estimada a 172.500 megatoneladas de ingrediente activo, lo que es equivalente al 14% de rebaja en el impacto ambiental asociado al uso de plaguicidas en tales cultivos, calculado según el Environmental Impact Quotient (EIQ), una medida combinada basada sobre los diferentes factores que contribuyen al impacto ambiental neto de un ingrediente activo individual.

---

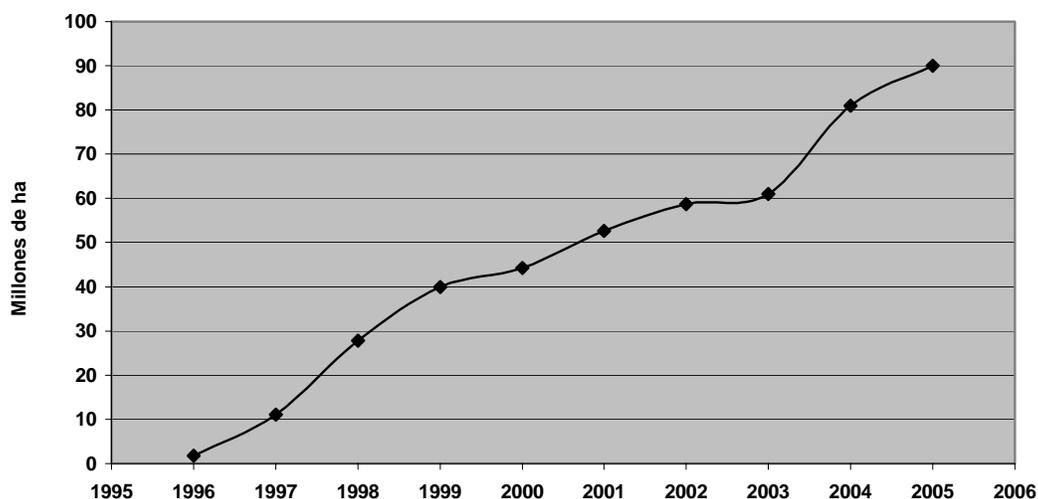
<sup>15</sup> Biotech es la denominación que se da en algunos textos especializados a los cultivos modificados genéticamente.

<sup>16</sup> Cultivos transgénicos: el impacto global socioeconómico y ambiental de los primeros nueve años 1996 - 2004 . Por Gram, Brookes y Peter Barfoot, P.G. Economics, 2005 (citado por James, *op. cit.*)

<sup>17</sup> Estas cifras hay que tomarlas con cuidado: si se dividieran los U.S.\$ 6.5 billones de dólares entre los 8,5 millones de agricultores que reporta el autor, se tendría un beneficio neto por agricultor de casi U.S. \$ 764 (1.680.000 pesos colombianos) para el año 2004, que a la postre sería un mal negocio puesto que esta suma es inferior al Salario Mínimo Legal vigente para Colombia que es de \$4.896.000 / año para 2004).

---

Figura 15. Cambios en la superficie total de plantas transgénicas a escala global entre 1996 - 2006. Fuente: James, C. 2005.



Los dos siguientes párrafos, tomados literalmente de James (*op. cit.*) muestran el optimismo que se ha instalado en algunos sectores sobre la prevalencia de los cultivos transgénicos:

“..Existen motivos para esperar, con cauto optimismo, que el aumento en cultivos transgénicos observado durante la primera década de su comercialización, del 1996 a 2005, continúe y sea excedido en la segunda década, de 2006 a 2015. Se estima que el número de países que adopten los cuatro principales cultivos transgénicos crecerá y tanto la superficie global como el número de agricultores que producen transgénicos aumentarán a medida que la primera generación de transgénicos se cultive de manera más extensa y la segunda generación de nuevas aplicaciones para características de *input* y *output* se torne accesible.

...Además de los productos tradicionales de alimentos, forrajes y fibras serán introducidos productos del todo nuevos a la agricultura, comprendiendo la producción de productos farmacéuticos, vacunas orales, productos químicos finos y de especialidad, y el uso de recursos de cultivo renovables que reemplazarán a los combustibles fósiles no renovables, contaminantes y cada vez más costosos. A corto plazo, en los mercados establecidos de los países industrializados, el crecimiento proseguirá en características apiladas, medidas en “hectáreas de características” de cultivos transgénicos, con la introducción de nuevas características de *input* y *output* para satisfacer las necesidades tanto de consumidores como productores en búsqueda de alimentos y forrajes de mejor calidad y mayor contenido nutricional a precios más bajos. La adherencia a prácticas agrícolas correctas con cultivos transgénicos continuará a ser tan vital como lo ha sido durante la primera década y una administración responsable continuada tendrá que ser ejercida, sobre todo por los países del Sur, que serán los mayores productores de cultivos transgénicos durante la próxima década....”.

**Tabla 13. Evolución del área sembrada en transgénicos en millones de hectáreas (Fuente: James, 2005).**

PAÍS	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
USA	1.5	8.1	20.5	28.7	30.3	35.7	39.0	42.8	47.6	49.1
Argentina	0.1	1.4	4.3	6.7	10.0	11.8	13.5	13.9	16.2	17.1
Canadá	0.1	1.3	2.8	4.0	3.0	3.2	3.5	4.4	5.4	5.8
Brasil	--	--	--	--	--	--	--	3.0	5.0	9.4
China	--	0.0	<0.1	0.3	0.5	1.5	2.1	2.8	3.7	3.3
Paraguay	--	--	--	--	--	--	--	--	1.2	1.8
Sur África	--	--	<0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5
Australia	<0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3
India	--	--	--	--	--	--	<0.1	0.1	0.5	1.3
Rumania	--	--	--	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.1
España	--	--	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.1
Uruguay	--	--	--	--	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.3	0.3
México	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.1
Bulgaria	--	--	--	--	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	--	--
Indonesia	--	--	--	--	--	<0.1	<0.1	<0.1	--	--
Colombia	--	--	--	--	--	--	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Honduras	--	--	--	--	--	--	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Alemania	--	--	--	--	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Francia	--	--	<0.1	<0.1	<0.1	--	--	--	--	<0.1
Ucrania	--	--	--	<0.1	--	--	--	--	--	--
Portugal	--	--	--	<0.1	--	--	--	--	--	<0.1
Filipinas	--	--	--	--	--	--	--	<0.1	0.1	0.1
Checa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	<0.1
Irán	--	--	--	--	--	--	--	--	--	<0.1
<b>Total</b>	<b>1.7</b>	<b>11.0</b>	<b>27.8</b>	<b>39.9</b>	<b>44.2</b>	<b>52.6</b>	<b>58.7</b>	<b>67.7</b>	<b>81.0</b>	<b>90.0</b>

Aunque el citado autor enfatiza que, entre 2003 y 2004, por primera vez en la historia los países subdesarrollados superaron en crecimiento absoluto en transgénicos (7.2 millones de hectáreas) a los países desarrollados (6.1 millones de hectáreas) al igual que en porcentaje de crecimiento (35% versus 13%) y que esta tendencia se mantuvo en 2005 (23% de crecimiento en países en desarrollo versus 5% de crecimiento en países desarrollados), tales datos no deben llamar al optimismo de un acercamiento de la barrera tecnológica porque, como se verá más adelante, ello obedece más a estrategias de negocios que a incrementos en la capacidad de investigación y aplicación de la biotecnología en los países pobres.

### 4.3 LAS CRÍTICAS AL MODELO

El panorama descrito, 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. 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 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, pertenecen 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 del hombre sobre la naturaleza, cumpliendo el sueño prometeico de la supremacía humana. La promesa es tan fuerte y tan real que, definitivamente, como lo afirman varios colegas..."ningún trabajador de la ciencia renunciará al nuevo paradigma". Los párrafos siguientes exploran algunos de los ítems enunciados.

- **Dependencia, Pobreza e Interés Transnacional**

El modelo transgénico surge en un entorno mundial de interdependencia signado por la histórica subordinación de los países pobres en relación con aquellos que poseen el poder económico, militar y político del planeta, hecho que lleva tras de sí bastantes polémicas

---

relacionadas tanto con el origen de este modelo como con sus probables efectos en los ecosistemas y en las culturas.

De entrada, sus defensores presentan las plantas transgénicas como parte de una estrategia que disminuirá el hambre en el mundo en tanto participa de los modelos de agricultura sostenible.

Sus críticos manifiestan que el problema del hambre no se resuelve a punta de tecnología sino de justicia social y de equidad. Nunca antes la humanidad había producido tantas toneladas de alimentos (que alcanzan para un abastecimiento diario de 4.3 libras per cápita / día) pero nunca antes tampoco se habían elevado los índices de muertes por obesidad en el mundo desarrollado y de muertes por hambre en los países pobres. Mientras en unas partes del planeta se muere por indigestión en otras se muere por inanición.

El hambre tiene raíces políticas y razones económicas. El comercio internacional especulativo, la pobreza y las estrategias encaminadas a presionar privilegios militares, económicos y políticos entre bloques de países, entre Estados e incluso entre regiones, explican mejor el hambre mundial que la disponibilidad real de alimentos.

Desechado por insuficiente el argumento anterior, se debe enfrentar la siguiente cuestión: ¿se necesitan los transgénicos en el marco de una agricultura sostenible? ¿Colombia requiere importar semillas de cultivos transgénicos para aumentar la producción agraria?. En principio la respuesta es no y ello en virtud de varios argumentos, que tienen que ver tanto con los interrogantes en torno a estos cultivos para aumentar los rendimientos más allá de los logrados por las semillas convencionales o para garantizar la ausencia de efectos ecosistémicos indeseables como con sus efectos culturales, es decir, económicos, políticos y sociales incluyendo la salud de los consumidores.

La desigualdad en el acceso a los recursos tierra y agua, los conflictos políticos y el acaparamiento del mercado mundial están en la base de la responsabilidad social del hambre. Los cultivos transgénicos no pueden resolver este conflicto, entre otras cosas porque su origen no se basa en una demanda efectiva por parte de los agricultores campesinos o de los consumidores de alimentos, sino que proviene de las necesidades manifestadas por otros actores, ubicados en la otra orilla del acto agronómico: las grandes compañías multinacionales.

Y aquí aparece tal vez la mayor fuente de desacuerdo entre quienes critican y entre quienes apoyan el modelo transgénico, es decir, su estrecha relación con el poder transnacional.

La investigación biotecnológica que generó las primeras plantas transgénicas aprovechó el acervo de conocimientos acumulados durante siglos en los modelos científicos, la mayor parte de ellos realizados con fondos públicos de universidades europeas y norteamericanas. Una vez que se comprendieron las bases genéticas y moleculares de la biología celular y se entendió el enorme potencial futuro que ofrece la manipulación genética, el negocio pasó a manos de las compañías transnacionales que dominan los mercados mundiales de semillas y de agroquímicos.

En la actualidad solo siete de esas compañías acaparan el mercado mundial de semillas transgénicas (Morales, 2001).

Es fácil comprender que tales compañías, luego de realizar fuertes inversiones en desarrollos tecnológicos, deseen recuperar el capital invertido asegurando, en primera instancia, la posesión sobre los avances biotecnológicos a través de patentes que les confieren derechos de propiedad.

---

---

La legitimidad de tales posesiones sobre los genes es altamente cuestionable, especialmente porque el conocimiento requerido para manipular plantas es producto de siglos de trabajo científico y de saber tradicional de la humanidad, que no se reconocen en las patentes y porque los genes no existen solos, levitando en el vacío, sino que hacen parte del prodigioso tejido de la vida, compuesto por millones de átomos, moléculas, macromoléculas, tejidos, organelos, órganos, organismos, poblaciones, comunidades y ecosistemas, cuyas íntimas interrelaciones son desconocidas a la hora de otorgar valores económicos a dos o tres genes. Pero el modelo transnacional busca las mejores ventajas comparativas en cada país para realizar el despegue de las plantas transgénicas, sin preocuparse por indagar sus relaciones con la realidad nacional de cada nación.

El caso de Argentina es particularmente revelador: este país se ha convertido en uno de los principales cultivadores de soya transgénica. Mientras que en 1995 se cultivaban 2,8 millones de hectáreas de soya convencional, en 1996 aparecieron por primera vez los transgénicos en ese país con 800 mil hectáreas y solo dos años después, en 1999, Argentina cultivaba 7 millones de hectáreas de soya transgénica. Para el año 2004 se calculaban en 13 millones de hectáreas la superficie de soya transgénica en el país gaucho (Grupo de Reflexión Rural, 2003). Ello constituye el caso más exitoso de transferencia de tecnología que la humanidad ha visto en toda su historia. Ni siquiera con los híbridos de alto rendimiento lograron estos espectaculares índices de crecimiento en área cultivada.

Por su parte, el nivel de ventas de Round – Up, el herbicida para cuya resistencia han sido genéticamente modificadas las plantas de soya, se incrementaron dramáticamente, pasando de menos de 8 millones de litros a más de 50 millones en el mismo período (Pengue, 1999 citado por Morales, *op. cit.*). La gran beneficiada de este proceso es, sin duda alguna, la compañía Monsanto que es al mismo tiempo la propietaria de las semillas transgénicas y del herbicida Round – Up. Negocio perfecto. El monopolio de las semillas y de los herbicidas, que constituye una enorme revolución de la posmodernidad, se apoderó de los campos argentinos sin una sola gota de polvo de resistencia, en medio de un silencio que impresiona.

De acuerdo con la revista Fortune de 2006, la compañía Monsanto reportó ganancias netas totales en el trimestre que cerró en noviembre 30 de 2005 por U.S.\$ 59 millones (ventas netas totales por U.S.\$ 1.4 billones), a la venta de Round – Up en Estados Unidos, Europa y Argentina y al crecimiento en ventas de sus semillas de maíz genéticamente modificadas en USA.

Mientras tanto, Rulli (2002) denuncia que el modelo rural argentino, netamente exportador, genera el material de soya con los que se alimenta el ganado europeo, en tanto que casi la mitad de la población se encuentra por debajo de la línea de pobreza, 500 obreros son desplazados por cada unidad de máquina y han sido expulsados 300.000 productores de las zonas rurales hacia las urbes argentinas en la década de los años noventa. Veinte millones de hectáreas que podrían alimentar ampliamente a toda la población de ese país, se encuentran concentradas en 200 empresas en buena parte puestas al servicio del modelo exportador de soya.

Parte de la explicación del éxito de la transferencia transgénica en Argentina, radica en políticas favorables a su producción, en la reducción de costos de mano de obra y en el no cobro de los derechos de semilla por parte de la citada multinacional.

Este último aspecto es de trascendental importancia. Por varios años la compañía Monsanto repartió en Argentina y de manera gratuita semilla de soya transgénica, cultivo que, como se anotó anteriormente, se expandió de manera significativa en ese país. No obstante, en marzo

---

de 2005 un reporte de la agencia EFE, difundida a través de Internet, indicaba que la compañía "...anunció que todos los embarques de soja transgénica argentina y sus derivados "serían sujetos a una acción de fuerza" en los países donde la multinacional tiene patentada esa tecnología, principalmente en Europa.

...La multinacional no ha patentado en Argentina su tecnología Round Up Ready (RR, resistente al glifosato) y avisó a los exportadores de granos argentinos que buscará "la asistencia de las autoridades aduaneras en los países importadores" para cobrar sus derechos por patentes, tasada en 15 dólares por tonelada en concepto de daños y perjuicios. Los productores aseguran que pagan tres dólares en concepto de derechos por el uso de la tecnología por cada bolsa de semillas de soja que compran a los intermediarios, cuyo precio total es de unos 20 dólares.

...En febrero de 2005 Monsanto propuso recurrir a la Oficina Mundial de la Propiedad Intelectual para lograr un arbitrio sobre el pago de derechos, aunque esta posibilidad no prosperó. Tampoco avanzó un proyecto gubernamental para que sólo paguen derechos extraordinarios aquellos agricultores que cultiven más de 65 hectáreas (agencia EFE. [www.univision.com/contentroot/wirefeeds/35dinero/2175234.html](http://www.univision.com/contentroot/wirefeeds/35dinero/2175234.html) del 17 de marzo de 2005)...".<sup>18</sup>

Como se puede observar con el ejemplo argentino, el modelo transgénico tal y como está planteado en la actualidad sirve fundamentalmente a grandes intereses corporativos que subordinan las necesidades de los agricultores a sus propios intereses.

- **El Derecho a Sembrar**

El mercado transgénico se apoya en la obtención de patentes y en el cobro de derechos sobre la utilización de las semillas. El valor de estas transacciones se mide en varios miles de millones de dólares al año y en ellas están involucradas principalmente las compañías transnacionales que se han repartido los nichos de mercado. Unas se especializan en semillas tolerantes a herbicidas y otras en plantas transgénicas que producen toxinas contra insectos.

En el futuro se crearán plantas transgénicas para diversos usos puesto que las posibilidades de manipulación genética son literalmente infinitas, en la medida en que todos los seres vivientes son susceptibles de ser transformados genéticamente. El mercado de la vida está abierto. Para ello es necesario patentar la propiedad sobre genes que fueron creados para transmitir la información de la vida generación tras generación. En este proceso se excluye a los campesinos que en el futuro deberán comprar las semillas a las transnacionales. De no hacerlo, se expondrán a sus demandas penales por uso ilícito de bienes privados.

Es lo que le ha pasado a Percy Schmeiser, quien ya inscribió su nombre en la historia debido a que es el primer agricultor demandado penalmente por una empresa transnacional que le acusa de tener en sus campos de cultivo semillas transgénicas de canola resistentes al Round – Up. A pesar que Schmeiser afirma que no utilizó las semillas transgénicas de la empresa Monsanto ni compró el herbicida que produce y vende esa misma compañía, debe pagarle una multa de \$10.000 dólares por la licencia y de \$ 75.000 por regalías (veredicto del juez Andrew Mackay, de acuerdo con información de RAFI, consultable en [www.fct-cf.gc.ca](http://www.fct-cf.gc.ca)).

Este primer caso del año 2002 ilustra bien el futuro campesino si se permite que las semillas tengan dueño absoluto.

---

<sup>18</sup> En marzo de 2006 la compañía ya había iniciado procesos en contra de barcos mercantes argentinos, inmovilizados en puertos europeos.

---

- **El Derecho a Saber**

Varios escándalos se han presentado en el país en relación con la venta y comercialización de cultivos transgénicos. En mayo del año 2001 se detectó soya transgénica en los envíos de buena voluntad del gobierno norteamericano dirigidos al Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, que son repartidos entre niños de bajos recursos. Nadie en la patria sabía que era soya transgénica. 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...”

Lo anterior refleja el nivel de la polémica. Los transgénicos son negados por sus creadores e introducidos de contrabando en diferentes países. ¿Cuáles son las razones para no colocar etiquetas en los alimentos procesados o frescos que provienen de plantas transgénicas?. ¿Será temor a que el mercado castigue este tipo de productos y en consecuencia disminuyan las ventas? ¿Habrá otras razones? ¿Algo relacionado con la salud de los consumidores? ¿Se estará probando la capacidad nacional para controlar el consumo de tales alimentos?

Pero se deberían etiquetar? ¿Tienen los consumidores derecho a saber qué están consumiendo, independientemente de los efectos que puedan causar tales alimentos en su salud?. La respuesta es Sí. Se tiene derecho a saber lo que se consume y a decidir sobre ello, así esa decisión sea ideológica, estética, política o ética. Un solo ejemplo basta para ilustrar el asunto. Existe una papa transgénica que fue modificada para que produjera lectina, sustancia que se utiliza para repeler ácaros. Al mismo tiempo la lectina, que está presente en habas y frijoles, genera una alergia entre ciertas personas, conocida como fabismo. Ahora bien. Una persona con fabismo puede ingerir, sin saberlo, papas transgénicas con lectina y enfermarse. ¿Tienen esas personas derecho a saber que en estos alimentos se encuentran sustancias que las afectan?

Y si alguien decide no comprar alimentos transgénicos simplemente por oponerse al modelo de globalización y a los globalizadores? O porque considera mejor no arriesgar su salud o la de su familia? O simplemente por motivos éticos? O porque definitivamente no lo desea?

- **La Sostenibilidad del Modelo Transgénico**

Dado que la sostenibilidad se juega en ámbitos que trascienden el escenario ecosistémico, los cuestionamientos sobre los cultivos modificados genéticamente, que provienen del ámbito cultural, tienen que pasar necesariamente por filtros relativos a sus implicaciones sociales, políticas, tecnológicas y científicas, además de las ecosistémicas.

¿Porqué?. Porque se trata de una tecnología que libera plantas transformadas irreversiblemente en un ambiente biofísico que le pertenece a toda la sociedad, con altos grados de incertidumbre sobre sus efectos tanto sociales como económicos y ecosistémicos. En

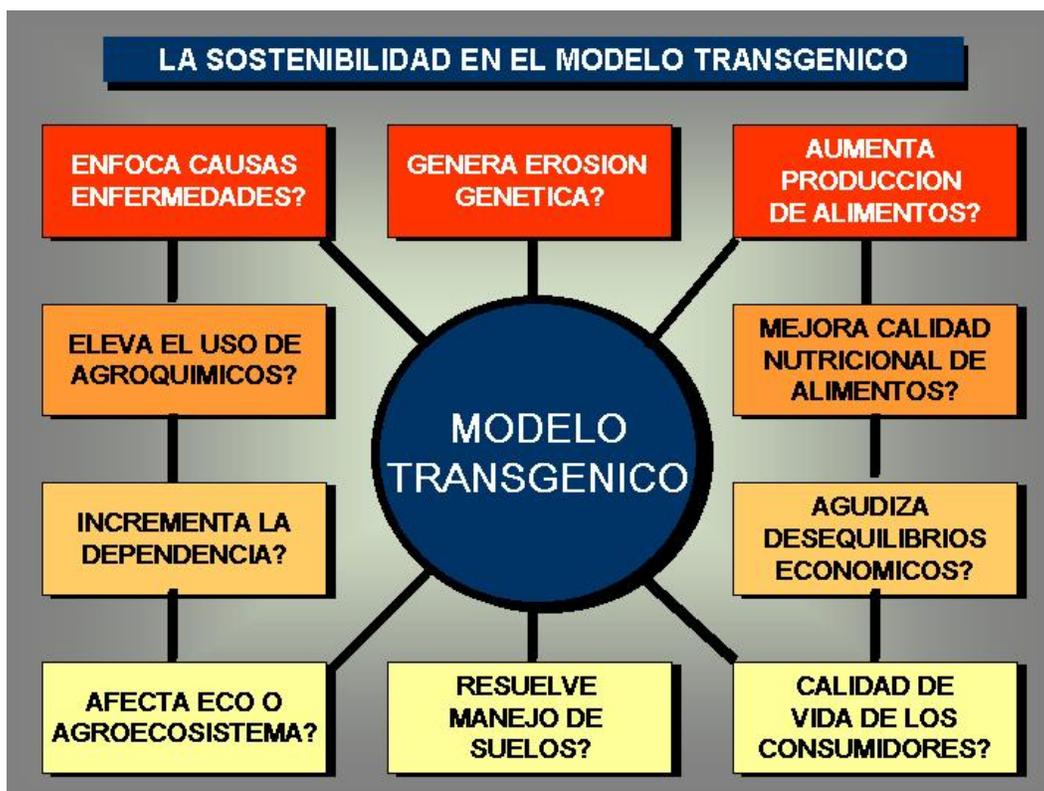
esto se diferencia la polémica sobre el uso de la biotecnología en plantas transgénicas de aquel uso, por ejemplo, en producción de insulina.

Igualmente porque como ya se afirmó en este libro, la agricultura está indisolublemente ligada a la sociedad en su conjunto y por lo tanto sus límites se difunden hacia incontables actores y procesos en múltiples áreas del tejido social, incorporándose en todas las esferas de la sociedad, aún en aquellos sectores que parecen más alejados de la fertilidad de la tierra.

En consecuencia las tecnologías de plantas transgénicas para ser sostenibles, entre otros, deberían resolver satisfactoriamente cuestionamientos como los siguientes (figura 16):

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 – plaga?
  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?
  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?
-

Figura 16. Algunas preguntas alrededor de la Sostenibilidad del Modelo Transgénico.



Fuente: El Autor

- **El Derecho a Consumir Alimentos Sanos**

La discusión sobre si los alimentos transgénicos generan o no efectos en la salud de los seres humanos, es compleja por cuanto la misma negativa de los fabricantes a etiquetar sus productos impide que se adelanten estudios precisos sobre este tópico y porque se requieren investigaciones de largo alcance, con el establecimiento de protocolos específicos para evaluar riesgos que puedan establecer relaciones ciertas entre este tipo de alimentos y efectos en la salud.

Investigadores como Chaparro (2000), Acosta (2000) y varios paneles de expertos de la Royal Society of London (2002) al igual que de las Academias de Ciencias de los Estados Unidos, Francia y de la Organización Mundial de la Salud (OMS) entre otros, indican que los riesgos sobre la salud humana son mínimos en relación con el uso de genes de resistencia a antibióticos que pudieran derivar en la aparición de organismos resistentes a los mismos o con posibles proteínas que puedan tener potencial alergénico ligado al consumo de estos alimentos.

Sin embargo, Cummings (2005) alerta sobre la posibilidad de no registrar a tiempo posibles alergénicos como en la aprobación reciente de la papaya modificada genéticamente para expresar una proteína que controla al virus de la mancha anular a través del silenciamiento de su expresión genética. Esta proteína posee una secuencia corta de aminoácidos idéntica a un alergénico reconocido, que fue descubierta por Kleter (2002) pero que no se tuvo en cuenta en el proceso administrativo de aprobación de la planta.

Recientemente, Kunik *et. al.* (2001) demostraron que la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*, vector frecuentemente utilizado para transferir genes y de la cual se creía que no infectaba células animales, es capaz de transferir segmentos de su plasmido (T-DNA) a los cromosomas de células humanas cancerosas de la misma manera a como lo hace en células vegetales. Ello puede ser una nota de alarma especialmente para quienes trabajan con esta bacteria en laboratorio.

Informaciones de prensa recopiladas por Ribeiro (2006) indican que en un experimento realizado por Irina Ermakova del Instituto de Neurofisiología de la Academia de Ciencias de Rusia se encontró que 36 por ciento de las crías de ratas alimentadas con soya RR (resistente a glifosato) sufrían de peso severamente inferior a lo normal, comparado con 6 por ciento en otros grupos de control. Pero lo más alarmante fue que 55.6 por ciento de las crías del grupo alimentado con soya transgénica murieron en las primeras tres semanas, comparadas con 9 por ciento de las crías del grupo alimentado con soya normal y 6.8 por ciento en el que no recibió soya.

La misma autora indica que en noviembre de 2005, el centro de investigación científica más importante de Australia, el “Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO)” abandonó un proyecto de diez años y 2 millones de dólares para obtener arvejas transgénicas, luego de que la experimentación en ratas mostró una reacción alérgica que consideraron podría implicar serios riesgos para el consumo humano.

En efecto, Prescott *et. al.* (2005) mostraron que la expresión transgénica de la proteína r-amilasa inhibidor – 1 del fríjol común (*Phaseolus vulgaris* L.) llevó a la síntesis de una forma estructuralmente modificada de esta proteína inhibitoria en un hospedero no nativo, en este caso arveja transgénica (*Pisum sativum*). Los autores demostraron que el consumo de la proteína transgénica predispuso a ratas de experimentación a un determinado tipo de inflamación pulmonar y que, además, su consumo con otras proteínas promueve cruces inmunológicos los cuales elicitaban inmunoreactividad de esas proteínas. De esta manera, la expresión transgénica de proteínas no nativas en plantas podría conducir a la síntesis de variantes estructurales con inmunogenicidad alterada.

El caso es muy significativo, porque a la arveja se le habían insertado genes de un fríjol cuyo consumo como tal no produce alergias. La combinación tenía por objetivo conferir a las arvejas resistencia a los ataques de gorgojos. Según los investigadores del CSIRO, los genes de fríjol insertados en las arvejas se expresaron de manera sutilmente distinta, lo cual desencadenó la reacción alérgica. De acuerdo con Ribeiro (*op.cit.*) esto muestra una vez más lo que muchos científicos sospechan, pero que casi nadie investiga: la transferencia de genes crea proteínas similares pero con pequeñísimas diferencias que tienen efectos en los organismos vivos, muy distintos de las proteínas originales. La autora indica además que actualmente, ni la soya ni el maíz transgénico que se comercializan pasan por este tipo de pruebas en animales, que solamente se aplican cuando se trata de transgénicos de uso médico.

A pesar de lo expuesto, que constituye un indicio importante de posibles efectos en humanos, la Organización Mundial de la Salud publicó un reporte reciente (OMS, 2005) en el que afirma que “...los alimentos transgénicos probablemente no presentan más riesgos para la salud que los asociados con los productos convencionales..”.

Como respuesta a esta conclusión y aunque la OMS acepta la necesidad de estudiar los “riesgos caso por caso”, Sahai (2005) indica que las aseveraciones de este reporte son hechas

---

---

sin ningún análisis y que resulta "...increíble que el reporte de la OMS no discuta las inquietudes de las organizaciones de la sociedad civil, científicos y consumidores alrededor de todo el mundo, sobre la seguridad de los alimentos GM. En ninguna parte del reporte hay una discusión sobre los datos obtenidos de los estudios científicos conducidos hasta ahora sobre alimentos transgénicos los cuales han demostrado repetidamente afecciones serias a la salud de ratas y otros animales experimentales que fueron alimentados con comida transgénica, por ejemplo, maíz y papas. El daño reportado fue fatal en muchos casos y los animales en experimentación presentaron lesiones graves en órganos como los riñones, hígado y sangre, en conjunto con un colapso del sistema inmunológico...

... Estudios famosos como aquellos realizados por el Dr. Arpad Pusztai del Instituto Rowett de Edimburgo, sobre las lesiones y el colapso inmunológico causado por las papas transgénicas en ratas, los estudios conducidos en la Universidad de Cornell sobre la mortalidad de las mariposas monarcas alimentadas con polen de maíz transgénico, las lesiones estomacales y la mortalidad de las ratas que fueron alimentadas con tomates Flavr Savr genéticamente modificados, los numerosos reportes sobre lesiones en el estómago de ratas, partos fallidos en las vacas, crecimiento celular excesivo y daño al sistema inmunológico de los animales no son mencionados en el reporte de la OMS. Ni tampoco hay una mención del famoso caso Denko Showa, donde 37 personas murieron y miles fueron lesionadas al ingerir suplementos alimenticios de triptófano genéticamente modificado.

...La revelación accidental a mediados de 2005 del estudio de Monsanto que demostraba un daño extensivo de órganos en las ratas alimentadas con su propio maíz Bt recalca una vez más que existe una serie de amenazas a la salud asociadas con alimentos transgénicos pero parece que la OMS no está preocupada con el peso de la evidencia científica en contra de los alimentos GM..."

De lo expuesto en los párrafos anteriores puede deducirse que la polémica continúa abierta y que se requieren nuevos esfuerzos de investigación para establecer las reales dimensiones de la posible afectación de seres humanos por consumir alimentos transgénicos, cosa que solo se hará contando con los fondos suficientes que, para estos casos, parecen no existir.

- **Problemas de Producción con Plantas Transgénicas**

Los promotores del modelo transgénico afirman que, aunque muchas de estas plantas no se diseñan especialmente para aumentar los rendimientos, en muchas ocasiones éstos son superiores a los que se consiguen con plantas convencionales. Por ejemplo, Bezlova (2005) informa sobre aumentos en rendimientos del 10% y disminución del 80% en el uso de plaguicidas en el arroz transgénico probado en China. Sin embargo, algunas experiencias muestran problemas evidentes de producción cuando incluyen plantas transgénicas:

Altieri (1999) citado por Matamoros (2000) indica, por ejemplo, la ineficiencia del algodón transgénico (con genes de *Bacillus thuringiensis* o algodón Bt) para controlar el gusano en 20000 acres de Texas en 1996; copos deformados y desprendidos del algodón Round-up en el delta del Mississippi; reducción de la producción en 27% y disminución del tenor de cobre en las hojas de maíz Bt en Bellville; fertilización de plantas emparentadas con transgenes de colza, mediante el flujo de polen en 2.5 kilómetros a la redonda en Escocia; inocuidad de transgenes de resistencia a virus en la ahuyama y no-resistencia a otros virus transmitidos por áfidos; bajos niveles de producción y poca resistencia a enfermedades en cultivos de tomate FLAVR-SAVR;

---

retiro de canola del mercado debido a contaminación con un gen no aprobado por la Federal Drug Administration (FDA) de los Estados Unidos y resistencia del rábano silvestre al Round-up.

El mismo autor citando fuentes directas del USDA (1999), afirma que se ha demostrado que las semillas fabricadas por ingeniería genética no aumentan los rendimientos agrícolas. En 1998 los rendimientos de tales cultivos no fueron significativamente diferentes de los de aquellos no modificados en 12 de 18 combinaciones cultivo / región. El algodón tolerante a glifosato no mostró aumentos significativos en ninguna región de los Estados Unidos en donde se hicieron encuestas. Otro estudio citado por el mismo autor, que examinaba más de 8.000 pruebas de campo, encontró que las semillas de soya Round – Up Ready producían menos bushels por hectárea que variedades similares producidas convencionalmente.

Informaciones de prensa provenientes de la India indican que durante la campaña 2004 – 2005 el algodón transgénico Bt había fallado en Rajasthán, Andhra Pradesh y Madhya Pradesh, causando serias pérdidas a los agricultores, reacciones alérgicas en humanos y muerte de ganado. Un estudio de Gene Campaign de la primera cosecha de algodón Bt en Andhra Pradesh y Maharashtra había demostrado que el 60% de los agricultores que cultivaron el algodón Bt en estas regiones sufrieron tales pérdidas que no pudieron recuperar su inversión. Se mencionan dificultades en germinación y marchitez temprana, cuyas causas todavía no se conocen (Sahai, 2005).

- **Biodiversidad y Transgénesis**

Desde las chagras indígenas y los huertos diversos de la economía campesina de ladera, pasando por los bosques de café e incluso por la oferta variada de flores en la agroindustria de los Altiplanos, Colombia entera es una expresión viva de abundancia de cultivos, respaldada por la presencia en su territorio de todos los climas y todos los suelos que hacen posible obtener dos y hasta tres cosechas al año.

Es más: el país y en general las regiones tropicales y subtropicales americanas son de los mayores centros mundiales de origen de las actuales especies cultivadas-

Al Centro de Origen Mexicano y Centroamericano se le atribuyen casi 49 especies de las cuales las más importantes son maíz (*Zea mays*), los frijoles (*Phaseolus spp.*), algunas especies del género *Cucurbita* (ahuyama, pepino, calabaza), *Capsicum annum* y *C. frutescens* (chile o ají), el tomate (*Lycopersicum esculenta*), algodón (*Gossypium hirsutum*), el cacao (*Theobroma cacao*), el achiote (*Bixa orellana*), el aguacate (*Persea americana*), algunos frutales del género *Annona* y el girasol (*Helianthus annus*), éste último en un centro menor de origen de Estados Unidos y Canadá.

El Centro de Origen y Domesticación Suramericano es muy rico en cultivos de raíces y tubérculos como la papa (*Solanum spp*), los cubios (*Oxalis tuberosa*) y la arracacha o mandoquina (*Arracacia xanthorrhiza*). Otros cultivos de grano son algunas especies de frijol, tarwi, quinua o amaranto. Además, se atribuye el origen en Suramérica a un grupo importante de ajíes (*Capsicum pubescens* y *C. baccatum*), algodón (*G. barbadense*) y tabaco (*Nicotiana tabacum*). En frutales se destacan el maracuyá (*Passiflora edulis*), la papaya (*Carica papaya*), la guayaba (*Psidium guajaba*), la uchuva (*Physalis peruviana*) y el lulo (*Solanum quitoense*). Al Centro Menor de origen Brasileiro-Paraguayo se le atribuye el origen de la yuca (*Manihot esculenta*), la batata (*Ipomoea batata*), el caucho (*Hevea brasiliensis*) y la yerba mate (*Ilex paraguayensis*).

---

A la valiosísima lista anterior habría que agregarle muchas especies más que aún permanecen desconocidas para la humanidad o que poseen un uso restringido en determinadas zonas del trópico, principalmente en las selvas húmedas, pero cuyo potencial es muy alto en la agricultura del futuro.

Se requieren plantas modificadas en un contexto de tan alta diversidad? ¿En un país con todos los climas, relieves y suelos? No. No se requieren.

La biodiversidad de plantas en los campos de cultivo corresponde también a distintas diversidades culturales y concepciones económicas de la agricultura. Aunque con algunos grados de desaparición de vínculos simbólicos, es posible encontrar todavía en las montañas y en los valles andinos del trópico americano grupos de campesinos descendientes de habitantes nativos que guardan en sus labranzas vestigios importantes de la heterogeneidad vegetal de origen.

Tapia (1984) citado por León (1997), señala 17 clases de agroecosistemas en los Andes peruanos en donde, dependiendo de la altura sobre el nivel del mar, aún se encuentran ampliamente distribuidos varios cultivos nativos de grano como quinua (*Chenopodium quinua*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*), kiwicha (*Amaranthus candatus*) o tarwi (*Lupinus mutabilis*) que se instalan en rotación o asociación con papa, maíz, habas o tubérculos como oca (*Oxalis tuberosa*), ulluco (*Ullucus tuberosus*) o isaño (*Tropaeolum tuberosum*).

Nieto y colaboradores (1984) citados por el mismo autor, en un trabajo de recuperación de cultivos en Ecuador, observaron asociaciones múltiples de hasta 10 especies diferentes en un mismo sitio y habían logrado coleccionar alrededor de 3.325 entradas de quinua, 131 de amaranto, (*Amaranthus sp*), 33 de tarwi, 129 de *Prunus capuli* y varias decenas de raíces andinas como la zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*), jicama o chicama (*Polymnia sanchifolia*) y el miso o taso (*Mirabilis expansa*). Tales grupos de cultivos múltiples estaban asociados con agricultores del denominado "Callejón Andino", área típica de economía campesina de ladera. Datos similares han sido suministrados por Toledo (1982) para México.

CENSAT (Centro Nacional de Estudios en Salud, Ambiente y Trabajo), ONG que lleva varios años trabajando en las montañas santandereanas, presenta los casos de agricultores como Gueiller Vargas (figura 17), que cultiva alrededor de 10 variedades de habas, 11 de frijol, 7 de maíz y cerca de 100 variedades de papa de año y criolla en no más de tres hectáreas de terreno (Censat, 2003).

Aunque en los mencionados estudios (con excepción del de Censat (*op. cit.*)) no se analiza la realidad sociocultural o económica de los productores, es posible preguntarse por las razones que impulsaron a tales grupos a conservar un patrimonio genético que ha desaparecido casi por completo en otras regiones andinas.

Existen, evidentemente, respuestas ligadas a la permanencia de un mercado que todavía reclama de alguna manera estos cultivares andinos, pero también se encuentran legados culturales y tradiciones históricas con hondas raíces de apego a la tierra, en donde los conocimientos sobre las propiedades de las plantas se insertan en una cosmovisión que tiene en cuenta por igual la seguridad alimentaria del grupo familiar, la secuencia y frecuencia de los fenómenos naturales, la reproducción de bienes materiales de uso múltiple o los vínculos psicológicos de pertenencia grupal para incidir en la elección final del sistema de cultivo y en las opciones de preservación de las especies agrícolas útiles. Tales consideraciones no son reconocidas desde la óptica de la ingeniería transgénica.

**Figura 17. Geiller Vargas en su finca y en el mercado ecológico de Málaga (Santander). Este agricultor conserva más de 100 variedades de papa de año y criolla. Nótese las variedades de papa criolla.**



Clara Van der Hammen (1990) describe con maestría las hondas significaciones culturales de los campos cultivados en las comunidades indígenas amazónicas del Bajo Caquetá en Colombia, con un enfoque que trasciende el mero referente agronómico para insertarse en el ámbito simbólico y en la intrincada red de relaciones sociales que refleja la organización de las chagras.

Por más de 10.000 años la agricultura americana del sur ha podido alimentar a la población sin recurrir a modificaciones genéticas. Tan solo en los últimos 50 años se quiso vender la idea según la cual no era posible producir sin agroquímicos de síntesis, apelando esencialmente a que el aumento de la población reclama igualmente aumentos en la producción. En los últimos diez años, con el mismo argumento, se quiere hacer creer que no es posible alimentarse si no es a partir de plantas modificadas genéticamente. Pero las evidencias en la práctica muestran que ello no es así y que no tiene porqué serlo en el futuro. Casi 8 millones de productores asentados en las laderas de las cordilleras andinas generan más del 60% de los alimentos que se consumen diariamente en Colombia y ello a pesar de las dificultades enumeradas anteriormente.

Ninguno de ellos solicitó jamás una planta transgénica.

---

- **La Transgénesis: Una Ruptura Cultural**

De todo lo anterior, se deduce que la liberación de plantas transgénicas constituye una ruptura cultural sin precedentes en la historia de la humanidad. Es una revolución de magnitud comparada solo con el paso de los cazadores – recolectores a los primeros agricultores del neolítico. ¿Por qué?

Porque se trata de un programa casi infinito, o por lo menos tan amplio como la naturaleza misma, de transformaciones posibles. Todo está en juego de nuevo. Las concepciones anteriores de una naturaleza sabia, que proveía las soluciones en su justa medida y a su tiempo, dentro de procesos de equilibrio dinámico, no solo se han puesto en duda, sino que se desechan como posiciones retrógradas, que no contemplan el avance de la ciencia. Todo está por modificar.

El optimismo tecnológico augura una era pletórica de transformaciones positivas. Allí en donde la naturaleza presente limitaciones, habrá una posibilidad biotecnológica. Las granjas de genes surtirán los alimentos que requiera la nueva sociedad, eliminando residuos biológicos inservibles, demasiado pesados o accesorios, que demandan costos adicionales para su producción o transporte. El caso de las explotaciones avícolas posmodernas ilustra este caso: los picos, las patas o las plumas, que no sirven en el mercado de alimentos rápidos, serán eliminados de las aves ponedoras. Si la demanda exige empaques cuadrados para aumentar la eficiencia del transporte y aumentar las ganancias, la solución genética estará a la disposición para *cuadrificar*<sup>19</sup> los frutos. El único límite será la imaginación.

De paso, el paradigma de la evolución darwiniana llegará a su fin. Los mecanismos de la selección natural y de la supervivencia del más apto serán eliminados a favor de los mecanismos de laboratorio. No vencerá ni se adaptará la especie o la variedad que posea las habilidades o características más favorables, sino la especie que el ser humano modifique para sus fines en los laboratorios. La selección natural dejará definitivamente la vía libre a la selección artificial por ADN recombinante y el mismo concepto de especie se evaporará en el aire, por sustracción y adición de materia.

Al ritmo de estas transformaciones, aparecerá una nueva sociedad. Las relaciones comerciales se regirán por el uso de las patentes, las científicas incluirán el secreto como su mayor valor y las de mercado estarán sometidas a poderes supranacionales, del tipo transnacional. Un nuevo lenguaje está por nacer en la sociedad del siglo XXI. Los que accedan a él, dominarán, sin duda alguna, a sus congéneres. El derecho también se transformará y aparecerán los especialistas en litigios transgénicos, disputando campos con la bioética.

La producción de alimentos pasará de ser un acto democrático a ser un acto corporativo. En algunos años más el poder político derivado de la posesión de los alimentos se sumará al poder político derivado de la posesión de las aguas y de las tierras. Es probable que también surjan procesos para marcar a los seres humanos, empujados por las actuales circunstancias de una tierra dividida en bloques y sacudida por las expresiones del terrorismo internacional. A este paso, puede que se cumpla la predicción bíblica de un acceso a los alimentos a través de una marca.

---

<sup>19</sup> Por supuesto que el verbo *cuadrificar* no existe en español. Pero como toda revolución, la biotecnológica ampliará el vocabulario como corolario de la introducción de procesos nuevos en la sociedad.

---

- **Sobre el Mejoramiento de Plantas**

Una de las primeras ideas en juego que coloca el Modelo Transgénico (MT) es aquella de “mejorar” las plantas de cultivo. Este término pretende continuar con el paradigma clásico del mejoramiento de semillas que pasaba por seleccionar y cruzar plantas *in situ* y con la ayuda de los agricultores, para obtener variedades o híbridos con características deseables para la producción, el rendimiento, la resistencia a plagas y enfermedades o la adaptación a condiciones biofísicas limitantes.

Solo que el mejoramiento clásico es diferente de la idea actual de mejoramiento a través de las plantas transgénicas, por varias razones:

En primer lugar, el proceso de selección de las mejores plantas ya no se realiza en condiciones de campo sino que se efectúa principalmente en la soledad de los laboratorios biotecnológicos con la presencia casi exclusiva de científicos, analistas y auxiliares. Los agricultores, por supuesto, están excluidos, al menos en las primeras fases de la concepción de “las mejoras”, aunque por supuesto, participarán en algún momento en las fases posteriores de liberación comercial de las plantas modificadas.

En segundo lugar aparecen varias implicaciones en relación con la contextualización del proceso investigativo, que plantea una discusión de fondo: ¿A qué tipo de necesidad corresponde el problema que se investiga? ¿Qué características de las plantas pretenden mejorarse? ¿Cuál es el sentido que adquiere la palabra mejoramiento en el MT?

Sin más preámbulos se puede afirmar que se trata de problemas originados en la misma compañía comercial que financia las investigaciones y ellos son directamente proporcionales al volumen de ganancia económica que se derive del ejercicio investigativo. Los problemas de investigación, en términos biológicos o agronómicos, son por lo tanto no pertinentes en la mayor parte de los casos. No se trata aquí de resolver inquietudes básicas sobre comportamiento de insectos plagas, de vectores de enfermedades o de desequilibrios nutricionales en plantas y suelos, sino de ejercicios conducentes a jugar y ganar partidas de interés económico.

Los trabajos no se enfocan directamente a resolver, o por lo menos a entender, las causas que generan problemas o desequilibrios en la agricultura sino a enfrentar sus síntomas externos.

Tal es la razón que justifica la ausencia del agricultor en la concepción misma de las preguntas originarias de la investigación transgénica y en su posterior desarrollo. El modelo transgénico probablemente no está interesado en conocer y resolver los cuellos de botella que afectan la producción agropecuaria en distintas condiciones ecosistémicas o culturales, sino en resolver planteamientos económicos, que si bien mencionan el agro, no lo interpretan. La concepción transgénica se escuda detrás del debate agrario, lo utiliza como excusa, le crea problemas a partir de concepciones utilitaristas y luego le provee soluciones de segunda mano que autojustifican el proceso y lo alimentan económicamente. Por ejemplo, el manido argumento de luchar contra las malezas.

Los debates sobre los modelos de desarrollo agrario, encarnados en las escuelas de agricultura alternativa, han puesto en evidencia desde hace bastantes años, que las denominadas malezas son, antes que nada, un producto cultural, extensión teórica de una determinada forma de entender el mundo. El concepto de maleza se desarrolla apenas desde mitad del siglo pasado, con el nacimiento de la Revolución Verde, para señalar aquellas plantas competidoras del

---

---

cultivo principal, que “pelean” con él por espacio, luz o nutrientes. La conclusión obvia de esta visión es la de “luchar” contra las malezas por todos los medios posibles, incluyendo su muerte. Concepción que, por lo demás, es heredada de los ambientes militares en que se incubaron las primeras ideas del uso de sustancias químicas durante la segunda guerra mundial.

Es esta concepción de la agricultura la que emplea el modelo transgénico para colocar en juego su solución: plantas resistentes a herbicidas para que estas sustancias puedan ser más efectivas contra las malezas. No se preocupa por preguntarse qué hacen allí estas “malezas”, qué significados expresan, qué papeles cumplen en el agroecosistema o qué manejos pueden estar reclamando, sino que, casi como un acto reflejo, propone eliminarlas de los campos de cultivo.

No son las preguntas legítimas sobre la agricultura en sí misma lo que motiva el acto transgénico, sino las preocupaciones por encontrar espacios de lucro: un transgen – una proteína – una acción herbicida – malezas eliminadas – patentes obtenidas – lucro privado. En todo caso, la pregunta abierta es: ¿El cambio genético....¿Para quién? ¿Para qué?

Igual sucede con la lucha contra los denominados “insectos – plaga”. La idea de las plagas, como pululación súbita de especies en determinados entornos, aunque tiene referencias bíblicas, se traslada solo recientemente al ámbito del arte de cultivar plantas y se expande en relación con conceptos prestados del lenguaje militar, de donde viene la concepción de luchar contra ellas, como si su aparición se debiera a invasiones incontroladas, casi naturales, en donde no existe la mano del hombre más que como operadora de los gatillos de las armas químicas para su control.

Pero nuevamente las concepciones de la agricultura alternativa, especialmente a partir de los trabajos de Chabousson, indican que la aparición de las plagas es consecuencia de desequilibrios nutricionales en los suelos y en las plantas. Es más: la agricultura ecológica considera que no existen plagas, definidas en su sentido de enemigo natural, puesto que todas las especies se regulan en los juegos ecosistémicos y por lo tanto casi que un sin fin de factores se colocan en movimiento para regular las explosiones demográficas de los insectos: temperatura, humedad, cantidad y distribución de lluvias, tipo de suelos, materia orgánica, coberturas presentes, plantas hospederas para refugio, parches, corredores biológicos, alimentos, señales químicas, ciclos de vida....

La idea de la búsqueda agronómica debería ser, entonces, entender las particularidades de estos juegos de equilibrios - desequilibrios, su expresión ecosistémica, la magnitud y frecuencia en que suceden, la manera de paliarlos, las formas de traducirlos o describirlos...en fin. Todo un programa de investigación agronómica, soslayado por el modelo.

El camino fácil, señalado por la lógica de la eficiencia mercantil, es eliminar los insectos. Así de simple. Por la vía más directa posible: matarlos. Es esta simplicidad la que aprovecha la vía transgénica para proponer su solución comercial: un gen - una proteína (Cry) – una planta transformada en bioplaguicida – una patente.

Ello puede resultar legítimo cuando se enfoca desde los mismos principios de la Revolución Verde (RV). Al fin y al cabo fue esta visión pragmática la que se impuso por décadas al mundo y la que logró hacer creer que el proceso tecnológico cada vez más intenso era capaz de sostener rendimientos crecientes en los campos de cultivo, puesto que ni siquiera se interrogó a sí misma sobre las posibilidades, también crecientes, de encontrar límites, bien en la esfera ecosistémica o bien en la esfera cultural.

---

El modelo transgénico invoca al mismo tiempo la necesidad de aumentar la productividad de la tierra utilizando monocultivos y de disminuir el uso de plaguicidas para combatir las plagas que engendra la misma práctica del monocultivo, hijo predilecto de la RV. De esta manera, se cae en espirales autojustificadoras: el sistema de cultivo genera sus propios desequilibrios, que se solucionan con mayor especialización tecnológica, lo que a su vez provoca nuevos desequilibrios, nuevas plagas, nuevas malezas y mayores esfuerzos de control especializados.

Por otra parte, existe la creencia que en verdad las plantas modificadas genéticamente son mejores, en el sentido literal de la palabra, que las plantas convencionales.

Aquí el debate toma un nuevo cariz: el actual modelo, hasta donde se conoce, trabaja esencialmente para llevar la expresión genética de las plantas a niveles no alcanzados de resistencia a herbicidas o como generadoras continuas de moléculas insecticidas ...¿Ser tolerante a un herbicida es una mejora? ¿Los herbicidas fueron alguna vez parte de las presiones evolutivas de las plantas? ¿Convertir plantas en fuentes continuas de principios tóxicos ... hace parte de su mejoramiento?

Ho y Cummings (2005) lo expresan mejor: "...pero desde una perspectiva biológica no existe tal mejoramiento. ¿Acaso un árbol que ha sido manipulado genéticamente para contener menos lignina es mejor o peor que uno normal? Claramente es peor, dada la pérdida resultante de sostén estructural, lo que le hace susceptible a daños durante tormentas de vientos. ¿La resistencia de las plantas a los herbicidas es una "ventaja"? No lo es, pues permite la aspersión extensiva de estas sustancias tóxicas que afectan el suelo y, al mismo tiempo, destruyen la flora local y las formas de vida salvaje. ¿Es acaso un árbol sin flores ni frutos ni semillas útil para los seres vivos? ¿Este árbol no es el alimento de miríadas de especies de insectos, aves y otras especies que dependen de él? ¿Constituye una planta con propiedades insecticidas un "mejoramiento"? Por el contrario, es una amenaza muy peligrosa para muchas especies de insectos que son parte de cadenas alimenticias más grandes..."

Pero incluso si en el futuro el modelo transgénico, en alardes de generosidad se vuelca hacia la manipulación de plantas para aumentar tolerancia a sequías, heladas o stress salino, mayores crecimiento y adaptabilidad o diferentes composiciones, colores, sabores, formas y tamaños ¿Cómo estar seguro que ello sea parte del mejoramiento deseado? ¿No existen ya cultivos adaptados a todas estas circunstancias y razones para entender porqué otros no sobreviven a determinadas condiciones limitantes?

La teoría de la evolución darwiniana supone procesos lentos de adaptación de las especies y los postulados de Jay Gould pregonan que tales cambios podrían darse rápidamente en cuestión de pocas generaciones siempre y cuando éstas estuvieran sometidas a procesos que obligaran tales cambios. Ambas hipótesis se refieren, sin embargo, a procesos orgánicos, en donde se conjugan mecanismos de selección natural, de coevolución de nichos, de hábitats y biotopos que se tornan variables fundamentales en el devenir de las especies. En todo caso, nada es gratuito en la teoría evolutiva.

La selección artificial que ocurre en la domesticación de especies también va ligada de la mano del tiempo y del cruzamiento total de los genomas, fundamentalmente por vía sexual, cuyo éxito se mide en condiciones de campo, cuando la totalidad de la planta se expone a las condiciones ecosistémicas e incluso culturales que determinan su permanencia.

---

---

El acto transgénico se mueve en una sola vía: un monorriel en una autopista de muchos carriles. Un gen manipulado en genomas de miles de codones, de secuencias, de nucleótidos. Y esta manipulación se somete a selección artificial en los laboratorios, en tiempos récords probablemente muy cortos y luego la planta modificada se prueba en campo, pero libre de competidores y por lo tanto de presiones adaptativas. No hay procesos libres de coevolución ni restricciones por competencia, ni enemigos naturales, puesto que el proceso de investigación en campo se acompaña del arsenal químico de protección característico de la RV.

Las presiones evolutivas tal vez esperan en los recodos del camino del tiempo, cuando la patente corporativa haya expirado.

- **La Legitimidad de la Ciencia**

La otra cara de la moneda de este proceso es la pregunta sobre la legitimidad de la ciencia para conocer y manipular el ADN. Aquí es necesario entrar con precauciones porque se trata de un terreno intangible que conjuga a la vez la ética y la epistemología de la ciencia. Veamos:

El conocimiento científico, acumulado por centenares de años, hace parte del legado simbólico iniciado por los griegos y enriquecido a lo largo de la historia humana. Se ha alimentado de innumerables episodios de grandeza, intuición y genialidad que emergen de la gran cobija de los trabajos anónimos, pacientes, persistentes, descriptivos unos experimentales otros, analíticos o sintéticos, que hubieran podido ser casi irrelevantes a no ser por la fuerza de las ideas que arrastraban en esfuerzos múltiples de comprobación de hipótesis en lo que Thomas Khun denominó como los tiempos de ciencia normal.

Y es en estos tiempos de ciencia normal en donde ocurrieron las ideas y las comprobaciones experimentales que le permitieron al pensamiento avanzar dentro de la estructura celular y descubrir, al menos parcialmente, la genialidad y delicadeza de los procesos que envuelve el código genético y la transmisión de la herencia. Desde Mendel hasta los modernos biotecnólogos, la ciencia no ha parado de incursionar sobre la vida y su estructura fundamental: la célula, casi que como una bola de nieve.

Imposible pararla. La fuerza de la intuición, el halago del descubrimiento, la inquietud ante los retos de lo desconocido, la esperanza de los premios, la ansiedad por lo incógnitas, el genuino deseo de saber, el altruismo, las esperanzas de un futuro mejor para todos, la fascinación ante la elegancia de la vida, las posibilidades materiales de experimentar, los adelantos en las técnicas de comunicación, el afinamiento de las técnicas de laboratorio..en fin, el maravilloso universo simbólico, organizativo y tecnológico que se le ofrece a los científicos ubicados en las primeras filas del ranking mundial del conocimiento científico, es de un poderío tal que resulta impensable creer que se detendrá un día, a no ser que se trate del día en que los seres humanos posean todas las respuestas a todas las preguntas.

Como ello no se vislumbra, por lo menos en esta generación, es necesario aceptar que la ciencia biológica, en las escalas celulares y moleculares, no se detendrá y que su periplo es legítimo, válido y justo.

La manipulación genética de lo vivo está en el predecible camino del conocimiento y era solo cuestión de tiempo para que los científicos accedieran a ella. No hay, pues, lugar a desgarramientos.

---

La objeción válida es aquella que interroga sobre la clase de camino o de caminos que la ciencia debería transitar. Es aquella que indica que es necesario tomar precauciones, porque se trata de territorios desconocidos, en donde se juegan no solamente resultados materiales sino éticos, para no hablar de espirituales, con claras consecuencias sobre la sociedad.

Porque es que la ciencia no se interna sola en el camino de la célula. Detrás y al lado de ella está la vociferante multitud de intereses, casi todos de tipo económico, que la empujan sin cesar y le dificultan la visión de conjunto, de contexto. Ella misma vocifera. Ella misma es parte de los circuitos culturales de adaptación al medio ecosistémico. Sus procesos se originan en las redes simbólicas del pensamiento, se desarrollan en la trama de relaciones de poder y se expresan en las acciones concretas del instrumento tecnológico, que a su vez afecta ecosistemas y sociedades.

Hasta el momento el proceso es joven. Los ingenieros genéticos están en la etapa de conocer y mapear genomas, abordar de manera preliminar el conocimiento sobre distintas funciones de los genes y manipular algunos de ellos. Por ahora solo se trata de intercambiar un gen por otro.

La velocidad con que esto ocurre sobrepasa aquella en que se debieran investigar los efectos colaterales y secundarios dentro y fuera de las plantas modificadas, puesto que el énfasis comercial indica que el éxito económico se encuentra en las aplicaciones prácticas de la ingeniería. Los riesgos crecerán cuando se transfieran no uno sino varios genes para combinar rasgos deseables y cuando el aparato científico se encuentre más entusiasmado con las posibilidades de combinar la naturaleza.

- **Diversidad de Egoísmos.**

Dentro de las motivaciones anotadas que hacen legítimo el quehacer científico, se destacan dos: el altruismo y el egoísmo.

Los economistas reconocen que es este último factor, el egoísmo, el que está en la base de los intercambios que mueven el mercado. Los actores se involucran en él con intereses propios, que colocan en los juegos transaccionales, esperando obviamente el mayor trofeo: la ganancia.

Esta lógica inevitable, que avala el funcionamiento de la sociedad actual, domina también al modelo transgénico.

No fue coincidencia que los primeros argumentos para justificarlo se dieran en el campo del altruismo. Las primeras voces que se escucharon a favor de la manipulación genética de plantas se dieron para indicar que era esta la tecnología que estaba esperando el planeta para aliviar el hambre de los más de 800 millones de personas que se encuentran en inseguridad alimentaria. El argumento duró poco: como se señaló anteriormente, la respuesta de los críticos es que los problemas de hambre en el mundo no se deben a falta de producción, sino a desequilibrios de distribución y consumo, de justicia social.

Se trataba de golpear en las conciencias de los consumidores justo con el martillo opuesto, para abrir la benevolencia de la opinión pública sobre las aplicaciones biotecnológicas que se mueven en la dirección contraria del lucro transnacional.

Bastante se ha escrito ya sobre el asunto: se conoce que pocas compañías de semillas y agroquímicos dominan el mercado mundial de plantas genéticamente modificadas que, en

---

---

esencia, se dirigen a aumentar su tolerancia a herbicidas producidos por las mismas compañías o a tornarlas resistentes a lepidópteros (plantas Bt). De aquí el modelo se mueve poco, aunque es cierto que existen esfuerzos para modificar plantas con otros objetivos.

Dentro de la lógica de la acumulación de capital, las citadas compañías mundiales buscan solamente obtener ganancias dentro de su agronegocio. Ello es lícito en el marco de las reglas del comercio mundial y es aceptado plenamente por la sociedad contemporánea. Solo que tales objetivos de rentabilidad egoístas no concuerdan con los objetivos de soberanía o seguridad alimentaria de los países ni con las preferencias de muchos grupos de consumidores.

La apuesta está casada. El rumbo es fijo. Las compañías transnacionales no estarán dispuestas a perder dinero ni a ceder derechos de sus procesos de investigación y para ello se basan en regulaciones nacionales e internacionales de protección vía patentes. A la luz del derecho internacional ello también es legítimo en la medida en que cuenta con el aval de las naciones y de la Organización Mundial del Comercio. Pero se convierte en un proceso egoísta y excluyente en la medida en que no consulta las necesidades y aspiraciones de la sociedad.

Tal apropiación de los recursos de la biodiversidad enfrenta fuertes obstáculos provenientes de países y regiones enteras, ONGs, comunidades académicas y grupos de consumidores que incluso han declarado áreas libres de transgénicos. Pero la realidad es que el modelo avanza inexorablemente, hasta el punto en que para 2006 - 2007 se prevé que la superficie mundial plantada con cultivos transgénicos superará los 100 millones de hectáreas.

#### • **¿Es Posible un Modelo Transgénico Alternativo?**

Las ideas que se colocan a discusión en estas líneas, solamente como borrador o bosquejo, abren otro debate que quizás muchos críticos del modelo no quieran dar, unos porque se oponen rotundamente a la manipulación de plantas *per se*, otros porque no aceptan la injerencia multinacional en la direccionalidad de la agricultura nacional y algunos más porque tampoco estarán dispuestos a permitir la pérdida de autonomía en el intercambio de semillas entre agricultores o debido a que se oponen al otorgamiento de patentes sobre lo vivo.

A riesgo de ahondar más la discusión pero igualmente de plantear caminos para el diálogo, es necesario, sin embargo, considerar seriamente la posibilidad de coexistencia de un modelo transgénico diferente, que incluso se oponga al dominante.

Ello en virtud de la consideración que se hizo anteriormente en estas páginas, sobre la legitimidad del desarrollo científico, de lo inevitable que resulta su expansión y del derecho que posee el estamento científico para incursionar en el conocimiento y manipulación de los genomas.

En aras de abrir los espacios del debate y de entender aquella frase que proviene de los críticos del modelo transgénico según la cual "no se oponen al avance de la ciencia", es posible aceptar que los ingenieros genéticos lograrán modificar genomas y que aparecerán plantas con características deseables, como las anotadas más arriba y que ello es social y ecosistémicamente válido. Las condiciones de su desarrollo deberían tener en cuenta, entonces, varios factores:

De una parte, establecer cuáles serían las modificaciones bioquímicas y fisiológicas al interior de las plantas transformadas, sus interrelaciones y efectos en distintas vías metabólicas. Esto es particularmente importante en los desarrollos genéticos extra-agronómicos que buscan obtener plantas transgénicas para la producción de vacunas, anticuerpos y proteínas terapéuticas.

---

Este campo, que sobrepasa la visión clásica del mejoramiento genético de plantas en la agricultura, abre debates igualmente inquietantes y poco explorados. Más allá del interés económico, comprensible en la lógica capitalista, las preguntas recaen sobre el comportamiento en campo o laboratorio de estas plantas-farmacias, inducido por la transformación misma de su genoma.

Por otra parte, aparecen los cuestionamientos sobre los efectos de estas plantas modificadas en los ambientes ecosistémicos, suelo incluido y sobre la salud de los seres humanos, al igual que los debates sobre la propiedad de los desarrollos biotecnológicos, la competencia comercial, la dependencia de los agricultores, el etiquetado obligatorio, las evaluaciones ambientales y de riesgos, el papel del Estado, la institucionalidad y las medidas de precaución que deben tomar las sociedades en relación con las plantas transformadas, temas que son objeto de distintas discusiones, pero que sobrepasan los propósitos de este escrito. Estas preocupaciones deberían ser tenidas en cuenta para el desarrollo de un modelo transgénico alternativo al actual.

Las preguntas ahora se tornan hacia los requisitos de este posible modelo. En este documento ya se colocaron algunas de ellas sobre el tapete en relación con el planteamiento general del modelo transgénico dominante y sus pretensiones de sostenibilidad.

Pero más allá de esas consideraciones, algunas de las cuales son difíciles de cumplir por cualquier modelo transgénico que se plantee, existen otras para que el modelo genético alternativo se consolide:

Este modelo alternativo debería ejecutar procesos democráticos y participativos, dirigidos a la solución efectiva de problemas identificados por las comunidades, en donde se asegure la ausencia de riesgos para la salud de seres humanos, de desequilibrios ecosistémicos o de alteraciones significativas en la fisiología y bioquímica de las plantas modificadas, que pudieran generar riesgos en la alimentación humana y animal.

Por otro lado, se requiere considerar seriamente la conveniencia o no de establecer patentes sobre los desarrollos obtenidos. En principio, la obtención de patentes se convierte en un mecanismo que choca contra las aspiraciones de igualdad, justicia social y reconocimiento del trabajo invertido por siglos para preservar germoplasma, pero la realidad impuesta por el modelo neoliberal de comercio global es que tales obtenciones se deben suscribir, so pena de sufrir el riesgo de perder derechos usurpados por quienes están al acecho de tales procedimientos: los halcones de la biopiratería. La regla parece ser o patentes o patentes.

En un modelo transgénico alternativo, los beneficios de las patentes derivadas de estos procesos de transformación genética deberían dirigirse esencialmente hacia la comunidad que preservó los genes y hacia los aparatos científicos nacionales que hicieron posible las modificaciones genéticas. Por lo tanto, tales patentes deberían ser consideradas como beneficios colectivos sobre los recursos genéticos. De igual forma, el conocimiento desarrollado debería ser de carácter público y las comunidades deberían estar informadas sobre las potencialidades de sus propios recursos.

En síntesis, si el modelo transgénico alternativo, impulsado por los aparatos nacionales de ciencia y tecnología pretende ser aceptado por la sociedad, debería ser ecológicamente viable, económicamente justo y socialmente válido, superando el egoísmo característico del dominio transnacional, democratizando las patentes y asegurando la inocuidad y vitalidad de los alimentos, entre otros varios requisitos.

---

## **CAPITULO QUINTO.**

### **POTENCIALIDADES Y RESTRICCIONES DEL MEDIO BIOFÍSICO COLOMBIANO PARA LA AGRICULTURA**

Antes de describir las consecuencias del modelo de revolución verde en el país, es preciso pasar revista a las potencialidades ecosistémicas que ofrece el territorio nacional, especialmente en lo que concierne a las características de la tierra, incluyendo en este concepto al recurso suelo en sí mismo y a otros factores que, aún siendo parte integrante de la génesis del medio edáfico, pueden analizarse complementariamente para enfatizar aún más la interdependencia que existe entre el suelo, el agua, el clima, el relieve y los materiales geológicos.

Los apartados siguientes presentan sucintamente un bosquejo de las principales potencialidades y limitaciones que posee el territorio nacional, en términos de las variables biofísicas anotadas, para mantener procesos agrarios sostenibles y competitivos a la luz de las nuevas exigencias planteadas por la próxima liberación del mercado en el marco del Tratado de Libre Comercio. Los interesados en profundizar el tema pueden remitirse a estudios realizados por Cortés (1982, 1987, 1989), Malagón (1995) quienes han escrito con maestría sobre las características y la geografía de los suelos de Colombia.

#### **5.1 LA DIVERSIDAD BIOFÍSICA**

Colombia es un país en extremo diverso desde el punto de vista biofísico. Presenta marcados contrastes climáticos que van desde enclaves desérticos y zonas secas en la costa norte hasta territorios con los mayores índices de lluvias en el mundo, ubicados en el Chocó Biogeográfico. Áreas nivales y páramos fríos y húmedos contrastan con las extensas planicies cálidas cubiertas con selvas tropicales de la Amazonia (figura 18).

Sin embargo, su territorio es predominantemente cálido y húmedo. El 80% del país se ubica en el piso térmico cálido (91.113.679 ha), 10% en el medio (10.151.915 ha), 6.6% en el frío (7.545.869 ha) y 2.6% en los pisos muy fríos a nivales (3.029.114 ha). Las provincias de humedad dominantes son la húmeda, muy húmeda y pluvial que, en total, se presentan en el 80% del área continental; las zonas con provincias áridas, semiáridas, muy secas y secas alcanzan una extensión de 20.559.127 ha, equivalentes al 18% del área continental nacional (IGAC – Corpoica, 2002). Las áreas secas se localizan en la región Caribe y en gran parte de

Figura 18. Mapa Físico de Colombia (Fuente: Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”).



los valles interandinos, mientras que las provincias árida y semiárida se distribuyen principalmente en los departamentos de la Guajira y Cesar, en la región Caribe y en los departamentos de Boyacá, Cauca, Huila, Santander y Cundinamarca, en la región Andina.

De igual manera, Colombia posee todos los tipos de relieve, desde extensas zonas planas en la Llanura Caribe y en los Llanos Orientales, hasta las laderas montañosas con toda clase de pendientes en las tres cordilleras andinas. En ellas aparecen altiplanicies a más de 2.600 metros de altura enmarcadas por zonas montañosas de pendientes fuertes. El 70% del país se reparte por igual entre tierras ligeramente planas a ligeramente onduladas (35.2% equivalentes a 40.131.250 ha) y tierras con pendientes superiores al 25%, que cubren una extensión de 40.789.392 ha equivalentes al 35.8% de la superficie nacional. Las tierras moderadamente onduladas a fuertemente onduladas con pendientes en el rango de 7 a 25%, alcanzan el 27.1% del área continental del país.

El paisaje de lomerío o de colinas es el más frecuente, abarcando el 34.9% de la superficie continental, seguido del paisaje de montaña (25.5%) y de los paisajes de valles y planicies (19.7%). El restante 18% está constituido por piedemontes, altiplanicies, altillanuras y superficies de aplanamiento (IGAC – Corpoica, 2002).

Igualmente el territorio colombiano presenta una extrema variedad de materiales geológicos que incluyen rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias y extensos mantos de cenizas volcánicas que recubren amplias regiones montañosas. A ello pueden sumarse condiciones variables en los sistemas de drenaje que facilitan la aparición de extensos humedales, ciénagas, lagos y lagunas con vegetación y dinámicas acuáticas repartidas en todo el país pero presentes en mayor abundancia en las depresiones del norte colombiano. Los contrastes se acentúan con la aparición de territorios desérticos y secos con vegetación espinosa y xerofítica en la Guajira, pajonales y sabanas naturales en la Orinoquia, bosques montanos y de niebla en las cordilleras y bosques húmedos tropicales en la Amazonia, el Chocó y el Valle Medio del Río Magdalena.

La conjunción de los factores citados implica la aparición de una primera cualidad emergente, clave para entender la dinámica de la agricultura colombiana: *su alta diversidad*, expresada no solamente en términos de coberturas vegetales, fauna asociada, paisajes y climas diferentes, sino también en forma de un mosaico complejo de suelos con características disímiles desarrolladas en función de la variabilidad de tales factores.

Colombia posee todos los tipos de suelo reconocidos actualmente en los sistemas de clasificación mundial, desde los suelos orgánicos o histosoles de los páramos y de las regiones frías hasta los suelos aridisoles de las zonas secas. En esta variedad aparecen suelos arenosos y arcillosos, inundables o excesivamente drenados, ácidos y alcalinos, superficiales y profundos, planos y quebrados, limitados o no por aluminio, ricos o deficientes en materia orgánica, con abundancia o escasez de nutrientes, configurando toda una gama de cualidades de la tierra que a su vez posibilitan o limitan las actividades agropecuarias y forestales con mayor o menor fuerza en determinadas regiones del país

No obstante lo anterior, el estudio del territorio colombiano puede ser abordado en función de las características de sus seis principales regiones naturales: la Llanura Caribe, el Andén Pacífico o Chocó Biogeográfico, la Región Andina, los Valles Interandinos, la Amazonia y la Orinoquia o Llanos Orientales, sin olvidar los territorios insulares de San Andrés y Providencia<sup>20</sup>

---

<sup>20</sup> La descripción que se presenta ha sido tomada especialmente de Cortés (1982); Malagón *et. al.* (1995); León *et. al.* (2001); Pronatta, (1999); Geoingeniería (1999); IGAC - Corpoica (2002). Las cifras sobre utilización de la tierra han sido tomadas todas de este último estudio.

---

## 5.2 LA REGIÓN ANDINA

Esta región natural contiene la mayor parte de la población colombiana y posee los principales centros industriales y agrícolas de la nación, al igual que las mejores dotaciones de infraestructura y servicios públicos.

Corresponde a la prolongación de la cordillera de Los Andes que se divide en tres grandes ramales al entrar en territorio colombiano, formando tres cordilleras: la Occidental, la Central y la Oriental, separadas entre sí por los valles de los ríos Cauca y Magdalena que forman las dos mayores cuencas u hoyas hidrográficas del país. Las cordilleras, a su vez, presentan tres tipos generales de paisajes fisiográficos: los páramos, los altiplanos y las laderas montañosas. Cada uno de estos paisajes posee características biofísicas particulares que por lo tanto inciden en la aparición de diferentes tipos de suelos y de usos de la tierra.

- **Las Zonas de Cordillera**

Las tres cordilleras colombianas ocupan en su conjunto aproximadamente 28.323.000 ha (el 24.8% del territorio nacional)<sup>21</sup> y difieren entre ellas principalmente por los materiales y procesos geológicos que las han originado. Grandes áreas de las cordilleras Central y Occidental, y algunos sectores de la Oriental, están cubiertas de cenizas volcánicas, por lo que este material es uno de los más importantes formadores del suelo en Colombia, imprimiéndoles buenas características físicas y químicas. Sobre ellos se estableció la mayor parte de la zona cafetera del país. En la Cordillera Oriental, por su parte, dominan los materiales provenientes de rocas sedimentarias, en tanto que en la cordillera Central y Occidental ellos corresponden básicamente a formaciones geológicas metamórficas e ígneas.

Estos materiales geológicos en asocio con las correspondientes variaciones climáticas, inherentes a los diversos pisos altitudinales y con los diferentes relieves que se presentan en la cordillera, han generado una extensa variedad de suelos que sustentan una igualmente variada gama de cultivos. En estas áreas se produce la mayor parte de cultivos que abastecen la canasta familiar como papa, frijol, tomate, caña panelera, maíz, cebada, trigo, arveja, haba, frutales, hortalizas y plantas aromáticas, al igual que se han establecido explotaciones agropecuarias especialmente para producción de leche y carne.

Las coberturas y usos predominantes en la región están representados por los pastos (44%), tanto para actividades ganaderas intensivas como extensivas; bosques fragmentados y relictos (37%) y tierras en agricultura (8%), principalmente asociaciones de cultivos con rastrojos y pastos. También es sobresaliente la extensión de tierras con vegetación de páramo que representa el 4% del área regional.

Es necesario recalcar que en la zona andina se ubica la totalidad de las tierras (entre 8.000 a 12.000 ha) dedicadas al cultivo de amapola que, pese a su relativo bajo porcentaje dentro de las tierras agrícolas, poseen un enorme significado para el país por las secuelas sociales y económicas que genera (violencia, consumo de drogas, relación con grupos armados, cultivo en zonas campesinas pobres e indígenas con tradiciones culturales importantes). Igualmente, en muchas de estas áreas se cultiva la marihuana en escalas pequeñas.

---

<sup>21</sup> De acuerdo con la información del estudio sobre Zonificación de los conflictos de uso de las tierras en Colombia (IGAC - Corpoica, 2002). Calculada con base en una extensión total del país de 114.174.800 ha.

---

La región andina en su conjunto posee el 31.8% (3.307.000 ha) de las tierras potencialmente aptas para actividades agrícolas que, de acuerdo con el estudio de IGAC – Corpoica (2002), ascienden en el país a 10.398.000 hectáreas (9.1% del área total nacional). De ese porcentaje, casi el 80% posee vocación para cultivos permanentes y semipermanentes semiintensivos o intensivos, el 15% para cultivos transitorios semiintensivos y solamente el 5% para cultivos transitorios intensivos, estos últimos en las zonas planas ubicadas en los altiplanos, valles intramontanos o en posiciones geomorfológicas de abanicos que no superan el 7% de pendiente, como en la terraza de Fusagasuga (clima seco con necesidad de riego supletorio) o en los abanicos de Armenia – Pereira con suelos derivados de cenizas volcánicas y clima húmedo.

Alrededor de 3.889.000 has de la zona andina poseen vocación para usos agroforestales (17.7% de estos usos en el país), que incluye actividades silvoagrícolas, agrosilvopastoriles y silvopastoriles.

El uso potencial para actividades silvoagrícolas se localiza en relieves con pendientes entre el 50 y el 75% cuyas principales limitantes son la inclinación de los terrenos, la pedregosidad y la superficialidad de los suelos. Estas zonas requieren cultivos multiestrata como el café, cacao o frutales combinados con actividades forestales de producción, protección o producción – protección. Se ubican principalmente en Antioquia, Caldas, Risaralda, Valle, Cauca, Nariño, Cundinamarca, Santanderes, Boyacá y Tolima.

Las tierras potencialmente aptas para usos agrosilvopastoriles se localizan en áreas con pendientes entre 7 y 50%, bajo una amplia gama de climas, limitadas por la inclinación de los terrenos y la profundidad efectiva de los suelos y utilizables en sistemas que combinen árboles, cultivos y pastos. Las actividades silvopastoriles se pueden extender a lo largo de las cordilleras especialmente en las zonas frías con relieves desde ligeramente quebrados hasta ligeramente escarpados (pendientes menores del 50%), ocupando menos del 2% de las áreas potenciales para usos agroforestales.

Las zonas potencialmente aptas para ganadería en la región andina ocupan solo el 8.5% (872.000 has) del total de tierras que el IGAC – Corpoica (*op.cit.*) han estimado con potencialidad ganadera para el total del país, bien sea bajo pastoreo intensivo, semiintensivo o extensivo y que ascienden a 10.256.000 ha.

Los tipos de pastoreo intensivo y semiintensivo se recomiendan en paisajes de montaña bajo clima frío seco, en planicies intramontanas cálidas secas y frías húmedas, en el piedemonte y en valles aluviales de climas frío húmedo en pendientes inferiores al 25%. Tales zonas están representadas en los departamentos de Tolima, Cundinamarca, Boyacá, Santander, Valle y Antioquia. Para el pastoreo extensivo se recomiendan tierras con pendientes entre el 7 – 25% distribuidas en casi todos los departamentos andinos y limitadas por la poca profundidad efectiva, mal drenaje, frecuentes inundaciones, baja fertilidad y pedregosidad de los suelos.

Las áreas que requieren especial protección y que debieran preservarse en actividades de conservación de recursos naturales suman 15.690.000 ha (31.6% de las tierras para conservación del país que representan casi 50 millones de hectáreas). Ello en virtud de su ubicación en relieves moderada a fuertemente escarpados (pendientes superiores al 75%) que generan suelos superficiales, con piedras en el perfil, excesivamente drenados y con erosión actual moderada a severa.

Por otra parte y en relación con los conflictos de uso, puede afirmarse que el 14.3% de las tierras intervenidas (2.754.000 ha) no presentan conflictos de utilización, explicado en parte porque tanto el café como los cultivos transitorios intensivos se ubican adecuadamente en tierras agrícolas con capacidad natural para estas actividades.

No obstante, 4.585.000 de ha (16.2%) se encuentran subutilizadas, dado que aunque presentan vocación agrícola y agroforestal, se encuentran en ganadería, matorrales o rastrojos. Ello ocurre principalmente en los departamentos de Antioquia, Santanderes, Cundinamarca, Huila, Cauca, Nariño y Valle del Cauca.

Por su parte, la sobreutilización de las tierras constituye un grave problema en la zona, puesto que 11.977.000 ha (42.3% del área regional) están siendo utilizadas en usos que las degradan, especialmente en los departamentos de Boyacá, Tolima y Cundinamarca. Ello debido principalmente a que muchas áreas de pendiente que debieran estar bajo coberturas forestales o agroforestales se utilizan en diversos tipos de ganadería y de cultivos transitorios que causan fenómenos de remoción en masa, soliflucción, terracetos o erosión en diversos grados.

### **Los páramos**

Colombia y Ecuador poseen el 92% de los páramos del mundo, que son biomas especiales caracterizados, entre otras cosas, por la presencia de un régimen isotérmico anual con temperaturas menores de 12 °C, presencia frecuente de heladas que varían entre 60 y 150 días al año, alta radiación solar, vientos fuertes con efecto desecante en la vegetación, presión atmosférica baja que genera menores niveles en la concentración de oxígeno y suelos humíferos (inceptisoles y entisoles) con gran capacidad de almacenamiento de agua, factores que en su conjunto limitan el desarrollo vegetal.

En Colombia el bioma páramo alcanza una extensión aproximada de 1.304.000 ha (1.1% de la cobertura nacional). Se localiza entre el bosque andino y el límite inferior de las nieves perpetuas desde los 3200 hasta los 4700 msnm<sup>22</sup>. Las mayores áreas de páramo están en la Cordillera Oriental (49.%) y la Cordillera Central (33%). El 18% restante pertenece a los páramos del sur, el macizo de Santa Marta al norte y una mínima parte a la Cordillera Occidental.

Los páramos son esencialmente ecosistemas acumuladores de agua y reguladores de flujos hídricos. Debido a las características químicas y físicas de sus suelos (baja disponibilidad de nutrientes, poca actividad microbiana, acidez marcada, acumulación de materia orgánica sin descomponer y baja densidad aparente entre otras), a las condiciones climáticas anotadas y a su relieve generalmente abrupto, no tienen vocación agropecuaria ni forestal. Su vocación fundamental es el de ecosistemas estratégicos como reguladores de flujos hídricos y surtidores de agua para diferentes usos, incluido el consumo humano.

Sin embargo, debido a procesos históricos de desplazamiento de poblaciones y de acaparamiento de tierras, los páramos colombianos están bajo una creciente y constante presión antrópica manifiesta en actividades ganaderas, agrícolas y de extracción de leña y otros recursos que los degradan. Se destaca en este aspecto el monocultivo de papa a alturas inferiores a los 4000 msnm, realizado esencialmente para obtener semillas de buena calidad en sistemas de tumba -quema y rotación con potreros para ganadería extensiva.

---

<sup>22</sup>msnm = metros sobre el nivel del mar

---

Aunque en el país se reconoce el rol de los páramos en la preservación de los equilibrios hídricos generales y que existe una problemática generalizada en relación con las presiones agrícolas, ganaderas, extractivas y mineras a que están sometidos, aún no están determinadas las proporciones reales de ocupación del espacio en cada uno de los usos mencionados, los tipos dominantes de tenencia de la tierra, la lógica de ocupación del espacio, la estacionalidad en su utilización ni la cuantificación aproximada de los impactos biofísicos o culturales que generan en el bioma de páramo tales sistemas productivos.

### ***Los altiplanos***

Abarcan una superficie aproximada de 328.000 ha y se localizan en Santa Rosa de Osos y Rionegro (cordillera Central en el departamento de Antioquia), la Sabana de Bogotá, los valles de Ubaté y Chiquinquirá y el sector Tunja - Paipa que remata con el valle de Sogamoso (altiplano Cundiboyacense) en la Cordillera Oriental y en el sector Túquerres-Ipiales en Nariño y el altiplano de Popayán. Existen varias pequeñas mesetas como la de Sibundoy con suelos orgánicos (histosoles) en el Putumayo y otras que son asiento de lagunas importantes como la de Tota (Boyacá) y la Cocha (Nariño).

El patrón de distribución de los suelos y sus características más importantes dependen de factores tales como el clima del altiplano, su relieve y el tipo de material parental. Por ejemplo, el clima de las altiplanicies antioqueñas es frío muy húmedo, el de una parte de las altiplanicies nariñenses es frío - húmedo y el de la Sabana de Bogotá es frío seco. Esta última condición de sequedad hace que, en algunas regiones de la Sabana, se presenten suelos arcillosos que poseen en profundidad capas endurecidas que impiden el normal desarrollo de las raíces. Estos suelos se conocen como alfisoles y presentan limitaciones para la agricultura.

En la Sabana de Bogotá, no obstante, se presentan suelos de alta fertilidad que han recibido aportes importantes de cenizas volcánicas, materiales orgánicos de las antiguas lagunas que formaban la altiplanicie y sedimentos provenientes de las montañas aledañas. Por ello sus suelos son muy profundos, bien estructurados, ricos en materia orgánica, con buenos niveles de nutrientes y, en general, con características físicas favorables para la introducción de una amplia variedad de cultivos (inceptisoles, andisoles, histosoles y, en algunos lugares, entisoles). Al igual que los suelos del Valle del Cauca, son considerados muy fértiles

Por fuera de las características señaladas para los suelos, existen pocas restricciones para la agricultura en estos altiplanos, con excepción de la presencia de heladas principalmente en los meses de diciembre – enero – febrero y la relativa baja precipitación pluvial en la Sabana de Bogotá. No obstante, los agricultores han desarrollado diversas estrategias para enfrentar con éxito estas limitantes naturales (siembras en fechas indicadas, variedades resistentes, riego). Su utilización actual se extiende desde cultivos intensivos de flores, hortalizas y papa hasta ganaderías de leche con buenas producciones.

En general las unidades de producción ganadera y agrícola tienden a ser altamente intensivas en capital y tecnología. La floricultura, que ocupa un alto porcentaje de las tierras en la Sabana de Bogotá y el Altiplano de Rionegro, es considerada como una de las más avanzadas del mundo en cuanto a tecnología se refiere. No obstante los esfuerzos de estos subsectores por mejorar sus producciones en términos ambientales, aún existen serios problemas de contaminación de aguas superficiales y subterráneas y de salinización de suelos en estas áreas.

### **Las laderas de montaña (la zona cafetera)**

Excluyendo la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de la Macarena, las laderas de montaña ocupan aproximadamente 26.690.000 (23.37% de la superficie nacional)<sup>23</sup> y presentan un patrón variado de suelos, que responde a sus diferencias climáticas, de relieve y de materiales geológicos.

En las zonas húmedas de las tres cordilleras que han recibido aportes importantes de cenizas volcánicas, se presentan suelos profundos, negros, con altos contenidos de materia orgánica, ácidos, buenos retenedores de agua y de nutrientes y poco densos que, en su mayor parte, corresponden a la denominada zona cafetera.. Estos suelos, tradicionalmente bien manejados con sistemas multiestrata del agroecosistema cafetero, han permitido su utilización intensiva por más de un siglo, soportando el rubro agrícola más importante del país. El último estudio del IGAC – Corpoica (*op.cit*) indica que las coberturas en las que el café es el cultivo principal ocupan una extensión aproximada de 1.137.000 ha (1% del país), en tanto que el anuario estadístico indica que para el 2001 se plantaron 830.000 ha con rendimientos de 791 kg / ha (Ministerio de Agricultura, 2002).

Cuando se talan los bosques cafeteros para remplazarlos por cultivos limpios a plena exposición o por ganadería doble propósito, la erosión se manifiesta con toda su fuerza y en pocos años aparecen surcos y cárcavas en áreas que anteriormente no presentaban problemas notorios de pérdida de suelos.

En muchas zonas de ladera de la Cordillera Oriental y central se presentan suelos que tienen fuertes limitaciones en su profundidad efectiva por la presencia de roca en superficie y de gravilla que impiden la penetración normal de las raíces. En estas regiones tradicionalmente se ha practicado la ganadería extensiva lo que genera procesos erosivos graves (terracetas, soliflujión). Igualmente, muchos de estos suelos superficiales en climas fríos han sido utilizados en cultivos de trigo y cebada.

Además de la producción cafetera, en estas zonas se han establecido los principales centros de cultivo de la caña panelera (en el clima medio de Santander, Cundinamarca, Boyacá y Antioquia), cacao (en el clima cálido de Santander), papa (en las zonas frías de Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Antioquia), maíz tradicional (Antioquia), trigo (Nariño, Cundinamarca), piña (Santander) y frutales como mora y lulo (Cundinamarca).

En el campo biofísico una de las mayores limitantes para las actividades agrícolas en las laderas montañosas de Colombia es la baja precipitación pluvial y su distribución irregular especialmente en varias zonas de la Cordillera Oriental y en algunos sectores de la occidental. Allí existen enclaves secos que responden a la dinámica de los valles transversales y de la circulación del aire en los sistemas locales valle – montaña, en donde la principal limitante para la agricultura es el acceso al agua.

Igualmente, un obstáculo importante para el sector agropecuario en las cordilleras son las elevadas pendientes de las laderas que impiden la mecanización agrícola y que propician la pérdida acelerada de los suelos por erosión. En algunas zonas del país todavía se utilizan animales de tiro (yuntas de bueyes) para arar la tierra, práctica difundida en los sectores de economía campesina.

---

<sup>23</sup> Cálculos realizados por el autor a partir de la información de IGAC – Corpoica (2002). Esta cifra no incluye las áreas de páramo ni de los altiplanos.

---

- **Los Valles Interandinos**

La extensión de los valles interandinos ha sido calculada en aproximadamente 4.250.000 hectáreas (3.6% del país) y comprende dos grandes áreas: el valle geográfico del río Cauca y el valle del río Magdalena.

El valle del río Cauca, es plano en casi toda su extensión, con excepción de algunas colinas en la zona de Zarzal que por su relieve quebrado, presentan erosión moderada. Buena parte del valle posee un clima cálido moderado seco, pero presenta sectores muy secos al norte o húmedos al sur, condición que afecta significativamente las características edáficas. En efecto, casi toda el área presenta suelos básicos con altos contenidos de nutrientes, a excepción de la zona sur en donde son ácidos, con aluminio de cambio y baja saturación de bases. Los suelos son, en general, pobres en fósforo.

El Valle del Cauca posee casi 135.000 hectáreas de suelos molisoles, que han sido catalogados entre los mejores del mundo porque presentan un horizonte superficial grueso de color negro oscuro, ricos en materia orgánica, bien estructurados y con un contenido alto de nutrientes para las plantas. También presenta 80.000 ha de suelos vertisoles con arcillas expansibles que dificultan su manejo.

El principal cultivo en esta región es la caña de azúcar, agroindustria altamente tecnificada que incluye mecanización de las principales labores, previsiones meteorológicas, diversos sistemas de riego y transformación en ingenios azucareros, que posee uno de los mejores rendimientos por hectárea del mundo (más de 110 t / ha de caña equivalente a 12.1 t / ha de azúcar y que se ubica principalmente en los citados suelos molisoles.

Por otra parte, el Valle del Magdalena también puede ser dividido en dos sectores: el valle alto, con clima cálido y seco y un intenso desarrollo agropecuario y el valle medio, cálido y húmedo con escaso desarrollo agropecuario<sup>24</sup>. Al norte del primero se pueden encontrar algunas regiones semiáridas y en el segundo algunos sectores perhúmedos.

El patrón de distribución de los suelos en la zona es muy complejo, ya que obedece a los factores climáticos enunciados que se conjugan con los diferentes tipos de relieve (planicie aluvial, piedemontes y abanicos) y de materiales geológicos. No obstante, puede afirmarse que, en general, en el alto Magdalena los suelos son básicos y ricos en nutrientes pero limitados por la escasez de agua y en el Magdalena medio son ácidos y con poca fertilidad pero, a diferencia de la parte alta, reciben mayores cantidades de agua.

Como un rasgo importante a destacar en el alto Magdalena, es necesario mencionar la presencia de extensas áreas con suelos arcillosos pesados del tipo vertisol, difíciles de manejar en razón de su naturaleza arcillosa, que contrastan con los suelos arenosos ubicados hacia el norte de esta zona. El patrón complejo de distribución de suelos en la región se complementa con suelos mal drenados en las depresiones y bien drenados en los diques, terrazas, abanicos y colinas y con suelos que han recibido la influencia volcánica hacia el sur del área.

En su conjunto los valles interandinos poseen el 64% de su extensión utilizada actualmente en pastos para actividades ganaderas extensivas y semi intensivas, bosques (6%) y tierras en

---

<sup>24</sup> El valle bajo del río Magdalena, se cuenta generalmente dentro de la Llanura Caribe

agricultura (18%), entre los que se destaca, la caña de azúcar en el valle del río Cauca y cultivos transitorios intensivos de arroz, sorgo, algodón, ajonjolí, maní, maíz y en menor escala frutales, yuca y plátano.

En términos generales estos dos valles presentan alrededor de 1.747.000 ha con vocación para usos agrícolas (16.8% del total de las tierras del país con vocación agrícola). Aproximadamente el 25% de esa cantidad, es decir, 437.000 ha presentan aptitud para cultivos transitorios intensivos o semiintensivos en tanto que alrededor de 1.310.000 has son potencialmente aptas para cultivos permanentes y semipermanentes.

Sin embargo, la mayoría de estas tierras necesitan riego supletorio, control de la salinidad y prácticas especiales de manejo para utilizarlas en proyectos agroindustriales. Las tierras agrícolas están ubicadas en la planicie aluvial bien drenada del río Magdalena, en los abanicos y en las planicies de los piedemontes.

La principal zona de arroz riego y sorgo en Colombia se localiza en el Tolima con 47% y 37% de la producción nacional respectivamente, especialmente en la zona de Espinal – Guamo – Saldaña y Flandes.

Las tierras con aptitud ganadera ocupan un porcentaje significativo en los valles interandinos. De acuerdo con IGAC – Corpoica (*op. cit.*), los suelos potencialmente aptos para ganadería abarcan una extensión aproximada de 1.200.000 ha, 60% de las cuales podrían dedicarse al pastoreo extensivo y 40% al pastoreo intensivo o semiintensivo.

Las áreas con vocación agroforestal, por el contrario, solo representan el 1.3% (286.000 ha) de los casi 22 millones de hectáreas que el país posee para utilizarlas potencialmente en actividades combinadas de tipo forestal y agrícola. Porcentajes igualmente bajos (0.5% del total nacional) se contabilizan para las tierras potencialmente utilizables en actividades forestales que en los valles interandinos alcanzan extensiones de solo 108.000 has. Las áreas para conservación ocupan, a su vez, 890.000 ha. (1.8% del total nacional).

Alrededor de un tercio del área de los valles interandinos (1.078.178 ha) no presenta conflictos de uso pero casi el 38.2% está subutilizada (1.623.613 ha), debido esencialmente a que se usan en actividades de ganadería extensiva pudiéndose instalar cultivos transitorios, permanentes o semipermanentes intensivo o intensificar el pastoreo; alrededor del 25.3% (1.075.345 ha) está sobreutilizada, especialmente en el departamento del Huila en las zonas más secas que sufren severos procesos de erosión por deforestación de amplias zonas y ganadería extensiva en áreas de vocación agroforestal.

### **5.3 LA REGION CARIBE**

Esta región comprende la llanura que se inicia al sur en las estribaciones de la cordillera occidental y central (región de la Mojana), limitada al oriente por la Cordillera Oriental (Serranía de Perijá) y al occidente y al norte por el mar Caribe. Allí también se ubica la Sierra Nevada de Santa Marta que marca el nacimiento hacia el norte de la península de la Guajira. Toda la región Caribe tiene una superficie aproximada de 13 millones de hectáreas (11.4% del territorio nacional).

---

Casi la mitad de su territorio está representado por colinas de pendiente suave y el resto por relieves de abanicos, terrazas y llanuras inundables.

Estas últimas ocupan una gran extensión en la depresión de los ríos Magdalena, Cauca, San Jorge y Sinú y en el antiguo delta del río Magdalena. La dinámica fluvial es de gran magnitud en estas zonas y los ríos forman amplios valles aluviales, numerosos brazos secundarios, lagos de vegas y extensas ciénagas como Ciénaga Grande, al sudeste de Lórica.

Por otro lado, al occidente se encuentran las antiguas sabanas de Bolívar, zonas con suelos en procesos de degradación importantes, debido principalmente a la deforestación y al uso no adecuado de maquinaria. Allí también se encuentran las áreas que están influenciadas por el río Sinú y el golfo de Urabá que comparten características tales como regímenes de lluvias más intensos, estaciones mejor definidas, vegetación más exuberante y un potencial productivo mayor.

El clima varía desde superhúmedo y húmedo en las estribaciones de las cordilleras occidental y central al sur del área, hasta condiciones más secas a medida que se avanza en dirección noreste, determinando la presencia de suelos saturados ácidos en toda la zona sur del área y suelos saturados con pH neutro o alcalino, con carbonatos y, en algunas áreas, con exceso de sales hacia el norte y noreste en donde el clima es definitivamente seco (figura 19).

Los suelos son diferentes en función del relieve y del clima: en las colinas, generalmente bajo clima seco, son superficiales y poco evolucionados con notorios procesos erosivos; en las depresiones de las planicies aluviales son mal drenados y están sometidos a inundaciones periódicas pero en las terrazas altas y en los diques frecuentemente son fértiles, profundos y mecanizables. No obstante, en algunas terrazas amplias de los ríos Magdalena y San Jorge existen sabanas de baja productividad con suelos pobres en nutrientes y tendencia a compactarse.

Las principales limitantes edáficas en las áreas de humedales del Caribe, son, en consecuencia: el mal drenaje interno y externo de los suelos, provocado tanto por condiciones texturales como por su posición en el paisaje; las frecuentes inundaciones que limitan el desarrollo radical e impiden las labores agrícolas; las estaciones de sequía que provocan déficit de agua para los cultivos durante períodos prolongados y generan el fenómeno de la trashumancia, que hace que el ganado se movilice entre las ciénagas y las sabanas, dependiendo de la estación; presencia de sales en algunas áreas y condiciones de acidez en otras.

En las planicies aluviales de piedemonte existen suelos arcillosos bien drenados y en las planicies marinas coexiste una amplia gama de suelos de manglar, playones, barras de playa y dunas.

Los suelos de las colinas se encuentran dedicados a ganadería extensiva o están cubiertos con vegetación natural. Algunos sectores poseen agricultura comercial con tabaco, ñame, yuca, maíz y plátano. Los suelos anegadizos se utilizan en ganadería durante la época seca y los suelos mejor drenados de las terrazas son aptos para una amplia gama de cultivos y para ganadería. Para alcanzar niveles adecuados de competitividad la agricultura en toda la zona requiere instalar sistemas de riego y prácticas de adecuación para control de inundaciones.

Las coberturas y usos predominantes en la Llanura Caribe están representados por los pastos (69%), cuerpos de agua y ciénagas (10%), utilizadas actualmente para algunas actividades

agropecuarias y de conservación de los recursos naturales, bosques (4%) y tierras para agricultura que representan solamente el 4% del total regional.

La región Caribe presenta el mayor porcentaje (40.2%) de las tierras aptas para agricultura en Colombia. Alrededor de 4.180.000 ha de tierras que constituyen algo así como un tercio de la región, tienen vocación para usos agrícolas de diversa índole. Esta cantidad es más o menos equiparable a la totalidad de los suelos del país que hoy se usan en agricultura<sup>25</sup>.

Los suelos para cultivos transitorios intensivos (casi 380.000 ha<sup>26</sup>) se ubican especialmente al sur, en el sector cálido húmedo. Muchas de estas tierras, sin embargo, están sujetas a procesos de degradación debido al mal uso de la maquinaria agrícola, riego con aguas salinas, contaminación por agroquímicos y desprotección continua del suelo, generando severos procesos de compactación y erosión que repercuten significativamente en las producciones agrícolas. Las zonas aptas para cultivos transitorios semiintensivos se distribuyen por igual en los departamentos de Cesar, Magdalena, Córdoba, Sucre, Bolívar y Atlántico bajo diferentes climas, cubriendo una superficie aproximada de dos millones de hectáreas.

**Figura 19. Zonas planas y secas de la llanura Caribe en ganadería extensiva. Nótese las calvas salinas.**



Para cultivos permanentes y semipermanentes intensivos y semiintensivos la región presenta alrededor de 1.750.000 en los climas cálido-húmedo y cálido-seco en donde se pueden instalar con éxito plantaciones de palma africana, banano, plátano y frutales asegurando el riego en las áreas con alta evapotranspiración y baja precipitación.

<sup>25</sup> De acuerdo con IGAC - Corpoica (2002), las tierras ocupadas actualmente con usos predominantemente agrícolas ocupan 4.166.034 ha (3.6% del territorio nacional)

<sup>26</sup> Cálculos realizados por el autor a partir de información consignada en el estudio IGAC - Corpoica, 2002.

La vocación agroforestal de la región Caribe alcanza un porcentaje del 9.3% (aproximadamente dos millones de hectáreas) de las tierras colombianas aptas para este uso. Se ubican especialmente en las zonas de colinas en relieves ligeras a moderadamente escarpadas con pendientes entre 50 y 75%. Las modalidades silvoagrícola y silvopastoril son las que más se recomiendan para estas zonas. Esta última se recomienda principalmente en los departamentos de la Guajira, Magdalena y Atlántico, sobre paisajes de colinas y de planicies, en climas desde el cálido árido hasta el seco, en pendientes no mayores del 25%. La salinidad, la susceptibilidad a la erosión, la irregular distribución de las lluvias y el clima seco son los principales limitantes para el uso de estas tierras.

La región también posee uno de los más altos porcentajes de tierras con vocación ganadera en Colombia. En efecto, casi una cuarta parte de los suelos susceptibles de ser utilizados para ganadería en el país, se ubican en la Llanura Caribe (2.390.000 ha de un total de 10.255.000). El pastoreo intensivo y semiintensivo se recomiendan en las sabanas de gramíneas y en los valles aluviales de clima seco con pendientes menores del 7% (Atlántico, Cesar, Córdoba, Sucre y algunos sectores de Bolívar y Magdalena) en extensiones que pueden llegar a 478.000 ha (20% del total con vocación ganadera). En los paisajes de planicie y valle aluvial del sur, sometidos a inundaciones frecuentes y encharcamiento de suelos, se recomienda esencialmente el pastoreo extensivo, en una extensión aproximada de 1.900.000 ha.

Por contraste, la vocación forestal del Caribe, es muy baja. Apenas se consideran algo más de 200.000 ha aptas para este tipo de utilización en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta y al sur de la península de la Guajira. Para la conservación de los recursos hídricos y usos forestales de protección, existe un potencial de 1.890.000 ha ubicadas en las planicies marinas y eólica y en los piedemontes en pendientes inferiores al 25% e igualmente en los paisajes de colinas en pendientes superiores al 50%.

Igualmente importantes resultan las áreas destinadas a conservación de los recursos hídricos en la región, constituidas por los humedales, ecosistemas de altísimo valor para los ciclos hidrológicos y la conservación de recursos pesqueros.

De acuerdo con IGAC – Corpoica (*op.cit.*), el 32.3% (2.966.017 ha) de las tierras intervenidas en el Caribe no presentan conflictos de uso, especialmente porque varios sectores con potencial agrícola en los departamentos de Magdalena y Cesar están utilizadas con palma africana y banano o en sistemas mixtos de ganadería – agricultura en Atlántico, Sucre y Córdoba.

Por su parte, 4.346.665 ha (40.6% del área regional) se encuentran subutilizadas debido esencialmente a que tierras con vocación agrícola y agroforestal se dedican actualmente a ganadería extensiva y semiintensiva. El estudio citado indica que el 40% del área tiene vocación agrícola y solo se usa en ella el 4% del territorio, en tanto que el 22% es apta para usos ganaderos pero se utiliza en ello el 69% del área total de la región. El fenómeno se presenta principalmente en la mayor parte del departamento de Córdoba, el noroccidente del departamento del Magdalena y el norte y centro del Cesar.

Finalmente, casi el 17.2% del área regional (1.879.524 ha) presenta conflictos de uso por sobreutilización especialmente en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta y de la Serranía del Perijá (Cesar); piedemonte de la serranía de San Lucas y al sur del departamento de Bolívar; sectores de los municipios de Tubará, Galapa y Juan de Acosta (Atlántico), zonas que presentan relieves colinados con procesos severos de degradación de tierras bajo ganadería o cultivos transitorios que debieran estar utilizados en actividades agroforestales o

forestales. Igualmente el proceso erosivo y de compactación de suelos se presenta en zonas planas de los departamentos de Cesar, Magdalena y Córdoba utilizados en ganadería y agricultura intensiva con prácticas tecnológicas inadecuadas que han causado la degradación de extensas superficies de tierra.

En el departamento de Córdoba se presentan las principales zonas productoras de algodón con el 61% de la producción nacional (Cereté, Ciénaga de Oro), arroz seco manual con el 29% de la producción (Tierra Alta – Montelíbano) y maíz tecnificado (Cereté, Ciénaga de Oro – Lorica); en Antioquia existe un importante sector de producción de plátano que aporta el 14% de la producción nacional (Turbo, Urabá y Necoclí) y de maíz tradicional (Turbo – Necoclí) con aportes nacionales del 17%, mientras que en Bolívar se destacan las zonas productoras de yuca, que se cuentan entre las principales del país (12% de la producción).

Colindante con la Llanura Caribe, se presenta la península Guajira dominada por condiciones de aridez que generan suelos con condiciones limitantes para la agricultura. Aunque la condición general es la de sequedad permanente, existen suelos en la zona sur cuya humedad disponible para las plantas es mayor sin que, de todas maneras, sea suficiente para el desarrollo de una agricultura competitiva.

## **5.4 EL CHOCO BIOGEOGRÁFICO**

Esta región natural de Colombia abarca desde la divisoria de aguas del flanco occidental de la cordillera Occidental, hasta el límite costero del Océano Pacífico y comprende alrededor de 10.149.932 ha<sup>27</sup>. El 85% de su territorio posee coberturas boscosas y solamente un 5% ha sido utilizada en agricultura y ganadería. Por lo tanto puede anticiparse que, aunque no presenta vocación agropecuaria significativa, su valor para el país radica en la diversidad cultural y biológica que alberga.

Presenta varios paisajes: montañas, colinas, valles aluviales, llanuras de piedemonte, lomas de origen estructural, llanuras aluviales meándricas y planicies costero – marinas, con diversos materiales geológicos sobre los cuales ha actuado un clima agresivo, caracterizado por abundantes precipitaciones que pueden variar entre 3000 y 10000 mm / año, temperaturas superiores a 28°C y humedad relativa del aire por encima del 80%. El relieve cuando es quebrado favorece los procesos erosivos y cuando es plano o depresional, favorece la acumulación de sedimentos finos y de materiales orgánicos con bajos grados de evolución.

Por lo tanto los suelos responden a un patrón general de bajos contenidos de nutrientes, acidez marcada, niveles bajos de fósforo y de materia orgánica, profundidad efectiva limitada por niveles freáticos altos en zonas planas y por contactos líticos en las serranías, alta susceptibilidad a la erosión e inundaciones permanentes en algunas áreas.

Como se afirmó anteriormente, la vocación de la región es eminentemente forestal y de conservación de recursos. Solamente se consideran aptas para la agricultura alrededor de 73.000 ha especialmente con cultivos permanentes y semipermanentes. Tierras con aptitud ganadera se encuentran solamente en unas 20.000 has. Para actividades agroforestales, en cambio, esta cantidad aumenta a 1.384.000 ha y para usos forestales a casi dos millones y medio de hectáreas, aunque debe advertirse que se trataría de actividades controladas de

---

<sup>27</sup> Ministerio del Medio Ambiente – IGAC, 2000.

---

utilización de los bosques y no de tala rasa para aprovechamientos forestales por concesiones, experiencia que generó graves impactos ambientales en la década de los años setenta. El resto del territorio puede preservarse con fines de conservación de la biodiversidad.

No obstante su limitada vocación agrícola, presenta alrededor de 18000 ha con plantaciones de palma africana de grande y mediana extensión sobre los ríos Mira, Guanapi y Mataje. También existen plantaciones comerciales de cacao, coco y plátano. En el clima medio se produce café, banano, caña panelera y plátano en combinación con maíz, yuca y frutales y en clima frío papa, zanahoria, haba y maíz, todos ellos de subsistencia.

El 20.2% del área regional, correspondiente a 1.197.018 ha, se encuentra subutilizada en particular, hacia el norte del departamento de Chocó, en límites con Antioquia y en sectores del departamento de Nariño, en tierras con vocación agrícola y en especial en aquellas apropiadas para usos agroforestales con especies nativas adaptadas al medio y cuyo uso actual es el de pastoreo extensivo y muy extensivo de ganado bovino. Por otra parte, casi 483.774 ha (8.2% del área total) presentan conflictos por sobreutilización de las tierras, principalmente en los alrededores del río Truandó y en la planicie aluvial del río Atrato.

Pero, al igual que sucede con la selva amazónica, el Chocó Biogeográfico es un espacio diferente que debe ser comprendido y utilizado dentro de una dinámica de valoración de sus recursos naturales, de su diversidad biológica y de los patrones culturales emanados de sus habitantes.

## 5.5 LA ORINOQUIA

Esta región, ubicada al oriente de Colombia, ocupa aproximadamente 23.787.000 ha<sup>28</sup>. La génesis de sus suelos obedeció a procesos largos de depositación de sedimentos provenientes de la cordillera durante el Terciario que formaron una extensa zona de sabanas conocidas como altillanuras planas y disectadas, en función de la intensidad con la que han actuado sobre su superficie las fuerzas de modelamiento hídrico y tectónico.

Las altas precipitaciones y temperaturas actuando sobre los materiales transportados, generaron suelos con muy baja capacidad de aporte e intercambio de nutrientes para las plantas, incluyendo bajos contenidos de fósforo y de materia orgánica y elevadas concentraciones de aluminio.

Entre las fallas geológicas al pie de la cordillera y el río Meta en Casanare y Arauca, el terreno se hundió, originando una cuenca sedimentaria que se conoce como la Orinoquia mal drenada en donde los suelos, además de compartir las características fisicoquímicas anotadas, se destacan por el mal drenaje interno y externo, se inundan periódicamente y ofrecen, en consecuencia, un limitante enorme para muchas actividades agrarias (figura 19).

Por otra parte, las condiciones edáficas mejoran especialmente en las zonas cercanas al piedemonte de la Cordillera Oriental. Allí se presentan abanicos de distintas edades y una extensa zona de terrazas a diferentes niveles que ofrecen mejores posibilidades de utilización

---

<sup>28</sup> Si se toma la Orinoquia como hoya hidrográfica su extensión es mayor porque incluye la región que alberga todas las corrientes hídricas que fluyen al río Orinoco a partir de la divisoria de aguas en la cima de las cordilleras. En este caso su extensión es de 43.4 millones de hectáreas.

agraria en los niveles altos, por sus características de profundidad efectiva, texturas finas a medias y buen drenaje. Además, es mayor la acumulación de materia orgánica y menores los procesos de pérdida de nutrientes, especialmente en las áreas que reciben aportes continuos de sedimentos aluviales y de partículas transportadas por el viento. En estas áreas se asienta la mayor parte de la actividad agropecuaria regional.

**Figura 19. Suelos oxisoles y pasto *Brachiaria* en la Orinoquia bien drenada**  
(Foto: Leonel Vega)



Finalmente, en el sector oriental de los Llanos existen extensas áreas con depósitos eólicos de arena y menores posibilidades de uso para la agricultura.

Para resumir, es posible indicar algunas limitantes edáficas para la utilización agraria de estas regiones: deficiencia de nutrientes y acidez marcada; fase orgánica afectada por quemas y exposición directa a la radiación solar; concentraciones naturales tóxicas de aluminio en la mayor parte de la zona y de hierro en zonas con drenaje impedido; baja capacidad de retención de humedad; alta susceptibilidad a la erosión y fenómenos de soliflucción en la llanura eólica y en las altillanuras; sequedad estacional marcada; condiciones permanentes de inundación en áreas extensas; presencia de capas endurecidas, cementadas por óxidos e hidróxidos de hierro, que limitan la profundidad efectiva de los suelos, especialmente en las altillanuras disectadas; erodabilidad, pedregosidad y disección en muchos suelos del piedemonte e inundaciones periódicas en las vegas de los grandes ríos.

Las coberturas y usos predominantes están representados por vegetación de sabana (52%), tierras en pastos (30%), bosques (13%) y agricultura (1%).

El 30.3% del área regional (5.337.784 ha) presenta tierras intensamente transformadas, principalmente en el piedemonte de los departamentos de Meta y Casanare, con pastos introducidos o naturalizados y actividades agrícolas con cultivos de arroz, maíz, palma africana

y frutales. El departamento del Meta posee las principales zonas de arroz seco mecanizado con el 39% de la producción nacional, seguido por Casanare (25% de la producción nacional), al igual que las regiones más productoras de soya del país que generan el 53% de la producción nacional y de palma africana con el 27% de la producción nacional.

Las tierras potencialmente utilizables en agricultura abarcan una extensión aproximada de 728.000 ha, 30% de las cuales son aptas para cultivos transitorios intensivos (218.000 ha) especialmente en el piedemonte y en algunos sectores de la altillanura plana. El resto (510.000 ha) lo son para cultivos permanentes y semipermanentes intensivos o semiintensivos, ubicadas estas últimas en las altillanuras planas y disectadas en pendientes inferiores al 25% (departamentos de Casanare, Arauca y Meta).

El uso agroforestal abarca casi 7 millones de has, uno de los mayores porcentajes del país. Dentro de esta categoría aparecen los usos potenciales para actividades agrosilvopastoriles en el Meta, Casanare, Arauca y Guaviare sobre paisajes de planicie, piedemonte, valles y altillanuras con pendientes inferiores al 12%. El uso silvopastoril se recomienda para las altillanuras con pendientes menores del 25% y, en menor proporción, en el piedemonte en áreas con inclinaciones inferiores al 50%. El uso silvoagrícola se extiende por casi toda la región en áreas de pendientes inferiores al 25%, limitadas por erosión, suelos superficiales, altos contenidos de aluminio y fertilidad natural baja a muy baja.

La Orinoquia también es una región con vocación ganadera. Casi la mitad de las tierras del país con esta aptitud se encuentran en estos Llanos Orientales, abarcando una superficie cercana a los 5 millones de hectáreas de los 10 millones que conforman la potencialidad nacional para estas actividades. La totalidad de estas tierras se recomiendan para pastoreo extensivo, dadas las reconocidas limitantes edáficas ya señaladas en este documento.

La vocación forestal también es alta en la Orinoquia. Cerca de 2.763.000 ha distribuidas mayoritariamente en la altillanura, algunos abanicos y mesetas en pendientes inferiores al 50% pueden ser utilizadas en actividades de protección – producción forestal, debido principalmente a que los suelos en estas posiciones presentan fertilidad baja, drenaje pobre, baja profundidad efectiva, pedregosidad, corazas petroféricas e inundaciones frecuentes. Para conservación la región presenta un potencial de 2 millones de hectáreas en los paisajes de montaña de relieve quebrado a fuertemente escarpado en climas medio muy húmedo y cálido muy húmedo en donde se presentan suelos muy superficiales y tierras con afloramientos rocosos. En la llanura propiamente dicha, existen zonas de altillanura, colinas y planicies aluviales que, por sus características edáficas, de clima y relieve, también son aptas para este tipo de utilización.

El 67,6% de las tierras intervenidas (11.239.964 ha) en sectores de los departamentos de Meta, Casanare y Arauca, presentan uso concordante con su vocación, especialmente relacionado con actividades de pastoreo extensivo, en tierras con vocación pecuaria, agroforestal y silvopastoril, sobresaliendo las grandes extensiones de sabanas arboladas y herbáceas. También se incluye en esta categoría las tierras actualmente plantadas con palma africana, frutales y otros cultivos semipermanentes y permanentes.

Las tierras subutilizadas severamente ascienden solamente a 274.843 ha localizadas principalmente en el departamento de Meta, en sectores de los municipios de Puerto Rico, San Juan de Arama y Mapiripán en donde algunos sectores con pastoreo extensivo podrían intensificarse a usos silvopastoriles o agrosilvopastoriles. En contraste, el conflicto por sobreutilización alcanza una extensión de 1.392.206 ha, localizado principalmente en el piedemonte llanero, en los departamentos del Meta (Puerto López y Granada), Casanare al

noroccidente, en límites con Cundinamarca y Boyacá y en Arauca (Puerto Rondón, Arauquita y Tame), en donde tanto las actividades agrícolas y ganaderas se realizan en zonas con vocación agroforestal o forestal o en donde el sobrepastoreo ha afectado tierras que podrían utilizarse en diversas actividades agrícolas.

## 5.6 LA AMAZONIA

La extensión de esta región natural ha sido calculada por IGAC - Corpoica (*op.cit.*) en 45.494.148<sup>29</sup> ha (aproximadamente el 39.8% del país), incluyendo las zonas de cordillera que hacen parte de su cuenca hidrográfica. Al interior la Amazonia colombiana presenta paisajes fisiográficos de llanuras aluviales y de terrenos colinados o lomeríos, conocidos como “tierra firme”.

En términos generales se reconoce que la región amazónica no posee vocación agropecuaria, debido especialmente a que sus características edáficas (fase mineral con predominio de óxidos de hierro, cuarzo y caolinita, materiales que no ofrecen cantidades apreciables de nutrientes para las plantas ni capacidad para retenerlos contra el lavado; acidez marcada; elevadas concentraciones de aluminio; pobreza en fósforo, calcio, magnesio y potasio; muy poca materia orgánica; alta susceptibilidad a la erosión, aún en pendientes de poca inclinación y encharcamiento e inundaciones periódicas en áreas extensas), son verdaderamente desfavorables para el crecimiento de muchos cultivos tradicionales.

Otros obstáculos biofísicos para la agricultura se relacionan con las características del clima, el cual, por las altas precipitaciones y temperaturas, favorece la proliferación de plagas y enfermedades que atacan con facilidad a las plantas cultivadas, algunas de las cuales, especialmente aquellas introducidas en paquetes tecnológicos foráneos, resultan especialmente susceptibles debido a la ausencia de mecanismos naturales de resistencia.

La selva amazónica es en su conjunto un sistema altamente eficiente para reciclar materia orgánica. De ahí que su biodiversidad sea tan alta porque en su interior se generaron múltiples estrategias adaptativas de competencia y colaboración, para aprovechar al máximo la radiación solar, la abundante disponibilidad de agua y los escasos nutrientes. La exuberancia de la selva y su alta biodiversidad responde a distintas respuestas adaptativas a las condiciones biofísicas que limitan su desarrollo.

No obstante lo anterior, la Amazonia ha sido intervenida en el 14.8% (6.733.134 ha), predominando las tierras parcialmente transformadas que ascienden a 4.276.450 ha, dedicadas principalmente a actividades extractivas de madera, fauna y flora valiosa. En estas tierras los bosques han sido fragmentados y alterados por entresacas y por parcelas dedicadas a cultivos para el autoconsumo (maíz, yuca, plátano), pastos y también a cultivos proscritos de coca. Las tierras intensamente transformadas se encuentran principalmente en sectores del departamento de Guaviare y en el piedemonte de los departamentos de Caquetá y Putumayo, donde la ganadería ha jugado un papel importante tanto en los procesos de acumulación de capital como en la degradación ecosistémica.

---

<sup>29</sup> La extensión de la Amazonia, como región natural, es sensiblemente menor: algunos autores como Cortés (*op. cit.*) le conceden 38 millones de hectáreas.

---

Más allá de las cifras oficiales sobre potencialidad de uso de las tierras, es necesario indicar que las regiones amazónicas de Colombia están en el corazón del conflicto armado que vive el país desde hace más de 40 años. Las cifras actuales sobre cultivos de coca varían entre diversas fuentes pero pueden estar alrededor de 80.000 ha en todo el país y de 28500 en la región Meta – Guaviare, 10888 en Putumayo – Caquetá y 2588 ha para la región amazónica, de acuerdo con la clasificación y datos de la UNODC (2005). En la Amazonia pueden encontrarse esparcidas a lo largo de los grandes ríos amazónicos y mezcladas en las planicies aluviales y en la tierra firme. Los programas de erradicación forzada con aspersiones de herbicidas han generado controversia en el país, tanto por sus impactos ambientales como por su ineficiencia relativa como política de control. Además, existe el temor entre varios círculos de opinión que se reintente utilizar el hongo *Fusarium oxysporum* en los programas de erradicación, dado el potencial peligro de su liberación masiva sobre seres humanos y ecosistemas<sup>30</sup>.

En términos absolutos la vocación potencial de uso de la Amazonia es la de conocimiento, conservación y uso de sus recursos forestales y de su alta biodiversidad de fauna y flora, a través del estudio de sus particularidades y del diseño y ejecución de estrategias alternativas de desarrollo que aproveche la región por vías diferentes a la extracción forestal o a las actividades agropecuarias.

Según el IGAC – Corpoica (*op. cit.*), el 48% de las tierras intervenidas (3.850.690 ha) no presenta conflictos de uso, debido, en gran medida, a que las asociaciones de cultivos con pastos, rastrojos y relictos de bosques se ubican en tierras para usos agroforestales, localizadas principalmente en abanicos del piedemonte amazónico y en las terrazas medias y altas de los grandes ríos de origen andino: Caquetá, Putumayo y Amazonas.

Aproximadamente 1.852.645 ha, (4.1% del área regional), presentan algún grado de conflicto por subutilización de las tierras. En términos relativos esta extensión corresponde al 23.1% del área intervenida, donde tierras con vocación agroforestal y silvoagrícola, se hallan utilizadas en actividades ganaderas de tipo extensivo, rastrojos y bosques fragmentados, principalmente en las planicies aluviales de los grandes ríos de origen andino, hacia el noroccidente del departamento de Putumayo (Valle del Guamuéz, Puerto Asís, Orito y Villagarzón) y en el piedemonte del departamento de Caquetá

Dentro del área intervenida de la región, 2.308.898 ha presentan conflictos de uso por sobreutilización, especialmente en grado severo y ligero. Esta extensión corresponde al 5.1% del área total (28.8% del área intervenida) y se localiza principalmente al noroccidente de los departamentos de Caquetá y Putumayo, pequeños sectores de Guaviare y muy localmente en Amazonas, donde tierras con vocación predominantemente forestal, de protección y protección - producción en la actualidad se encuentran con pastos introducidos y naturalizados con actividades ganaderas de muy baja intensidad; también se utilizan, en algunos sectores, para el establecimiento de cultivos ilícitos. El área reportada en pastos, para esta región, asciende a 2.362.178 ha.

---

<sup>30</sup> En marzo de 2006 la cámara de representantes de Estados Unidos aprobó en primera instancia un proyecto de ley para “..conducir, de manera expedita, un estudio científico sobre el uso de microherbicidas como medio para la eliminación de cultivos ilícitos de droga. El estudio debe incluir una evaluación sobre el impacto ambiental y sobre salud humana de tal uso y un plan para conducir pruebas científicas controladas con un microherbicida que ocurra naturalmente en un país que sea gran productor de drogas”.

---

## 5.7 SÍNTESIS: LAS GRANDES ZONAS CLIMÁTICAS Y DE SUELOS DEL PAÍS EN RELACIÓN CON LA AGRICULTURA

De lo expuesto en el capítulo se pueden extraer varias ideas claves en relación con las potencialidades y restricciones del territorio para la agricultura colombiana:

1. La posición geográfica de Colombia en la franja ecuatorial favorece la alta velocidad de transformación de la materia orgánica, lo cual requiere o bien prácticas de reposición continua de materiales orgánicos al suelo o bien prácticas de cobertura que impidan la radiación directa y la oxidación permanente de la materia orgánica. Complementariamente, la producción de biomasa en el trópico es superior a la de las zonas templadas y ello, unido a una mayor biodiversidad, implican competencias mayores para los agricultores colombianos que pueden aprovechar estas ventajas a través de cultivos múltiples y de permanentes labores de abonamiento orgánico.
  2. Colombia presenta alta variabilidad de climas, relieves, materiales parentales y suelos que le otorgan ventajas comparativas en el sentido que puede disponer de una extensa gama de posibilidades para instalar cultivos en distintos arreglos y a lo largo de todo el año. La biodiversidad que emerge de tales características también puede convertirse en ventaja comparativa si las regiones del país logran identificar sus nichos competitivos e incrementar las acciones para redirigir sus actividades productivas.
  3. La alta biodiversidad es una ventaja comparativa en tanto los campos se manejen en la dirección de aumentar los cultivos por unidad de superficie o se realicen prácticas de reforestación, cercas vivas o manejo de arvenses que pueden resultar en mejores condiciones de suelo y en estrategias para incrementar las poblaciones naturales de insectos y reducir costos en aplicación de agroquímicos.
  4. No obstante, las expresiones biofísicas son diferentes en las distintas regiones colombianas, las cuales ofrecen diversas ventajas y presentan restricciones diferenciales tanto para la agricultura y la ganadería como para usos forestales.
  5. La Amazonia y el Chocó Biogeográfico, por ejemplo, que ocupan en conjunto más de la tercera parte del país, no poseen vocación agropecuaria debido a sus peculiares características de clima y suelo, pero sí ofrecen potencial como reservas de biodiversidad y de usos forestales o pesqueros alternativos. Por el contrario, las regiones Andina, Caribe y Orinoquia presentan condiciones biofísicas que las hacen aptas para distintos tipos de utilización.
  6. En la región andina se concentra la mayor parte de los cultivos típicos de las laderas colombianas y en ellos sobresale el café, con extensiones cercanas a las 800.000 hectáreas. Las cordilleras ofrecen potencialidades claras para instalar cultivos tipo multiestrata en arreglos agroforestales para contrarrestar los obstáculos debidos a las fuertes pendientes de las laderas, los suelos frágiles derivados de materiales deleznable y la tendencia a sufrir movimientos en masa como derrumbes, solifluxión o reptación de suelos (la vertiente oriental de la Cordillera Oriental se destaca en este aspecto). La variedad de ambientes creados por las distintas microcuencas de montaña en donde se expresan diversos sistemas de circulación de aire "valle – montaña" y un mosaico de suelos y microclimas, también representa posibilidades amplias de diversificar la producción agropecuaria y hacerla competitiva. De hecho, la mayor parte de los alimentos de origen agropecuario que consumen los colombianos provienen de estas regiones. La lista de productos agrícolas que se producen o pueden producir en la región andina es muy amplia e incluye cultivos como mora, lulo, granadilla, mango, cítricos, tomate de árbol, achira, chachafruto, hortalizas, nueces y tubérculos, además de los cultivos tradicionales mencionados anteriormente. La agrobiodiversidad es un factor que
-

juega a favor de la actividad agraria si se la utiliza en los procesos de control de insectos y en la renovación de la fertilidad de suelos.

7. Los limitantes biofísicos a la producción agrícola nacen, en la cordillera andina, de la presencia de suelos superficiales, muy inclinados, con piedras en el perfil y sometidos a procesos climáticos variables. La irregularidad en las lluvias, los períodos secos prolongados y la aparición de fenómenos como las heladas son factores que condicionan la producción agropecuaria local tanto en los altiplanos como en las laderas. En algunos valles transversales la circulación permanente de aire seco genera sectores con muy baja pluviosidad que tienden a la desertificación. La presión de algunas actividades sobre los páramos también genera desequilibrios hídricos aguas abajo que afectan la producción agrícola. En otros aspectos, la falta de carreteras y las dificultades para construirlas encarecen la producción y se tornan en elementos que van contra la agricultura.
8. En los valles interandinos las posibilidades de obtener producciones agrarias sostenibles y competitivas se dan en función de los suelos planos, mecanizables y que en algunos sectores como el Valle del Cauca presentan condiciones de alta fertilidad. Los obstáculos provienen, en algunas áreas, de las condiciones de sequedad climática (evapotranspiración mayor que la precipitación) y de la susceptibilidad de los suelos a compactarse y aún a erosionarse por la rápida y constante desaparición de la materia orgánica. Con un adecuado manejo de las aguas para riego estas zonas son aptas para una gran variedad de cultivos transitorios y permanentes.
9. En la región Caribe ocurren dos circunstancias diferentes de orden biofísico: una ligada a la dinámica fluvial de los grandes ríos que generan una intrincada red de relaciones hídricas, fundamentales tanto para las actividades agropecuarias como para la conservación y uso de la fauna y flora silvestre del país. La alternancia de períodos de intensas lluvias e inundaciones con épocas secas prolongadas en estas áreas requieren manejos integrales de los recursos naturales y combinación de estrategias para su aprovechamiento. La segunda circunstancia se refiere a la aparición de extensas sabanas secas al occidente y norte de la zona que requieren manejo especial de las aguas para riego y de la mecanización agrícola para no degradar la tierra. Cuidados similares requieren las zonas de colinas que, por su relieve pronunciado, necesitan prácticas de conservación de suelos que incluyen manejo de coberturas permanentes, cultivos múltiples y pastos de corte para disminuir el sobrepastoreo animal. Todos estos factores inciden notoriamente en la competitividad y en la sostenibilidad de las actividades agropecuarias a corto y largo plazo.
10. La región de los Llanos Orientales u Orinoquia presenta también diferentes condiciones geomorfológicas y de suelos: por una parte aparecen las zonas planas y ligeramente inclinadas del piedemonte, los abanicos y las terrazas con mayor fertilidad de suelos y cercanía a los centros de consumo, que constituyen un cinturón de alta producción agropecuaria y en donde se ubican los principales cultivos de arroz, soya, maíz y palma africana que comparten sus espacios con la ganadería extensiva y semiintensiva. En estas zonas existe potencial para frutales y otros cultivos permanentes o semipermanentes en arreglos agroforestales. Los obstáculos provienen del clima húmedo que propicia la aparición constante de plagas y enfermedades. Por otra parte, aparecen los extensos territorios del oriente sobre las altillanuras en donde los suelos oxisoles, el mal drenaje, el clima cálido y húmedo con alternancias de veranos prolongados, la poca red de carreteras y las dificultades para construirlas sobre estos suelos ricos en arcillas caoliníticas (se saturan con facilidad), son factores limitantes para la competitividad y la sostenibilidad agropecuaria en la zona. Ello aunado a la carencia de servicios públicos y a las condiciones de inseguridad por el conflicto armado, se tornan en factores limitantes de importancia para la zona. La Orinoquia ofrece potencialidades adicionales expresadas en su riqueza de fauna silvestre terrestre y acuática que podría aprovecharse económicamente con éxito.

En la tabla siguiente se resumen las principales características biofísicas anotadas, que resultan en potencialidades o restricciones para la competitividad y la sostenibilidad agraria.

**Tabla 14. Principales potencialidades y limitaciones de uso de las tierras en las regiones naturales de Colombia (miles de hectáreas)**

	USO ACTUAL	USO POTENCIAL	CONFLICTOS DE USO	POTENCIALIDADES Y LIMITANTES PARA LA COMPETITIVIDAD
<b>Cordilleras Andinas (28.323)</b>	2.265 en agricultura (café, plátano, cacao, papa, maíz, hortalizas, caña de panela, frutales, frijol y cultivos proscritos de amapola); 12.462 en pastos; 10.479 en bosques y 1132 en páramos	661 para cultivos transitorios y 2.645 para permanentes; 872 para ganadería; 3.889 para sistemas agroforestales y 15.690 para conservar.	4.585 subutilizadas; 11.977 sobreutilizadas y 2.754 sin conflictos de uso	Variedad de climas, relieves y materiales parentales (cenizas volcánicas en las cordilleras central y occidental) que ofrecen alta biodiversidad y por lo tanto potencialidad para cultivos múltiples y asociados. Limitantes en pendientes fuertes, pedregosidad y superficialidad de suelos y lluvias irregulares y escasas en algunos sectores.
<b>Valles Interandinos (4.250)</b>	765 en agricultura (caña de azúcar, arroz, sorgo, algodón, ajonjolí, maní, maíz, frutales, yuca y plátano); 2.720 en pastos y 255 en bosques.	437 para cultivos transitorios y 1310 para permanentes; 1.200 para ganadería (60% para pastoreo extensivo y 40% para intensivo); 286 para actividad agroforestal; 890 para conservación	1623 subutilizadas: 1.075 sobreutilizadas y 1.078 sin conflictos de uso.	Complejo patrón de distribución de suelos. El relieve plano permite la mecanización en la mayor parte de los valles; suelos fértiles del tipo mollisol en algunos sectores; Limitantes sectoriales en suelos arcillosos pesados, inundables, con bajos contenidos de materia orgánica o tendencia a compactarse; climas secos
<b>Región Caribe (13.000)</b>	520 en agricultura (maíz, algodón, arroz, yuca, frutales); 8970 en pastos naturales y/o naturalizados con otras coberturas de rastrojo y matorral; 1300 en cuerpos de agua y 520 en bosques	2380 para cultivos transitorios y 1750 para permanentes; 2390 para ganadería; 200 para usos forestales y 1890 para conservar.	4346 subutilizadas; 1879 sobreutilizadas y 2966 sin conflictos de uso	Zonas planas mecanizables en amplios sectores; gradiente de climas húmedos al sur hasta condiciones secas al noreste; importante dinámica fluvial que genera lagos, ciénagas y otros humedales; inundaciones frecuentes y veranos prolongados; Relieve colinado con procesos erosivos fuertes hacia el suroeste; suelos saturados ácidos al sur y básicos al norte con exceso de sales en algunas áreas; tendencia a compactarse por bajos contenidos de materia orgánica; se requieren sistemas de riego y adecuación de tierras.

**Continuación de la Tabla 14**

	USO ACTUAL	USO POTENCIAL	CONFLICTOS DE USO	POTENCIALIDADES Y LIMITANTES PARA LA COMPETITIVIDAD
<b>Orinoquia</b>	237 en agricultura (arroz, soya, maíz, palma africana) 12.369 en vegetación de sabana; 7136 en pastos y 3.092 en bosques.	218 para cultivos transitorios y 510 permanentes; para usos agroforestales; 5.000 para ganadería (pastoreo extensivo); 2.763 para forestal; 2.000 para conservar.	274 subutilizadas; 1.392 sobreutilizadas y 11.239 sin conflictos de uso.	Suelos planos a ligeramente inclinados en el piedemonte y áreas de terrazas, con buenos contenidos de materia orgánica, fertilidad moderada y mecanizables. En el resto de la región se presentan suelos ácidos de tipo oxisol con limitantes fuertes en fertilidad y propiedades físicas; épocas secas marcadas; altas precipitaciones y temperatura del aire; humedad relativa por encima del 80%..
<b>Amazonia</b>	6.733 intervenidas en actividades extractivas de madera, fauna y flora y en ganadería extensiva; entre 130 a 160 en cultivos de coca.	Región para la conservación y uso de la biodiversidad; reservas forestales, parques nacionales y reservas indígenas; usos alternativos de turismo ecológico y conocimiento científico	1.852 subutilizadas; 2.308 sobreutilizadas y 3.850 sin conflictos de uso.	Sin vocación agropecuaria debido a condiciones extremas de suelos oxisoles y ultisoles, clima cálido y húmedo, cobertura boscosa, áreas inundables, alejamiento geográfico y dificultades para la comunicación terrestre.
<b>Chocó</b>	18 en plantaciones de palma africana	Aptitud forestal y conservación de recursos de la biodiversidad. 73 con aptitud agrícola y 20 para usos ganaderos.	1.197 subutilizada; 483 sobreutilizadas.	Sin vocación agropecuaria debido a su clima agresivo, suelos con acidez marcada, pobreza en fósforo y materia orgánica, limitados por niveles freáticos altos incluso en zonas planas y frecuentes inundaciones.



## **CAPITULO SEXTO.**

### **ALGUNOS EFECTOS DEL MODELO DE AGRICULTURA EN COLOMBIA**

El diagnóstico ambiental de las actividades agrarias en Colombia, al menos en lo que se refiere a la afectación ecosistémica y/o de recursos naturales, ha sido elaborado por distintos autores y entidades, casi siempre en la vía de señalar los principales problemas que afectan los recursos suelo, agua, fauna y flora.

Esta tendencia a denunciar los problemas, señalada por varios críticos del ambientalismo, tiene su explicación y parte de su justificación en el carácter particularmente grave que posee la degradación de recursos naturales y ecosistemas en el país que, en algunas regiones, coloca en riesgo la sostenibilidad biofísica de las explotaciones agropecuarias.

Es claro que el modelo, como se señaló en el capítulo correspondiente, ha generado efectos positivos en el aumento de rendimientos por hectárea de los principales cultivos comerciales del país y, en casos como el café tradicional, logró generar excedentes positivos tanto en los campos social y económico como ecosistémico, pero también es cierto que sus externalidades negativas se han expresado en muchos campos de los ecosistemas y la cultura.

Varios especialistas se ocupan permanentemente de realizar análisis económicos y sociales del modelo agrario colombiano y el autor remite a los interesados a consultar el documento de Machado *et. al.* (2004) "La academia y el sector rural", que expone los principales rasgos y estudios realizados en el país sobre el conflicto armado en Colombia, el desplazamiento forzado, los cultivos de uso ilícito, la reforma agraria y la democratización campesina, temas que resultan ser claves para la mejor comprensión de los efectos culturales del modelo predominante.

En este capítulo, se expondrán solamente algunos de los efectos ecosistémicos del modelo, enfatizando sobre los recursos suelo y agua, las afectaciones específicas de algunos ecosistemas y sobre la biodiversidad en general. Adicionalmente se presenta información sobre tres de los principales soportes simbólicos del modelo: la información, el sistema de ciencia y tecnología y la educación en el sector rural y sobre las consecuencias del uso de plaguicidas en la salud humana. En el capítulo posterior se muestran las particularidades de la escuela de agricultura ecológica que posee alto potencial como modelo alternativo de producción agraria nacional.

## 6.1 EL DETERIORO DE RECURSOS NATURALES

Como se afirmó anteriormente, los problemas ambientales del sector agrario en Colombia, son múltiples y complejos. Todos responden a las formas culturales como la sociedad colombiana se relaciona con su entorno ecosistémico y por lo tanto en ellos confluyen diversos intereses. Sus expresiones pueden constatarse bien sea en el deterioro de un recurso natural determinado, en el incremento de los costos de producción o en la disminución de calidad de vida de la población.

En los párrafos siguientes se presenta un resumen del estado actual de los recursos naturales que son la base de la agricultura haciendo, en lo posible, referencias a los grupos humanos que los utilizan

- **El Recurso Suelo**

Los conflictos ambientales del recurso suelo en Colombia se originan, tanto por la propiedad desigual de la tierra, como por la utilización equivocada que se hace de ella en relación con su “vocación natural” y por los efectos que producen sobre sus características físico bióticas las prácticas agropecuarias.

### ***Sobre la propiedad de la tierra***

Este tema ha sido motivo de análisis más detallados por parte de connotados investigadores colombianos como los profesores Fals Borda, Darío Fajardo, Jesús Bejarano y Absalón Machado entre otros, a cuyas obras deben remitirse los lectores interesados. El tema se menciona aquí, por su innegable vinculación con otros procesos de deterioro del recurso suelo.

Es un hecho ampliamente conocido que Colombia es uno de los países del mundo con mayores índices de concentración de la tierra. Quienes se han ocupado del tema afirman que el país se caracteriza por el carácter dual de la estructura de la propiedad, que se expresa en una creciente polarización entre la minifundización y microminifundización por un lado y la ampliación del control de la tierra por la gran propiedad (Machado, 1998).

Este autor indica, por ejemplo, que ..” la característica básica de los años 1984 a 1996 es el avance de la gran propiedad, el deterioro de la mediana y la continua fragmentación de la pequeña, fenómenos acompañados de violencia, desplazamiento de poblaciones rurales y masacres continuas en las que las fuerzas paraestatales han ido conformando, a sangre y fuego, dominios territoriales en un proceso de acumulación de rentas institucionales al estilo de una acumulación originaria..”

Una serie adicional de factores como la eliminación de instrumentos de protección, el comportamiento de los costos de producción, en especial las tasas de interés y la renta del suelo, el manejo de las tasas de cambio y el conflicto interno armado habrían generado, según Fajardo (2002), profundas variaciones en la configuración de la agricultura nacional hacia una “desagriculturización” del empleo, disminución de áreas sembradas, reducción de cultivos temporales y ampliación de los permanentes.

En este proceso, que también se ha visto acompañado de la disminución en la producción y en las exportaciones de origen agrícola y del incremento en la importación de alimentos, ha jugado

---

un papel importante, igualmente, la expansión de la frontera agraria que ha pasado de 35.4 millones de hectáreas en 1984 a 50.7 millones de hectáreas en 1996, con un crecimiento de las áreas dedicadas a la ganadería extensiva y de la gran propiedad: las fincas mayores de 200 hectáreas, que en 1984 eran el 1.3% del total y abarcaban el 47.3% de la superficie pasaron a ser el 1.1% y a controlar el 55.2% de la superficie (Fajardo, *op.cit.*).

Para el año 2001, el estudio del IGAC - Corpoica (*op.cit.*) indicaba que el 0.4% de los propietarios (15.273) poseían el 61.2% del área predial rural registrada en Colombia, equivalente a 47.147.680 hectáreas, que en su totalidad corresponden a predios superiores a 500 ha, mientras que el 24.2% del área predial rural nacional (18.646.473 ha) se encuentra en manos del 97% de los propietarios registrados en el Catastro, dentro de los cuales predominan aquellos con predios menores de 3 ha (57%).

De esta manera el cuadro general de las actividades agropecuarias en Colombia indica el predominio de la dupla latifundio – ganadería extensiva y una subsecuente aparición de minifundios – agricultura intensiva. Aunque los datos estadísticos no estén a disposición, se estima que en la mayor parte de los casos, la ganadería ocupa suelos con vocación predominantemente agrícola y, por el contrario, la agricultura de minifundio se enfrenta con suelos que presentan limitaciones fuertes en sus características fisicoquímicas internas y externas.

En el primer caso se configuran conflictos de uso de la tierra por subutilización y en el segundo por sobreutilización. En este último las tierras tienden a ser utilizadas al máximo, con períodos muy breves de descanso (barbechos), sin rotación de cultivos, con uso inadecuado de maquinaria e instrumentos agrícolas, adición continua de sustancias químicas y pérdida de materiales orgánicos e inorgánicos por deterioro físico - biótico y erosión. La subutilización, por el contrario, implica que las tierras podrían someterse a usos diferentes del actual, en los que se lograrían aumentos considerables de los rendimientos de biomasa, alimentos o fibras por hectárea.

### **Sobre los conflictos de uso**

Colombia posee dos estudios sobre conflictos en el uso del suelo, que se realizaron con una diferencia de 16 años pero que, además, incluyeron criterios diferentes para establecer las categorías de uso de la tierra, situación que dificulta el análisis sobre la evolución de la misma. El primer estudio, realizado en 1987 por el IGAC, posee tres categorías principales de análisis para examinar la vocación de uso del suelo: tierras aptas para cultivos, tierras para pastos o ganadería y tierras para ser utilizadas en bosques. El segundo estudio, realizado en 2002 por IGAC – Corpoica, incluye además de las anteriores unidades, tierras con vocación silvoagrícola, agroforestal, silvopastoril, de conservación y forestal para producción y protección-producción. Es obvio que, ante la inclusión de estas nuevas categorías, el análisis comparativo resulte difícil, más aún cuando varios tipos de uso de la tierra utilizados en el estudio de 2002, pueden traslaparse entre sí. Los resultados de cada uno de estos estudios se presentan en la tabla 15.

Con cualquiera de las cifras que se desee manejar, lo cierto es que en Colombia la oferta de tierras para agricultura es abundante, bien sea que se acepten los casi 14 millones de hectáreas definidos en 1987 o los 28 millones delimitados en 2002. El problema de la agricultura colombiana no es, en consecuencia, la calidad de sus tierras sino el patrón de su propiedad, como se afirmó anteriormente.

**Tabla 15. Comparación de resultados de los dos estudios nacionales realizados en Colombia sobre uso actual y potencial de los suelos (Fuentes: IGAC, 1987; IGAC – Corpoica, 2002). (miles de hectáreas)**

FUENTE	Uso POTENCIAL			Uso ACTUAL		
	AGRÍCOLA	GANADERO	FORESTAL	AGRÍCOLA	GANADERO	FORESTAL
IGAC, 1987*	14.363	19.251	78.301	5.317	40.083	58.854
IGAC, Corpoica 2002**	28.402	14.224	71.243	4.166	41.670	57.670

\* Incluye en lo agrícola: cultivos transitorios, semiperennes, perennes y misceláneo; en lo ganadero: pastos manejados, naturales o introducidos con coberturas densas, ralas y rastrojos; en lo forestal: bosque primario, bosque intervenido, sabanas arbustivas, vegetación xerófila

\*\*Incluye en lo agrícola: cultivos transitorios, semipermanentes y permanentes más usos silvoagrícolas (21.493.538 ha) y usos agroforestales, especialmente agrosilvopastoril (6.908.398 ha); en lo ganadero incluye usos silvopastoriles y en lo forestal incluye tierras para producción y protección – producción (21.591.025 ha) y para conservación (49.652.300 ha). En el uso forestal actual incluye 167.533 hectáreas de bosques plantados.

Nótese que el estudio del 2002 presenta 4.166.034 de hectáreas utilizadas en actividades predominantemente agrícolas, lo que significa una pérdida cercana al millón de hectáreas (1.150.000 ha), cuando esta cifra se compara con los 5.317.000 ha de 1987. Este valor concuerda con las apreciaciones realizadas por varios analistas.

Ahora bien, utilizando los datos de sobreutilización y subutilización de la tierra aportados en 2002, las citadas entidades indican que más del 60% del área continental intervenida presenta uno u otro tipo de conflicto en diferentes grados de intensidad. El 32.7% de las tierras colombianas que han sido transformadas están sobreutilizadas y el 29.7% subutilizadas. Las áreas con uso adecuado ascienden a 22.670.000 ha (37.7% del área total intervenida del país) y aquellas poco intervenidas y por lo tanto sin conflicto abarcan el 48% del total nacional continental.

Las tierras sobreutilizadas en grado severo y moderado, participan con el 68% del total sobreutilizado, lo que se traduce en 13.349.000 ha en alto riesgo de sufrir degradación. Con grado severo exclusivamente aparecen alrededor de 7.714.000 ha (12.8% del área intervenida). Las regiones del país más afectadas por este fenómeno son, en su orden, Andina (61% del área intervenida), Amazonia (12%) y Caribe (10%). A su vez, las regiones con las mayores extensiones de tierra subutilizada se presentan en la zona Andina (27%), Caribe (24%) y Orinoquia (22%).

### ***Sobre el efecto de las prácticas agropecuarias***

En este campo las afectaciones del recurso suelo son múltiples y, aunque aparecen diagnosticadas en varios estudios, la información primaria que se posee sobre ellas vuelve a ser escasa y dispersa:

### **Erosión de suelos**

Las pérdidas de suelos por erosión afectan la mayor parte del territorio nacional incorporado a la frontera agrícola. Sin embargo, como se verá más adelante, el Estado colombiano no posee información cuantitativa sobre el fenómeno erosivo, en donde se identifiquen, por ejemplo, las

subcuencas críticas más productoras de sedimentos, sus variaciones interanuales, sus relaciones con las coberturas vegetales o con los tipos de utilización de la tierra, las tecnologías que causan mayor erosión, las alternativas de manejo...entre otros factores.

Las estimaciones de las diferentes entidades encargadas de suministrar esta información son muy variables entre sí (tabla 16).

En la tabla 16 se puede apreciar que, mientras el IDEAM reporta que en el año 2000 el país tenía el 25% de sus tierras con procesos erosivos severos o muy severos, el IGAC reportaba para esa misma época solamente alrededor del 4% con estos grados de erosión. Es decir, que una entidad estatal reporta que Colombia posee una cuarta parte de sus tierras agrícolas con problemas muy graves de erosión, en tanto que otra, igualmente calificada, presenta datos en los que la erosión casi no sería un problema serio a tomar en cuenta.

**Tabla 16. Magnitud de la erosión en Colombia según diferentes fuentes de información (período 1977 – 2000)**

EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN	INDERENA 1977(%)	IGAC 1987 (%)	IDEAM 1998 (%)	IGAC 1998 (%)	IDEAM 2000 (%)
Sin erosión	24.8	48.5	0	14.7	52
No apreciable				44.9	4.6
Ligera	36.4	28.0	45.5	19.5	9.5
Moderada	12.8	12.9	11.1	11.3	8.9
Severa	0.6	7.8	7.8	3.3	10.8
Muy severa	1.6	0.7		0.5	14.2
Otros	23.8	2.1	35.6	5.8	
TOTALES	100	100	100	100	100

Fuente: Carlos Gómez, IDEAM (2001). Tomado de León y Rodríguez, 2002

Iguals divergencias se presentan cuando se comparan las cifras de erosión ligera (19.5 % para el IGAC y 9.5% para el IDEAM) o de zonas sin erosión (14.7% para el IGAC y 52% para el IDEAM). Tales contradicciones tienen varias explicaciones (León y Rodríguez, 2002):

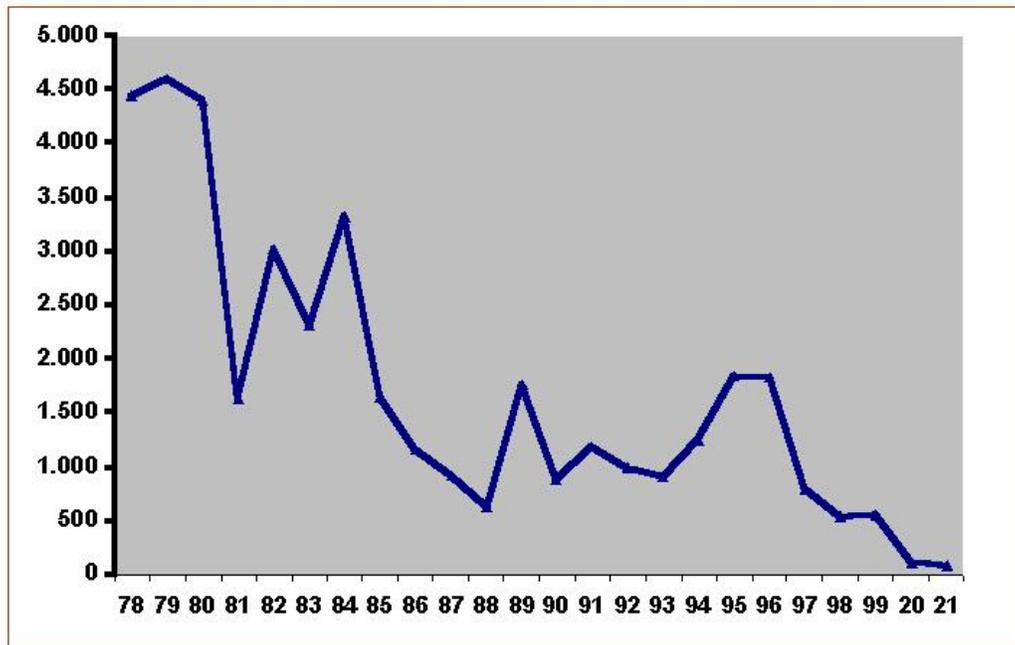
En primer lugar, es probable que las metodologías utilizadas para evaluar la erosión por estas entidades no sean las mismas. También es posible que se utilicen distintas imágenes de satélite, radar o mosaicos de fotografías aéreas, a escalas diferentes. La participación misma de quien interpreta estas imágenes puede resultar un factor decisivo al momento de obtener y cualificar la información. A todo esto hay que agregarle la insuficiencia de personal capacitado y la ausencia de recursos económicos para establecer las respectivas comprobaciones en el campo. En las imágenes de estos sensores remotos no todo lo que parece ser erosión, lo es en realidad.

Otro factor a destacar es que el país realiza esta clase de inventarios con lapsos muy amplios. Nótese en la tabla 17 que el primer estudio sobre erosión de suelos lo realizó el INDERENA en 1977 y pasaron 10 años para que el IGAC elaborara un nuevo mapa nacional en 1987 y luego el país debió esperar otros 11 años (1998) para actualizar la información. Idealmente Colombia debería tener mapas de erosión bianual, trianual o quinquenal, elaborados con base en comprobaciones de campo, para tener mejores ideas sobre la pérdida de este importante recurso, seleccionar áreas que requieran intervención prioritaria e implementar las respectivas soluciones. La pérdida del suelo es un proceso lento pero irreversible, cuyo abordaje no puede aplazarse.

Nótese que mucha de la información colectada se basa en criterios cualitativos pero no cuantitativos que exigen comprobaciones de campo. Por ejemplo, el país no conoce a ciencia cierta cuáles son las cantidades anuales de pérdida de suelos por erosión medidas en toneladas / hectárea y aún subsisten dudas sobre los grados de erosión de su territorio, en particular sobre las cuencas o subcuencas que aportan las mayores cantidades de sedimentos y su correlación con los sistemas productivos. El Estado colombiano no posee información cuantitativa sobre el fenómeno erosivo y sobre su evolución dinámica, en períodos anuales, bianuales o por lo menos quinquenales. Mucho menos, datos que correlacionen tasas de erosión y coberturas vegetales o sistemas tecnológicos de uso de la tierra, información estratégica para un país de vocación agraria que requiere conocer periódicamente el estado de sus recursos naturales.

En este sentido, puede achacarse la mayor responsabilidad sobre la escasez de comprobaciones de campo, a la reducción de los presupuestos estatales en las entidades encargadas de investigar y monitorear estos procesos. Un caso dramático lo encarna la Subdirección Agrológica del Instituto Geográfico “Agustín Codazzi” (IGAC), entidad encargada del inventario y estudio de los suelos de Colombia, que de un presupuesto cercano a los \$5.000 millones de pesos en 1978 cayó a unos pocos centenares para el año 2002 (figura 20).

**Figura 20. Variación del presupuesto de inversión en la Subdirección Agrológica del Instituto Geográfico “Agustín Codazzi” entre 1978 – 2001 (millones de pesos).**  
Fuente: IGAC



A pesar de las diferencias detectadas entre las cifras cualitativas aportadas por los cinco grandes estudios citados, es innegable que el fenómeno erosivo ha aumentado con el paso del tiempo (tabla 17).

En efecto, si se comparan las cifras reportadas por el INDERENA<sup>31</sup> en 1997 contra las del IDEAM del año 2000 en la tabla citada, se advierte que la erosión severa pasó de 0.6% a 10.8% y la muy severa de 1.6% a 14.2% entre 1977 y el año 2002, reflejando de cierta manera la intensidad de la degradación de suelos en el país.

El mismo estudio del IDEAM estima que las pérdidas de suelo a escala nacional estarían próximas a 429 millones de toneladas / año con las siguientes cuencas hidrográficas en donde se pierden más de 25 t / ha / año: alta y baja Guajira, ríos Cesar, Catatumbo, Micay y Sogamoso, alto Meta, norte de la Sierra Nevada, alto y bajo Patía, medio Cauca y alto y medio Magdalena.

Es necesario aclarar que los datos de todas las entidades mencionadas se refieren a los porcentajes de erosión total del país, incluyendo en tales cálculos a la Amazonia y el Chocó Biogeográfico, regiones cubiertas por bosques en donde la erosión es un proceso muy débil. Si se descartaran los 33 millones de hectáreas de la Amazonia y las casi 5.6 millones de hectáreas del Chocó, las cifras relativas de la erosión en Colombia, cambian sustancialmente.

Como puede observarse en la tabla 17 (IDEAM, 2001) la región Caribe presenta erosión de algún tipo en el 94% del territorio y casi el 72% de su superficie total está afectada por procesos erosivos moderados, altos o muy altos, porcentajes que expresan la severidad del problema.

De igual manera, en la región Andina el 93% está afectada por algún grado de erosión. La tercera parte del área total corresponde a fenómenos erosivos que varían entre moderados, muy altos o altos. Lo grave es que en esta región se ubican todos los páramos del país, en ella nacen los principales ríos que irrigan las áreas agrícolas bajas y abastecen las principales hidroeléctricas de Colombia y en ellas también se produce la mayor parte de los alimentos nacionales (figura 21).

**Tabla 17. Porcentaje de erosión por regiones en Colombia**  
(Fuente: IDEAM, 2001, a partir de sus propios datos).

MAGNITUD EROSIÓN	CARIBE	ORINOQUIA	ANDINA	PACIFICO	AMAZONIA
Muy Alta	37	25	11	0	1
Alta	15	30	7	1	4
Moderada	20	8	12	1	4
Baja	18	8	15	1	3
Muy Baja	4	6	6	0,03	4
Sin Erosión	6	23	4	97	84
Total	100	100	100	100	100

Como se puede observar en la tabla 17 la segunda región más afectada por la erosión es la Orinoquia, a pesar de que esta zona no se encuentra densamente poblada y que la erosión

<sup>31</sup> Antiguo Instituto de los Recursos Naturales y del Ambiente que dejó de funcionar a partir de 1993 con la creación del Ministerio del Medio Ambiente.

originada por procesos antrópicos no es tan relevante. Esto demuestra la fragilidad de los suelos de esta área, los cuales son especialmente vulnerables a procesos erosivos de origen natural.

Los datos anteriores son muy preocupantes porque la erosión es un proceso lento, casi imperceptible, pero irreversible. En muchas ocasiones, las áreas fuertemente erosionadas deben abandonarse y en otras su recuperación se hace muy costosa.

En relación con otros fenómenos de degradación de tierras como desertificación, pérdida de estructura, compactación, pérdida de fertilidad natural, contaminación o salinización, la información disponible es fragmentaria, dispersa y escasa. León (*op. cit.*) realizó el siguiente resumen de la degradación del recurso tierra en el país:

### **La desertificación**

Las tierras que sufren procesos de avance del desierto o desertificación<sup>32</sup>, han sido calculadas por Gómez (2002) en casi 4.675.012 ha (4.1% del territorio nacional)<sup>33</sup>, ubicadas en forma dispersa en suelos con la mayor oferta de nutrientes para una agricultura intensiva pero que al mismo tiempo han venido siendo manejados de manera equivocada y en donde, además, se encuentran polos de desarrollo minero, energético y urbano.

Además de la región Guajira, considerada naturalmente desértica, el fenómeno se presenta en regiones áridas, semiáridas y subhúmedas secas de los departamentos de Santander, Norte de Santander, Boyacá, Cauca, Nariño, Huila, Tolima, Atlántico, Magdalena Sucre y Cesar.

Pero el mismo autor indica que si se considerara como indicadores de desertificación la presencia de coberturas vegetales xerofíticas, los regímenes de humedad del suelo ústicos y áridos y si se ampliara la relación Precipitación / Evapotranspiración a 0.75, en el país habría una superficie potencial cercana a las 22.404.943 hectáreas (19.1%) en procesos de desertificación y allí habría que incluir varios sectores localizados en los Altiplanos y las sabanas caribeñas, interandinas y las de los Llanos Orientales.

### **Compactación de suelos**

Gómez (*op. cit.*) indica que en el país el 94% del territorio nacional presenta susceptibilidad a la compactación de sus suelos, fenómeno ligado a la pérdida de materia orgánica, reducción de la actividad biológica y exposición directa del suelo a la radiación solar generado principalmente por tránsito de maquinaria agrícola, uso de equipos pesados en suelos húmedos, moldeamientos causados por arados y rastras de disco y rotatorios, laboreo excesivo, sobrepastoreo, riego, quemas o por causas naturales (*clay-pans* u horizontes endurecidos subsuperficiales).

Aunque tampoco existen monitoreos ni estudios continuos sobre este fenómeno, varios autores indican que la compactación de suelos en Colombia ocurre principalmente en los suelos arcillosos del valle del Cauca (caña de azúcar), en las áreas planas del Alto Magdalena (Tolima–Huila) y en la región Caribe (algodón), especialmente en los departamentos del Cesar, Guajira y Magdalena.

---

<sup>32</sup> Estimadas con base en una relación P / E (precipitación / evapotranspiración) entre 0.05 y 0.65

<sup>33</sup> Otro estudio realizado por Geoingeniería (1999), indica que las zonas áridas y semiáridas en Colombia ascienden a 6.234.500 ha

---

**Figura 21. Suelos expuestos a la erosión en las montañas andinas**



Foto: El Autor

### **Contaminación**

Sobre el particular existen pocos estudios generales que muestren los efectos de la contaminación de suelos y aguas por productos químicos provenientes de la actividad agropecuaria en el país, aunque se sabe que la problemática es, igualmente, grave.

Tales efectos se pueden dar vía arrastre de plaguicidas hacia las aguas superficiales, translocación a las aguas subterráneas, persistencia en los suelos y presencia en los alimentos de consumo directo.

Los metales pesados provenientes del uso agrícola de aguas altamente contaminadas se han detectado en suelos la Sabana de Bogotá y en las cuencas de los ríos Medellín, Tuluá, Nechí, Amaine, Magdalena y Cauca. Elementos como cadmio, cobalto, níquel, cromo, cobre y plomo se han encontrado en la Sabana de Bogotá, especialmente en el sector hortícola de Bosa – Soacha que utiliza aguas del río Bogotá para riego.

Por otra parte, el fenómeno de arrastre de nitrógeno y fósforo es bien conocido en el país (eutrofización), pero no existen tampoco registros continuos sobre su magnitud aunque la mayor parte de los cuerpos superficiales de agua (lagos y lagunas) presentan crecimientos altos de macrófitas debido al enriquecimiento con estos nutrientes (Lago de Tota, Aquitania y Fúquene, entre otras). La contaminación de acuíferos es un tema prácticamente inexplorado en Colombia.

## **Salinidad**

El estudio del IGAC – Corpoica (*op. cit.*) reporta que las tierras con problemas de salinidad corresponden al 0.5% del territorio nacional, con una extensión de 585. 060 ha. No obstante, Pulido (2000) citado por Gómez (*op. cit.*) indica que aproximadamente 3.038.653 de hectáreas presentan susceptibilidad a procesos de salinización en áreas de agricultura intensiva en la región Caribe.

Este fenómeno se presenta en las planicies del Atlántico y Bolívar, zona de Ciénaga y Fundación, valles de los ríos Cesar y Ariguani. En el resto del país se encuentran áreas con problemas de sales en el altiplano Cundiboyacense, zonas de Tocaima, Girardot, llanura del Tolima y en el Valle del Cauca. En la meseta de Ibagué, el abanico de El Espinal – Guamo y en sectores del distrito de riego del Juncal (Huila) se han reportado suelos sódicos con pH superior a 8.5 y saturaciones de sodio intercambiable superior a 15%. En el valle del Cauca García (1998) citado por Gómez (*op. cit.*) reporta 83.500 has salinas, de las cuales 20.500 están afectadas en sus primeros 50 cm y 28. 500 hasta un metro de profundidad.

Los datos anteriores revelan, en su conjunto, graves externalidades del proceso productivo que juegan en contra de la competitividad y, lo que es más grave, en contra de la sostenibilidad de la producción agropecuaria colombiana la cual, aunque no internalice los costos citados, se irá viendo cada vez más limitada tanto en sus rendimientos físicos como en sus costos.

Los procesos citados son, en su mayoría, percibidos lentamente por la sociedad y por ello son pocos los esfuerzos que se realizan para controlarlos. En el país solo algunas corporaciones regionales como la Corporación Meseta de Bucaramanga o la CVC (Corporación del Valle del Cauca) realizan esfuerzos continuos especialmente para controlar la erosión.

Muchos de tales esfuerzos son de tipo técnico, expresado en obras de ingeniería para contener el arranque y transporte de partículas. Sin embargo, la erosión en muchos casos, es un fenómeno de origen social y económico, ligado a varios factores de tipo educativo, de acceso a la tierra, de presión sobre el recurso suelo y de orden tecnológico. Pocos esfuerzos se han hecho en Colombia para abordar el problema desde esta perspectiva.

Solo en algunos casos como por ejemplo en los trabajos de comprensión y control de los derrumbes de la Cordillera Oriental, entidades como la GTZ, agencia de cooperación alemana, han realizado esfuerzos para integrar elementos culturales al control de la pérdida de suelos por erosión. En otros, varias ONG trabajan directamente con los agricultores compartiendo ideas sobre manejo adecuado del suelo, insistiendo en uno o varios componentes sociales y económicos de la erosión, pero enfocándose esencialmente en su manejo tecnológico.

### **• El Recurso Hídrico**

Colombia es un país de abundantes recursos hídricos. El 88% del territorio recibe lluvias anuales superiores a 2.000 mm, con un promedio anual cercano a 3.000 mm, valor muy alto si se compara con el promedio mundial de precipitación, que se encuentra alrededor de 900 mm y con el de Suramérica, cercano a 1.600 mm.

El volumen de precipitación para todo el país es de 3.425 km<sup>3</sup> / año, equivalente al 3% del volumen de precipitación anual en el mundo y al 12% en el continente suramericano (IDEAM, 2002). Tal precipitación genera un caudal específico de escorrentía superficial de 58 l/s/km<sup>2</sup>, tres veces mayor que el promedio suramericano y seis veces mayor que la oferta hídrica específica promedio mundial.

---

No obstante lo anterior, a escala regional se presentan variaciones importantes. La distribución de la precipitación en el territorio colombiano está determinada por las variaciones espacio-temporales de la Zona de Confluencia Intertropical, por la influencia de los sistemas de circulación general de la atmósfera de la zona tropical y subtropical y por la interacción de estos factores con las características orográficas y fisiográficas del país. Debido a estos factores, se presenta un régimen pluviométrico muy variado. Mientras que en la Península de la Guajira se registran los promedios anuales más bajos, cercanos a 300 mm, en algunos lugares de la región del Pacífico los valores de precipitación son los más altos del país y probablemente del mundo (mayor a 9.000 mm / año).

La oferta hídrica superficial también varía con la altitud. En las regiones por encima de los 3.000 msnm, donde se ubican los páramos colombianos se obtiene el 4% de dicha oferta. Entre los 1.000 y 3.000 msnm (35% del área nacional), el 34% de la oferta y el 62% restante se presenta en el 56% del área nacional, que son las zonas ubicadas por debajo de los 1.000 msnm (Ministerio del Medio Ambiente, 2003)

A pesar de la citada abundancia hídrica, en los escenarios prospectivos realizados para el año 2016 por el IDEAM (2002), el 19% de los municipios y el 38% de la población alcanzarían un índice de escasez superior al 10% y cerca al 70% de la población se encontraría en una situación delicada de abastecimiento de agua, si continúa la ausencia de suficientes medidas de conservación de cuencas hidrográficas y tratamiento de aguas residuales, dos factores claves para el manejo del recurso, el primero de ellos íntimamente relacionado con el sector agrario.

En un contexto de análisis diferente, varios investigadores de la Universidad Javeriana<sup>34</sup> indican que, en caso de un cambio climático global, hasta un 50% del territorio nacional se vería afectado por vulnerabilidad desde alta hasta muy alta como resultado de grandes afectaciones en el funcionamiento del régimen hidrológico. Los investigadores señalan que los cultivos colombianos potencialmente más vulnerables a cambios conjuntos en temperatura y precipitación son arroz secano manual, arroz secano mecanizado, tomate de árbol, trigo y papa.

Dentro de los conflictos por la utilización del recurso, que abarca desde las presiones de la población por el uso de recursos hasta efectos de vertimientos y de explotaciones mineras a cielo abierto, el citado instituto señala dos problemas relacionados directamente con el sector agropecuario, que se examinarán a continuación: 1) deterioro de la calidad del agua por contaminación y sedimentación, derivados especialmente de actividades agropecuarias o agroindustriales y 2) deficiencias en la administración del recurso y en el manejo técnico de distritos e instalaciones de riego.

### **Contaminación de aguas**

Al igual que en otros temas estratégicos para el país, no se poseen estudios nacionales que revelen el estado de la calidad del recurso hídrico en Colombia, aunque este es un tópico que preocupa más que su disponibilidad física, dadas las evidencias sobre su deterioro. En efecto, las aguas superficiales del país reciben una carga orgánica estimada en 9.000 toneladas DBO / día<sup>35</sup>, de acuerdo con estudios realizados entre 1989 Y 1993 por el Departamento Nacional de Planeación (DNP). De lejos, el sector agrícola es el mayor responsable de esta degradación de la calidad del recurso, con aportes que fluctúan alrededor de 4.000 t / DBO / día (sin incluir caña de azúcar y beneficio de café), seguidos por el pecuario, el doméstico y el industrial, de acuerdo con el Informe Nacional de Gestión del Agua<sup>36</sup>

<sup>34</sup> Lineamientos de política del cambio climático. Universidad Javeriana. [www.javeriana.edu.co/cambioclimatico.co](http://www.javeriana.edu.co/cambioclimatico.co)

<sup>35</sup> DBO = Demanda Bioquímica de Oxígeno

<sup>36</sup> Documento publicado en la Web: [www.unesco.org/uy/vision](http://www.unesco.org/uy/vision) 2025/Colombia.

Los principales agentes que degradan la calidad del agua y que pueden estar conectados como causa o efecto con el sector agrario son los microorganismos patógenos, los metales pesados y los sedimentos en suspensión.

Los primeros se refieren primordialmente al máximo número permisible de bacterias coliformes fecales, que provienen de la naturaleza fecal de aguas residuales, con las cuales se riegan plantas comestibles en varios lugares del país. Varias instituciones, entre ellas la Organización Mundial de la Salud y la FAO, recomiendan un máximo de 1.000 coliformes fecales / 100 mililitros en aguas para riego sin restricciones en todos los cultivos.

No obstante, en algunos sectores del país tales límites son sobrepasados en varias unidades de magnitud. Un estudio reciente realizado por la Universidad Nacional de Colombia en el Distrito de Riego La Ramada, que cubre actualmente 7.000 hectáreas bajo riego utilizadas especialmente en hortalizas y ganadería de leche y que abastece el mercado de Bogotá, encontró, en algunos sitios (cercanías de Mosquera), niveles de hasta 1.000.000.000 coliformes totales y de 10.000.000 coliformes fecales / 100 ml, es decir, en este último caso, diez mil veces más de lo aceptado internacionalmente (Argüello, *com.per.*)

Estos datos han sido confirmados por Corpoica (1999), entidad que realizó un estudio sobre contaminación de aguas y suelos por residualidad de metales pesados en la planicie aluvial baja del río Bogotá, que comprende los municipios de Tocaima, Ricaurte, Agua de Dios y Girardot, en donde son regadas unas 2.000 hectáreas de arroz, 300 hectáreas de plátano y unas 4.200 hectáreas en pastos, con las aguas altamente contaminadas del mencionado río y que se comercializan en Bogotá, Ibagué y Cali.

Además de las elevadas concentraciones de materia orgánica y de coliformes fecales que porta el río Bogotá, los análisis realizados por Corpoica (*op.cit.*) revelaron concentraciones elevadas de mercurio (13 p.p.m), cadmio (3 p.p.m), cromo (45 p.p.m) plomo, cloruros y sólidos totales, los cuales deterioran la calidad del agua para uso en las actividades agropecuarias (Ingseries 1991).

Como era de esperarse, el agua de uso agropecuario en esa zona resultó altamente contaminada por arsénico y cadmio, que superaron los límites máximos permisibles por el comité mixto FAO / OMS en 74% y 70%. Igualmente superaron hasta en tres veces los límites permisibles en el 78% de los suelos estudiados y también aparecieron en los pastizales del área en concentraciones 6 y 2 veces superiores a sus límites permisibles.

El arroz, que es el alimento de mayor consumo humano en la región, resultó contaminado por cadmio en una cantidad tres veces superior al límite máximo permisible. También se encontraron altas cantidades de plomo y cadmio en plátano (no se conocen los límites permisibles para este cultivo).

En músculo, leche y riñón del ganado vacuno en la zona se encontraron niveles de plomo 7.3, 6.5 y 3.1 veces superiores a sus respectivos límites máximos permisible y e igualmente niveles de mercurio superiores a sus límites en 5, 3.1 y 1.7 veces, respectivamente. El cadmio detectado en el tejido renal superó en 32 veces las cifras permitidas. El arsénico en leche y músculo superaron en 2.5 y 21 veces respectivas sus límites permisibles (Corpoica, *op.cit.*).

Los investigadores también demostraron el riesgo a que está expuesta la población regional, debido a la bioacumulación de los citados metales tóxicos en los tejidos grasos de los consumidores.

---

Los datos anteriores sirven como ejemplo para señalar que, de una u otra forma, la contaminación de aguas superficiales y subterráneas en el país, que son utilizadas en agricultura, constituye una situación que debe analizarse a través de monitoreos continuos para definir zonas críticas y ejecutar acciones que conduzcan a la protección de la salud de los consumidores.

De manera similar debe abordarse el tema de la concentración de sedimentos en cuencas hidrográficas vitales para el abastecimiento de energía eléctrica a escala nacional que, por motivos relacionados esencialmente con el uso inadecuado del suelo, se convierten en fuentes permanentes de sedimentos que limitan la capacidad de las hidroeléctricas.

El caso de la hidroeléctrica de Chivor ilustra esta problemática: el embalse tiene capacidad total de almacenamiento de 758 millones de m<sup>3</sup>, con un área de 1.252 hectáreas y una longitud aproximada de 22 kilómetros desde la entrada de sus principales afluentes, los ríos Garagoa y Súnuba. Opera con ocho unidades para una capacidad instalada de 1.000 MW. Corpochivor (2002), afirma que el aporte de sedimentos ocasionado por deforestación y actividades agropecuarias ha disminuido la vida útil del embalse de forma dramática.

Para el período 1975 – 1996, el total de sedimentos depositados fue de 93.8 Mm<sup>3</sup>, afectando en 12.4% la capacidad total del embalse a una tasa de 4.4 Mm<sup>3</sup> por año. En el embalse muerto la sedimentación ha sido de 43.6 Mm<sup>3</sup>, a una tasa de 2.0% superior a la definida para el cálculo de la vida útil del embalse.

Parte importante de la explicación al aporte de los sedimentos en esta cuenca estratégica para el país, se da en términos de conflictos de uso. En efecto, en tanto que, de acuerdo con las características biofísicas de la zona (fuertes pendientes, suelos superficiales, afloramientos rocosos), los suelos deberían ser utilizados en más de un 50% a la conservación de bosques de carácter protector – productor, el 30% a ganadería con prácticas especiales de manejo y el 20% a agricultura, el 41% se dedica a praderas, el 16% a la actividad agrícola, 23% a bosques, 11% en rastrojos y 8% a otros usos. Cabe anotar que el 92% de la zona es de tipo minifundista, con predios menores a 5 hectáreas y que el 83% de los hogares utiliza leña como principal fuente energética, presionando fuertemente sobre las coberturas de bosques.

## 6.2 ECOSISTEMAS ASOCIADOS A LA AGRICULTURA

En los apartados siguientes se examinan brevemente las problemáticas asociadas con varios ecosistemas o biomas claves para mantener la oferta de servicios ambientales que requiere el desarrollo general del país y que de alguna manera han sido afectados por las actividades agropecuarias:

- **Conflictos de Uso en los Páramos**

La región que presenta mayor deterioro de sus recursos hídricos es la cuenca Magdalena – Cauca que ocupa 274.000 km<sup>2</sup> (24.8% del territorio nacional), soporta el 70% de la población, genera el 85% del PIB y aporta el 10,6% de la oferta hídrica del país. Merecen especial atención en esta cuenca, los ecosistemas de páramo, vitales para mantener los ciclos hidrológicos del país.

En Colombia el bioma páramo alcanza una extensión aproximada de 1.304.000 ha (1.1% de la cobertura nacional). Se localiza entre el bosque andino y el límite inferior de las nieves perpetuas desde los 3.200 hasta los 4.700 msnm<sup>37</sup>. Las mayores áreas de páramo están en la Cordillera Oriental (49%) y la Cordillera Central (33%). El 18% restante pertenece a los páramos del sur, el macizo de Santa Marta al norte y una mínima parte a la Cordillera Occidental.

Los páramos son esencialmente ecosistemas acumuladores de agua y reguladores de flujos hídricos. Debido a las características químicas y físicas de sus suelos (baja disponibilidad de nutrientes, poca actividad microbiana, acidez marcada, acumulación de materia orgánica sin descomponer y baja densidad aparente entre otras), a las condiciones climáticas anotadas y a su relieve generalmente abrupto, no tienen vocación agropecuaria ni forestal. Su vocación fundamental es el de ecosistemas estratégicos como reguladores de flujos hídricos y surtidores de agua para diferentes usos, incluidos el consumo humano.

Sin embargo, debido a procesos históricos de desplazamiento de poblaciones y de acaparamiento de tierras, los páramos colombianos están bajo una creciente y constante presión antrópica manifiesta en actividades ganaderas, agrícolas y de extracción de leña y otros recursos que los degradan. Se destaca en este aspecto el monocultivo de papa a alturas inferiores a los 4.000 msnm, realizado esencialmente para obtener semillas de buena calidad en sistemas de tumba - quema y rotación con potreros para ganadería extensiva.

A pesar de su importancia y de numerosos estudios ecológicos y sociales realizados en ellos, aún no están determinadas las proporciones reales de ocupación del espacio en cada uno de los usos mencionados, los tipos dominantes de tenencia de la tierra, la lógica de ocupación del espacio, la estacionalidad en su utilización ni la cuantificación aproximada de los impactos biofísicos o culturales que generan en el bioma de páramo tales sistemas productivos.

Tampoco resultan claras las políticas estatales para establecer incentivos de conservación en estas áreas, reconvertir los procesos productivos o establecer relaciones de confianza con los agricultores que lleven a soluciones de fondo aceptables para el grueso de la población y para los campesinos asentados en estas zonas.

- **Humedales y Actividades Agropecuarias**

Ramsar<sup>38</sup>, define los humedales como “las extensiones de marismas, pantanos, turberas, cuerpos de agua de régimen natural y artificial, permanentes o temporales, estancadas, corrientes, dulces, salobres y saladas incluyendo las áreas de aguas marinas cuya profundidad en marea baja no excede los seis metros”. Esta definición incluye, por lo tanto, las marismas, ciénagas, esteros, charcas, cochas, lodazales, pantanos, turberas, tremedales, estuarios, bahías, brazos de mar, madre viejas, lagos, lagunas, ríos, manantiales y embalses.

Colombia cuenta con más de 1.000 ríos permanentes y, de ellos, diez con caudales medios anuales de más de 1.000 m<sup>3</sup>/seg, es decir con 3 veces más caudal que el promedio sudamericano. Igualmente posee cerca de 1.600 cuerpos de agua, entre lagunas, lagos y embalses, los cuales contienen importantes reservas de agua utilizables, con un volumen total aproximado de 26.300 millones de m<sup>3</sup>. El 97.5% de estos cuerpos de agua cubren superficies menores de 0.01 km<sup>2</sup> (100 hectáreas).

---

<sup>37</sup>msnm = metros sobre el nivel del mar

<sup>38</sup> RAMSAR es el nombre de la convención mundial relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas.

---

El 99.98 % de los humedales del país se concentra en las tierras bajas de las depresiones de los grandes ríos, en especial de la cuenca Magdalena – Cauca, en tanto que la región andina solo contiene el 0.02% de los mismos. Solamente el 3.9 % del total de humedales del país están protegidos por alguna clase de figura legal. En un estudio sobre el tema realizado por la firma Geoingeniería (1999), se calculó una extensión de 20.252.500 de hectáreas (202.525 Km<sup>2</sup>) como ecosistemas de humedal en Colombia, incluyendo la gran extensión del Magdalena medio y bajo y toda el área anegable de la región Pacífica. En la gran depresión del bajo Magdalena - Cauca se forman cerca de 800 lagos o ciénagas, de permanencia y tamaño variables, destacándose algunos cuerpos de agua individuales por tener un tamaño considerable, como por ejemplo, las ciénagas de Zapatosa (119 km<sup>2</sup>), Ayapel (123 km<sup>2</sup>) y Guájaro (115 Km<sup>2</sup>).

Los humedales concentran una proporción significativa de la biodiversidad y de los recursos biológicos de importancia actual para la sociedad, en especial para comunidades pobres y marginadas. Es el caso de la pesca artesanal, la caza y la extracción de productos maderables y no maderables en humedales forestales.

Los humedales cumplen diferentes funciones: receptores de desechos, depuración de aguas contaminadas, controladores de inundaciones, protectores de líneas de costa e importantes en la recarga de grandes acuíferos. Asimismo, brindan hábitats únicos para una amplia variedad de biota (fauna y flora) y muchos de ellos revisten gran importancia para aves migratorias, por lo cual se consideran como "ecosistemas de interés internacional". A escala global, se consideran como recicladores de CO<sub>2</sub> y grandes reguladores del clima.

La dinámica de los humedales está indisolublemente asociada al manejo de la tierra. Factores de tipo ecosistémico como la colmatación natural por sedimentos o el contenido de nutrientes propios de los cuerpos de agua lénticos, se ven afectados constantemente por procesos erosivos de origen antrópico, originados en las prácticas culturales de sistemas de producción agropecuaria ubicados arriba de los espejos de agua.

En relación con el avance de la frontera agrícola sobre los humedales, especialmente las ubicadas en la Cordillera Oriental, se tienen fuertes evidencias que muestran su retroceso a favor de algunos usos privados. El proceso de colmatación de la laguna de Fúquene, por ejemplo, ha sido 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.

Los sistemas de producción en las tierras bajas de la región Caribe, desde el Magdalena Medio hasta el bajo Magdalena, intercalan actividades de ganadería, agricultura y pesca, cuyas modalidades tecnológicas obedecen a la dinámica hídrica, cultivando en los períodos secos, realizando obras de ingeniería para desviar cuerpos de agua (represas, pozos o aljibes para proveerse de agua) en verano o diques y canales para evacuar aguas en invierno, lo cual lleva a la transformación o pérdida de los ecosistemas de humedal, efectuando procesos de trashumancia del ganado o aprovechando las áreas libres después de las inundaciones periódicas.

En la zona se cultiva arroz seco, maíz, plátano, sorgo, yuca, patilla, caña panelera, ajonjolí y coco que se combinan entre sí, espacial y temporalmente, y con sectores de las fincas dedicadas a pastos (menos del 15%), árboles aislados y bosques. Las fincas tienen tamaños pequeños a medianos (entre 0.5 y 51 has) y casi todos los agricultores poseen por lo menos 2 fincas en áreas distintas. Los pequeños productores manejan fincas menores de 20 hectáreas.

Como síntesis general del diagnóstico, el citado estudio de Geingeniería, identificó los siguientes problemas críticos que afectan a los sistemas productivos de la región húmeda del Caribe: escasez de forraje para bovinos originada en las condiciones de sequía durante el verano, inundaciones continuas, presencia permanente de plagas. En el orden cultural se destacan la falta de crédito, mal estado de las vías de penetración, deficiencias en la asistencia técnica, altos porcentajes de analfabetismo, amenazas de invasión de tierras, desempleo, inseguridad y otras manifestaciones graves de desórdenes públicos.

Por su parte, en un estudio que abarca una visión global del ecosistema, Caballero y Durango (1998) afirman que la reducción del espejo de agua como consecuencia de la construcción de jarillones y diques artificiales para aumentar las tierras dedicadas a la ganadería, además de la deforestación de las riberas, el uso inadecuado de maquinaria agrícola que compacta y erosiona los suelos y la contaminación de aguas por agroquímicos, se cuentan entre las principales amenazas a los cuerpos de agua de la región Caribe.

- **La Desaparición de las Selvas Secas Tropicales**

La selva seca tropical se encuentra principalmente en el norte del país, en la llanura del Caribe y se extiende a través de los valles interandinos de los ríos Cauca y Magdalena. Comprende los departamentos de Sucre, Bolívar, Magdalena, Guajira, Cesar, Atlántico, San Andrés y Providencia, Valle del Cauca, Tolima, Cundinamarca, Norte de Santander, Huila y Cauca y Nariño. Hacia el nororiente se ubica en la frontera con Venezuela (IAvH, 1997).

Colombia contaba originalmente con una cobertura de 80.000 Km<sup>2</sup> (8.000.000 hectáreas) de selva seca tropical en los departamentos mencionados, área que se ha reducido a menos del 2% de esa vegetación original (Márquez, 2001). La actividad humana de ganadería, agricultura y explotación maderera en las llanuras de la costa Atlántica y en los valles interandinos es la principal causa para la desaparición de la mayoría de este tipo de ecosistema (figura 22).

Un caso sobresaliente de deterioro ambiental en estas zonas ha sido documentado por Baquero *et. al.* (s.f.) en Taminango (hoya del Alto Patía, Departamento de Nariño), en donde, de manera cíclica, la sequía afecta la producción y la generación de empleo agropecuarios reduciendo el ingreso y el nivel de vida de los pobladores, hasta llevarlos a estados de miseria y mendicidad.

En la zona los principales limitantes para el uso agropecuario son, además de los problemas de aridez, las fuertes pendientes, el riesgo de erosión, la baja fertilidad y la poca profundidad de los suelos, que son utilizados con cultivos de maíz, hortalizas y maní. De manera no uniforme los productores utilizan técnicas agresivas de preparación de suelos y mantenimiento de cultivos (quema, siembra en pendiente, eliminación de barreras vivas, tala de bosque para obtener leña, entre otros).

---

**Figura 22. Áreas secas al norte del país (Bahía de Taganga). Obsérvese la deforestación del fondo.**



**Foto: El Autor**

El análisis del autor estableció claras relaciones estadísticas entre deterioro ambiental y sistemas de producción, aunque no entre pobreza y deterioro de recursos. Los autores reconocen que las interrelaciones entre estas dos categorías son complejas, mediadas por variables tecnológicas características de los sistemas de producción, especificidades de la mano de obra familiar y equipamiento veredal, entre otras.

Concluyen que la inexistencia de tecnologías adecuadas a las condiciones de aridez de la zona, es un factor explicativo del deterioro ambiental. En particular, se encuentra que el uso de técnicas deteriorantes (uso excesivo de plaguicidas entre ellas) o de técnicas conservadoras depende en mucho del sistema de producción, sus especificidades y de la asistencia técnica recibida. Igualmente, son importantes la propiedad de la tierra y la disponibilidad de mano de obra.

- **Las Selvas Húmedas Tropicales y los Cultivos de uso Ilícito**

Ningún programa sobre agricultura en Colombia puede delinarse haciendo caso omiso de la grave problemática que afecta las selvas húmedas tropicales del oriente, centro y occidente del país, ubicados especialmente en la Amazonia, el Chocó Biogeográfico, el Valle Medio del Magdalena y las regiones del Catatumbo.

Como ya se explicó, tales regiones, que ocupan más de un tercio de la superficie del país, están severamente limitadas para usos agropecuarios convencionales, debido a sus características climáticas, edáficas y biológicas.

Sin embargo, como resultado de complejos procesos sociales estos territorios fueron ocupados paulatinamente en diversas oleadas de colonización ocurridas durante el siglo pasado y en ellos se establecieron fuertes procesos de extracción de recursos que, sin embargo, no fueron suficientes para apuntalar procesos de desarrollo económico sostenidos en el tiempo.

Los habitantes de la región, especialmente los colonos, encontraron en la producción de hoja de coca y en su posterior transformación en cocaína la posibilidad única de un producto cosechado con pocos insumos con mercado asegurado en los países ricos. La multiplicación de estas explotaciones declaradas ilícitas por el gobierno nacional, conformó un cuadro complejo de relaciones con el narcotráfico, la guerrilla, los poderes paramilitares y la sociedad en su conjunto, que ha obligado la formulación y aplicación de políticas tanto de índole represivo como proactivo, sin que hasta el momento se haya logrado su erradicación completa ni en esta ni en otras regiones del país.

El análisis a fondo de estos temas sobrepasa los propósitos de este libro. Hay que advertir, sin embargo, que la suerte de las selvas húmedas tropicales está ligada a la de la nación colombiana, porque las soluciones de fondo al conflicto que se vive en ellas, pasan por un replanteamiento no solo de los esquemas internos de ordenamiento territorial, tenencia de la tierra, justicia social, apropiación tecnológica u organización social sino que deben enfrentar retos que provienen del mercado internacional, el consumo externo de drogas psicoactivas, la posición geopolítica de Colombia y de las relaciones con los países vecinos y con Estados Unidos, cuyas soluciones no pueden ser abordadas solamente por Colombia.

Los intentos por solucionar con instrumentos tecnológicos esta problemática que es esencialmente de carácter socioeconómico y político, han fracasado.

### ***El uso de mycoherbicidas***

En el año 2000 investigadores norteamericanos plantearon la posibilidad de utilizar la cepa EN-4 del hongo *Fusarium oxysporum* f.sp. *erythroxyli* para erradicar los cultivos de coca en Colombia (Bigwood y Stevenson, 2000), idea que a la postre fue rechazada luego de varios debates promovidos por distintos actores de la sociedad colombiana. Sin embargo, en marzo de 2006<sup>39</sup>, la Cámara de Representantes de Estados Unidos aprobó un nuevo proyecto tendiente a realizar experimentos científicos con mycoherbicidas en un país productor, probablemente Colombia, luego de varias tentativas realizadas a lo largo del período 2000-2005.

La diseminación masiva del hongo en la Amazonia colombiana constituye un acto que la nación no puede permitir porque compromete seriamente la estabilidad del ecosistema amazónico y porque representa graves riesgos para la población humana allí asentada. Además, es una decisión inconsulta en la que no han participado los principales actores implicados. El autor de este libro se opuso a la utilización masiva del hongo *F. oxysporum*, colocando una serie de argumentos que se resumen en los párrafos siguientes:

---

<sup>39</sup> El proyecto H.R.2829 que fue aprobado por la plenaria de la Cámara de Estados Unidos el 9 de marzo de 2006 con 399 votos a favor y cinco en contra dice que el Director de la Oficina Nacional para las Políticas sobre Control de Drogas deberá presentar al Congreso, máximo 90 días después de la promulgación de esta Ley, un informe que incluye un plan para conducir, de manera eficiente, un estudio científico del uso de mycoherbicidas como una manera de eliminación de cultivos ilícitos de drogas por una entidad científica de investigación gubernamental apropiada, incluyendo una extensa revisión científica referenciada. El estudio deberá incluir una evaluación de los posibles impactos a la salud humana y ambiental de dicho uso. El informe también deberá incluir un plan para implementar pruebas científicas en una nación mayormente productora con mycoherbicidas que existan naturalmente en la nación productora.”

---

### **Efectos en el plano ecosistémico**

1. El hongo fue detectado y aislado en Hawaii por el profesor David Sands Vicepresidente Científico de la firma comercial AG/BIO, compañía que tiene claros intereses en la distribución del hongo. En esta y otras zonas se han realizado algunas pruebas de caracterización del hongo (Sands *et. al.*, 1997) y de su alta especificidad para generar marchitamiento vascular en plantas de coca. Como corolario, varios investigadores admiten que el patógeno no atacaría plantas diferentes a las de este género. A pesar que investigadores como Fravel *et. al.*, (1996) han realizado estudios que ligan algunos factores biofísicos con la dispersión del hongo, hasta el momento no se dispone de información sobre tales pruebas (condiciones de suelos, clima, material geológico, dosis, momentos y formas de aplicación, persistencia del hongo en el suelo, efectos antagónicos...), que permitan una evaluación de la manera como el patógeno podría diseminarse en las condiciones tropicales de Colombia. Por otra parte, su pretendida especificidad está en duda, entre otras cosas, porque las plantas de coca han coevolucionado con innumerables plantas del bosque húmedo tropical que son desconocidas incluso para la ciencia y que podrían servir de hospederos alternos para el hongo.
2. Es lícito preguntarse también sobre qué pasaría si el hongo tuviera éxito y lograra erradicar las plantas de coca ¿Cuáles serían sus hospederos alternos? Aquí es necesario recordar que el *Fusarium oxysporum* es el principal agente causal del marchitamiento vascular en muchos cultivos comerciales y que ni siquiera en las flores ha sido posible erradicarlo apelando incluso a prácticas extremas como la vaporización del suelo. Su persistencia es muy alta y es literalmente imposible eliminarlo definitivamente del suelo, una vez instalado. Ello debido a que se reproduce por esporas de resistencia denominadas clamidosporas, altamente resistentes a la degradación.
3. El hongo sería diseminado sobre regiones amazónicas que han perdido la cobertura vegetal arbórea, en donde los suelos oxisoles han sido sometidos a procesos serios de degradación (pérdida acelerada de materia orgánica, alta acidez, compactación, lavado de nutrientes y rompimiento de su estructura), resultando en un ambiente que puede ser altamente favorable para su instalación permanente en detrimento de los microorganismos nativos. No obstante, nadie puede asegurar cuál será la velocidad y la magnitud de este proceso.
4. Lo que sí puede asegurarse es que se trata de introducir una especie foránea que podría proliferar libremente. La sociedad colombiana conoce muy bien algunos casos de dominio de especies foráneas en detrimento de las nativas (introducción del pasto *Brachiaria* en los Llanos Orientales, del pasto Kikuyo en las zona frías o de la Tilapia en los ecosistemas lénticos) que a la postre se comportan de manera agresiva porque carecen de controladores naturales.
5. El hongo puede mutar y convertirse en patógeno de otras plantas (Windels, 1991). Esta sola advertencia basta para aplicar el principio de incertidumbre consagrada en las leyes colombianas para evitar su aplicación. Existen reportes en la literatura que así lo comprueban y experiencias prácticas de investigadores colombianos que respaldan esta afirmación.
6. *Fusarium oxysporum* es un patógeno virulento del suelo que es oportunista en su ataque a seres humanos inmunodeprimidos, cuyo niveles de neutrófilos son bajos (con neutropenia). La literatura médica reporta que más del 40% de las muertes de seres humanos inmunodeprimidos se deben a *Fusarium*. En la Amazonia no se conoce con exactitud cuántas personas sufren de cáncer, de leucemia o que padecen bajas transitorias de sus defensas (por afecciones virales, desnutrición u otras causas). Ello implicaría altos riesgos para las poblaciones humanas asentadas en la zona, sobre todo

porque se trataría de aplicaciones masivas, en dosis de guerra, que sobrepasan ampliamente los niveles normales en los que la literatura reporta las afecciones a humanos. Por lo tanto se trata de un nuevo riesgo que no se debe permitir.

7. La literatura reporta ataques del hongo a poblaciones de cerdos y caballos, causando muerte y enfermedades graves. Nuevamente se coloca sobre el tapete la cuestión de las dosis y sus efectos sobre animales selváticos que jamás han sido expuestos a una amenaza de esta naturaleza. Queda por definir no solamente sus efectos letales sobre mamíferos domesticados, sino sobre aves, anfibios, peces, crustáceos, insectos, roedores, oligoquetos, reptiles, equinodermos, arácnidos, protozoos, actinomicetos, hongos, bacterios y otras clases de la innumerable fauna amazónica, que potencialmente servirían como hospederos directos o que verían afectadas indirectamente sus poblaciones.

### **Efectos en el plano cultural**

1. La aplicación del hongo no resuelve el problema de la producción de coca, porque se trata de la introducción de un fitopatógeno que puede ser controlado a través de la aplicación de fungicidas, sustancias tóxicas de síntesis químicas disponibles en el mercado. La fumigación de los cultivos de coca con estos productos será un efecto colateral que agravará la situación de contaminación ambiental.
2. La solución del conflicto planteado por el uso ilegal de las sustancias provenientes de la coca pasa necesariamente por un escenario internacional en el que se reconozca sin tapujos que el consumo de drogas es una característica de la sociedad contemporánea, cuya solución no reside en castigar a los países productores como Colombia sino en legalizar su consumo (paulatina o radicalmente) y proponer acciones de educación, reconstrucción de hogares, atención a niños y jóvenes drogadictos, formulación de políticas de empleo y otras que prevengan la adicción a las drogas.
3. Existen efectos de orden psicológico que deben ser igualmente explorados.
4. La solución tecnológica para erradicar los cultivos de coca, ya existen: el uso de herbicidas (con el cual este autor tampoco está de acuerdo) o el arranque manual de las plantas son actos que sirven a los mismos fines que la aplicación del hongo, pero probablemente con menores costos ambientales. De todas maneras, el problema no es tecnológico sino social, económico, axiológico y político, por lo que la solución al conflicto debe encararse en estos ámbitos.
5. La práctica de aplicación del hongo podría exacerbar el actual conflicto armado de Colombia, puesto que habrá mayores intereses económicos gravitando sobre su erradicación y sobre la defensa de los cultivos.
6. Esta práctica plantea serios interrogantes éticos para el país y para la comunidad científica. ¿Es ético pensar en realizar experimentos con dosificaciones masivas de un hongo que se encuentra clasificado como un arma biológica, en experiencias inéditas en la historia de la humanidad?

### ***La polémica sobre la utilización de glifosato***

La iniciativa de utilizar hongos patógenos se sumaba a la erradicación forzosa con herbicidas, especialmente glifosato, que se ha ejecutado por más de veinte años en el país, con resultados igualmente decepcionantes, bien porque los cocales cambian de sitio, bien porque los cocaleros utilizan técnicas para contrarrestar sus efectos o bien porque vuelven a sembrar en zonas distintas.

---

El debate está claramente planteado: de un lado aparecen las voces que se alzan para exigir la fumigación aérea con herbicidas de cultivos de uso ilícito como la forma más eficiente para eliminar plantas y cultivos de coca en los Parques Nacionales y de otro se escuchan las de quienes se oponen a tales procedimientos y en su lugar proponen procesos diferentes, que contemplan la raíz misma del problema.

En las dos orillas se acomodan por igual políticos profesionales, decisores públicos, grupos de opinión, activistas sociales, colombianos rastos, grupos de interés económico, político y militar, habitantes rurales y académicos.

Los académicos ocupan lugares destacados en esta polémica. Algunos de ellos han preparado informes alegando que los herbicidas empleados en Colombia no generan impactos sobre la salud de los seres humanos ni sobre los componentes del ambiente. El objeto de este apartado es el de examinar la posición de la ciencia frente a la erradicación de cultivos ilícitos para derivar de allí una reflexión global sobre el pensamiento científico y su deber ético en un mundo que poco a poco va perdiendo la suma de valores que conforman los altos sueños de los hombres.

### ***Los venenos convertidos en fertilizantes***

La polémica sobre el uso de herbicidas para erradicar cultivos de uso ilícito en Colombia, es realmente vieja: debe tener por lo menos veinticinco años, si no más.

Los primeros argumentos que esbozaron algunos científicos es que tales herbicidas, por contener moléculas de nitrógeno y fósforo al final resultarían siendo benéficas para los suelos porque podrían ser utilizadas como fertilizantes.

Esta tesis resulta a todas luces muy peregrina e incluso ingenua, pero ha hecho carrera: se cree en muchos círculos que el glifosato y sus coadyuvantes no generan riesgos. Incluso no ha faltado quien se deje rociar con este producto o que insinúe que es capaz de beberse un trago del herbicida al frente de las cámaras de televisión, como una muestra de confianza en el veneno y en sus bajos efectos sobre la salud de los seres humanos.

El argumento del “herbicida – fertilizante” se origina en la ignorancia científica pero se aprovecha en la tribuna política, que la malinterpreta y la utiliza a su favor. El científico que expuso esta tesis estaba muy lejos de comprender el sentido de la fabricación y de la utilización de venenos en la agricultura y posiblemente se engañó al estudiar la composición relativamente simple del herbicida.

La realidad, por supuesto, es otra. Los herbicidas se diseñaron para matar plantas, impidiendo o trastornando su metabolismo, interfiriendo en la síntesis de proteínas o disminuyendo sus defensas inmunológicas. No tienen nada que ver con fertilizantes, así aporten moléculas sencillas de elementos nutritivos. La primera acción de un herbicida es eliminar físicamente las plantas. Una vez al interior de la misma, el veneno puede transformarse en otras sustancias, hacer parte de la biomasa y ser degradado por diferentes rutas. La planta muere indigesta de nitrógeno y fósforo, pero muere al fin y al cabo. No hay tales efectos benéficos.

---

### **Herbicidas sin efectos.**

De otra parte, un grupo de expertos internacionales contratados específicamente por la Oficina para el Control y Abusos de las Drogas (CICAD) dependencia de la Organización de Estados Americanos (OEA), expuso públicamente su trabajo de más de un año en el que conceptúan, palabras más, palabras menos, que el glifosato tal como se usa en el Programa de Erradicación Aérea de Cultivos Ilícitos (PECIG) no genera riesgos para la salud humana o para el ambiente (Solomon *et. al.*, 2005).

León *et. al.* (2005) del Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) de la Universidad Nacional de Colombia, examinaron el documento citado y tanto a la luz de la teoría ambiental como del simple sentido común, realizaron críticas de fondo a esta posición singular de los investigadores que contrató la CICAD. Afirman, por ejemplo que el estudio no consideró, o si lo hizo fue de manera tangencial, los riesgos directos o indirectos del uso masivo de este herbicida sobre ecosistemas o agroecosistemas vecinos y sobre la sociedad en general, tanto en el ámbito social como económico.

Señalan que el trabajo de la CICAD tiene una grave deficiencia: gran parte de su análisis se basó en estudios secundarios para estimar los efectos del herbicida en la salud humana, acogiendo la mayor parte de los que juegan a su favor, pero desestimando aquellos que indican riesgos. Es más: los autores no consultaron la lista de quejas (en la actualidad reposan más de 8000 en la Defensoría del Pueblo)<sup>40</sup> que han interpuesto diferentes actores de la sociedad colombiana sobre los efectos ambientales de las fumigaciones.

Finalmente los profesores del IDEA le señalan a los científicos de la CICAD que no estudiaron, ni tomaron muestras ni analizaron mínimamente los efectos del glifosato sobre los bosques aledaños a los campos de cultivo, no evaluaron los daños a los cultivos de uso lícito (cacao, maíz, yuca, plátano), no midieron la erosión de los suelos que se desencadena cuando las plantas mueren y la cobertura vegetal desaparece de la superficie de los terrenos, no analizaron la muerte de animales domésticos (aves de corral o ganado vacuno) ni realizaron estudios directos sobre afectaciones de salud de los campesinos, niños, mujeres, o indígenas afectados con las fumigaciones, cuestionando las conclusiones de Solomon *et. al.* (*op. cit.*) quienes afirman que los daños ambientales son leves, que el herbicida no tiene afectaciones sobre la salud y que sus riesgos son mínimos.

Pero el asunto va más allá: las argumentaciones de partida del estudio CICAD - OEA reconocen que "... el Programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos es tema de intenso debate por razones políticas, sociales y de otra índole ..." y por lo tanto "... *se excluyen del estudio específicamente todos los aspectos sociales, políticos y económicos y el informe final se basa estrictamente en la ciencia y en argumentos basados en la ciencia..*(la cursiva es nuestra).".

León *et. al.* (*op. cit.*) indican que esta aseveración es muy polémica, por lo menos por tres razones: primero, porque excluye a las ciencias sociales, humanas y económicas del análisis ambiental; segundo, porque coloca el acento solamente en las explicaciones que provengan de las ciencias naturales o ciencias "duras" en un fenómeno que, en realidad, toca muchos más de los aspectos considerados por ellos y tercero, porque es ineludible que este estudio, o cualquier otro de la misma índole, se utilizará con fines políticos, como ha sucedido en efecto.

---

<sup>40</sup> Comunicación personal de funcionarios de la Defensoría del Pueblo (abril de 2005).

---

La ciencia no puede declararse neutra frente a la sociedad alegando que su método es puro e imparcial, cuando sus motivaciones y resultados se insertan en el debate social. Más aún cuando se trata de temas tan sensibles social, económica, política y militarmente, como el que trata el estudio, que se encuentran en el centro de polémicas con repercusiones mundiales y que se ligan con derechos humanos fundamentales, como el de la vida, el ambiente sano y la salud de los colombianos.

La confianza total en la ciencia también es relativa. Las argumentaciones en contra del glifosato, también son abundantes en la literatura mundial y, sin embargo, no fueron suficientemente exploradas por Solomon y sus colegas. Ello quiere decir que la ciencia enfrenta problemas cuando pretende ser objetiva, porque es un ejercicio humano. Aquí vale la pena anotar el famoso ejemplo del vaso que está hasta la mitad de su volumen ocupado con agua: para algunos observadores está medio lleno y para otros estará medio vacío. La pretendida objetividad científica de las ciencias positivas, también está en duda.

### ***La ciencia en el vacío de su responsabilidad política.***

¿De qué manera puede el científico solitario escapar de la responsabilidad social que le impone el trabajar en materia tan difícil y justificar su actuación hacia esa sociedad que le demanda juicios “imparciales”? ¿Hasta qué punto esa “imparcialidad” existe? ¿Qué dosis de ingenuidad o por el contrario de militancia política existen en quienes aceptan ejecutar tales trabajos?

Es obvio que tales preguntas no las puede contestar sino el trabajador de la ciencia que se interroga a sí mismo en la soledad de su oficina, cuando se encuentra aislado de toda pretensión inútil para agradar a quien le paga por estas labores.

Basta con señalar de nuevo que el científico debería constatar la complejidad de su objeto de estudio, que sus afirmaciones no son gratuitas, que sus conclusiones afectarán a cientos o quizás a miles de personas y que su estudio será utilizado por individuos con intereses económicos y políticos en direcciones que tal vez nunca se habían imaginado. ¿Estarían suficientemente informados estos científicos que su investigación iba a ser utilizada para justificar las fumigaciones aéreas en los parques nacionales naturales de Colombia, hecho que se daría por primera vez no solo en la historia de este país sino de la humanidad misma?

Es cierto que los científicos de la CICAD – OEA se apegaron a las especificaciones formales para efectuar análisis de riesgos de plaguicidas pero es que el caso que nos ocupa excede de lejos cualquier marco normativo o regulador vigente. Insistimos en que se trata de la primera vez en la historia de la humanidad en que un país es sistemáticamente sometido a fumigaciones con herbicidas para erradicar un cultivo (que no es una maleza), atado por milenios a la cultura local y a la actual conflictividad social, económica y política de Colombia que es, sin duda, compleja. Ello de por sí invitaba, incluso, a debatir si las metodologías clásicas de evaluación de riesgo son adecuadas o no para establecer los umbrales de riesgo y los efectos ambientales en estas condiciones.

Los buenos científicos también deben preocuparse por la manera en que sus métodos corresponden o no con los objetos de estudio, máxime si se trata de trabajos que incorporan la palabra “ambiental”.

La primera discusión que el equipo de investigadores debió enfrentar era, precisamente, ese análisis general que incluyera todo el proceso de producción, transformación y erradicación de los cultivos proscritos por la ley. De haberse hecho así, probablemente se hubieran dado cuenta

de la urgente necesidad de haber incorporado otros profesionales de las ciencias sociales, económicas, ecológicas y ambientales que seguramente les hubieran aportado visiones y enfoques diferentes a la evaluación de riesgo.

La ciencia siempre ha avanzado de la mano de las contradicciones de los métodos con la realidad. En este caso más que en cualquier otro se requería formular un marco teórico de tipo ambiental, probablemente nuevo para las escuelas de evaluación de riesgo, pero muy necesario para cualificar el trabajo.

La sociedad entera vuelca la mirada sobre la comunidad científica, en busca de respuestas que justifiquen o no la continuidad de las acciones de fumigación. Muchos creen que la ciencia debe dirimir el conflicto y que su veredicto zanjará de una vez por todas el problema planteado, bien porque demostraría que el glifosato no posee consecuencias negativas sobre el ambiente biofísico y sobre las poblaciones humanas o bien porque las pruebas científicas dejarán ver todo lo contrario: que sí existen efectos persistentes sobre suelos, aguas, fauna, flora y seres humanos.

Esta demanda que la sociedad colombiana le ha hecho a su aparato científico, más allá del debate sobre si la ciencia debe o no dirimir un problema que pertenece a otras órbitas sociales, ha desnudado otra verdad que estaba oculta a los ojos de la mayoría de colombianos: la debilidad de las universidades y de los centros de investigación para responderle al país sobre sus problemas fundamentales. Colombia nunca se planteó con seriedad las consecuencias del uso de venenos en la agricultura y por muchas décadas impulsó y aún impulsa la utilización indiscriminada de fungicidas, herbicidas, insecticidas y otras sustancias venenosas sin realizar estudios serios y monitoreos continuos sobre sus efectos a corto, mediano y largo plazo en diversos componentes de los ecosistemas y en la salud de los consumidores.

Con excepción de los valientes trabajos de la red Rapalmira (ONG que ha logrado la prohibición de más de una docena de agroquímicos tóxicos, entre ellos el endosulfán), el país no cuenta con estudios continuos sobre estos temas. Existen, claro está, esfuerzos aislados, tesis de grado y algunos trabajos de corto plazo que han abordado el tema pero sin que ello constituya la conformación de grupos de excelencia, con suficiente personal dotado con laboratorios adecuados, salarios decentes y estímulos a la investigación.

El problema del consumo de alimentos con residuos de plaguicidas no merece la atención de la gran prensa ni convoca reflexiones profundas de la sociedad ni mueve los presupuestos económicos del Estado, tal vez porque detrás de ellos se mueven poderosos intereses económicos. Las ventas de las 9 empresas de agroquímicos más poderosas del mundo alcanzaron cifras de 31.000 millones de dólares en 1998 (algo así como 71 billones de pesos colombianos equivalentes a casi dos veces el presupuesto nacional de ese momento).

El país no posee estudios serios sobre los efectos del glifosato ni en los ecosistemas ni en la sociedad. Ello no quiere decir que tales efectos no existan. ¿Pero quién ha estudiado estos efectos en las regiones amazónicas y en los páramos colombianos? Nadie. Tal vez porque la intensidad de la fumigación no tiene tampoco antecedentes en el mundo. No hay venenos seguros. Lo único seguro es que Colombia ha estado de espaldas al conocimiento, tanto de sus selvas húmedas tropicales como de sus modelos agrarios y ahora le reclama a la comunidad científica que le explique cómo es que los herbicidas afectan a los hombres y a los ecosistemas. Tal vez un poco tarde.

---

### ***El debate interminable***

Los procesos de erradicación de cultivos de coca en Colombia ya tienen muchos años y parecen no encontrar fin. Por más de dos décadas el país se ha desgastado física y moralmente en tratar de encontrar soluciones a un problema que al parecer no las tiene o que por lo menos han resultado esquivas (figura 23).

Y es que, al parecer, como se diría desde la ciencia, el problema está mal planteado. ¿En realidad hay que eliminar del territorio nacional las plantas de coca para terminar con los problemas de fabricación, consumo y tráfico de drogas en el mundo? ¿Es ello posible...? Es más... ¿Es deseable?

En un debate ocurrido en el senado de la república a finales de 2006, el ministro de agricultura afirmó textualmente que "...ese cultivo maldito de coca se acabaría por las buenas o por las malas...", abriendo varios interrogantes en quienes han meditado sobre este fenómeno a lo largo de los últimos años. ¿Será verdad que la coca es un cultivo maldito?

No. La coca fue, por más de dos mil o tres mil años, una planta sagrada entre las culturas americanas del sur del continente. Su papel fundamental es el de convertirse en vehículo de transmisión de conocimientos y en facilitadora de procesos culturales de la máxima importancia para la supervivencia de naciones enteras. Al compás de la masticación de la planta de coca en los mambeaderos rituales de las malocas indígenas, se acordaban las faenas de caza y pesca, se concertaban matrimonios, se programaban las mingas en las chagras, se repartían territorios y se comunicaban los grandes mitos de los orígenes de las cosas, de las frutas, de los hombres...la coca es, para que lo entiendan los ministros, algo así como los edificios y al mismo tiempo los planes de estudio de la universidad de las gentes sencillas de la selva.

Su carácter maldito probablemente no está en la misma planta sino en el uso que de ella hacen los hombres. De facilitadora de la cultura pasó a ser fuente de drogas psicoactivas que aceleran el pulso y enfebrecen la imaginación de los adictos al dinero y a la velocidad de la vida occidental. A su alrededor no se sientan los indígenas en los mambeaderos sino los ejecutivos acelerados o los jóvenes rumberos, con fines distintos a los de pensar la cultura.

Entonces la respuesta a las preguntas anteriores sobre si hay que erradicar estas plantas del territorio nacional es otro *No* rotundo, entre otras cosas porque ello es físicamente imposible. La coca está arraigada a la cultura como las raíces a los troncos de las plantas. Para destruirla por completo habría que destruir también las culturas americanas...algo que no se ha podido en más de cinco siglos de intentos.

Si se acepta que destruir físicamente las plantas de coca es una empresa imposible y que además el uso de drogas se relaciona con fenómenos de carácter social o cultural, entonces se comprenderá fácilmente la inutilidad de apelar a procesos tecnológicos de erradicación y que la solución al conflicto está en otra parte. Veamos:

En cierto sentido da igual que las autoridades pretendan utilizar un arma biológica como el hongo *Fusarium oxysporum*, aplicar masivamente herbicidas como el glifosato, introducir una mariposa que se coma las hojas de coca como la especie *Eloria noyesi*, inundar los campos cocaleros con semillas de "malezas" o cualquier otra solución material, porque los problemas de demanda – oferta van a persistir al igual que los desequilibrios de justicia social en el ámbito internacional y nacional que son los verdaderos detonantes del problema.

**Figura 23. Erradicadores manuales de coca. Fuente: El Tiempo.**



Se ha repetido incansablemente que la producción de coca es un fenómeno esencialmente de carácter social, ligado entre otras razones tanto a la pobreza rural como a la aparición y consolidación de la dupla latifundio – minifundio. También se ha repetido que mientras existan consumidores habrá productores; que solo si los consumidores encuentran drogas diferentes el problema bajará de intensidad; que si en los países del norte se permite el cultivo de coca, como en el caso de la marihuana, el problema se resolvería en parte o que solo si se legaliza su utilización habrá posibilidad de un futuro mejor para Colombia.

Parte de la solución es, sin lugar a dudas, la última opción señalada: legalizar el uso de estas plantas y permitir que el Estado regule su producción y consumo. De esta manera se abrirían las puertas para colocarle impuestos, definir su transformación en infusiones de coca o en materiales para medicina o alimentos, invertir en prevención de su utilización como narcótico, educar a la población y, en fin, adelantar varios procesos sociales y económicos alrededor de esta nueva agroindustria cuya justificación más evidente sería parar la espiral de violencia en que se ha convertido su tráfico ilegal.

Todo esto lo saben millones de personas alrededor del mundo. Lo que pasa es que, de puro miedo y de puro inclinarse ante los intereses económicos que se esconden detrás de este lucrativo negocio, se encuentran ante estos hechos como los habitantes de aquél país de fábula que asistieron a la confección de un traje para su rey vanidoso, hecho con hilos de oro, que solo podía ser visto por quienes no fueran tontos. Los sastres del impresionante vestido, que solamente querían robar el reino se aprovecharon de la estupidez general hasta que, un niño desde su inocencia, gritó a todo pulmón que el rey iba desnudo.

---

Colombia va desnuda ante el mundo. Los hilos de oro del vestido invisible son las promesas de erradicación tecnológica y la bobería general es que todos creemos que ello es posible. ¿Podrá el lector imaginar quiénes son los sastres?

- **Agricultura y Biodiversidad**

La biodiversidad es un concepto interpretado de manera distinta por quienes se ocupan de promover el paradigma empresarial y de competitividad y por aquellos que insisten en incorporar variables ecosistémicas en las discusiones del desarrollo.

Para los primeros, no pasa de ser un concepto interesante, pero carente de valor a la hora de medir la productividad y la rentabilidad de las unidades agrícolas y para los segundos se ha convertido en una bandera que se agita en todos los foros y que suscita muchas expectativas, sobre todo en lo referente a su posible utilización como base de la biotecnología, reserva de diversidad genética y depositaria de conocimientos ancestrales. Sobra decir que los dos discursos marchan por caminos diferentes.

El tema de la biodiversidad en relación con la agricultura colombiana fue abordado por un grupo de investigadores de la Universidad Nacional de Colombia (León *et. al.*, 2003) quienes analizaron la inclusión de criterios de biodiversidad en la política sectorial.

Los autores, a través de matrices de interrelaciones entre prácticas agropecuarias y biodiversidad, establecieron un rango de calificación entre *favorable o desfavorable a la biodiversidad* de los principales cultivos o sistemas productivos. El ejercicio arrojó índices favorables a la biodiversidad en cultivos como café tradicional, cacao, palma africana, plátano, banano, caña panelera, fique, cultivos hortofrutícolas, piscicultura y porcicultura. Los cultivos permanentes se consideraron favorables a la biodiversidad, dado que las condiciones del cultivo permiten el establecimiento de comunidades bióticas estables gracias a la cobertura vegetal que ofrecen. Además, el cambio de un sistema de producción anual o semestral por uno permanente, elimina el uso de varias prácticas agresivas con la biodiversidad como por ejemplo, la labranza mecanizada con implementos no apropiados como arados rotativos, desnudar el suelo durante la siembra y la cosecha, dejándolo expuesto a la radiación solar o la necesidad de utilizar herbicidas.

Por el contrario, la mayor parte de cultivos transitorios y semipermanentes como caña de azúcar, arroz, algodón, papa, sorgo, soya, cebolla, flores, maíz, tabaco y yuca se consideraron en el estudio como no favorables a la biodiversidad, en razón del carácter unimodal de las explotaciones, el uso intensivo y poco apropiado de maquinaria agrícola y de la aplicación constante de herbicidas, fungicidas e insecticidas. En esta categoría también se incluyó la ganadería convencional (figura 24)

La gran mayoría de los impactos de las prácticas agropecuarias sobre la biodiversidad están dirigidos hacia el ecosistema edáfico. Muchos afectan directa o indirectamente los ecosistemas acuáticos en tanto que los generados sobre los ecosistemas terrestres se pueden considerar marginales en relación con el impacto generado por la destrucción del ecosistema debido a la expansión de la frontera agrícola.

Por otra parte, los análisis realizados a los diferentes documentos de política y al marco normativo en el subsector agrario, tanto al nivel de inversión y financiamiento, como de comercialización, desarrollo rural y ciencia y tecnología, le permitió afirmar a los autores que, el tema de la biodiversidad en la política sectorial agropecuaria, cuando se trata, se hace de manera marginal.

---

**Figura 24. Monocultivo de arroz en los llanos del Tolima.**



El estudio pasó revista a la mayor parte de los instrumentos de inversión y financiamiento a algunos instrumentos de comercio exterior e interior y a otros de desarrollo rural, encontrando variaciones interesantes entre ellos.

Por ejemplo, algunos programas del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) pudieron calificarse positivamente en términos de su relación con la biodiversidad. Ello ocurrió con los programas de investigación en Sericultura, instalación y mantenimiento de bancos de germoplasma, programa de semillas y reforestación, pesca y acuicultura, el Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (Pronatta) y el apoyo al Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Pademer y Alianzas Productivas para la Paz, que en su conjunto incluyeron el 39% de los recursos asignados (\$93.512 millones) por el MADR en 2002.

El análisis realizado al Incentivo de Capitalización Rural (ICR) entre 1996 y 2000, indica que este instrumento presentaba articulaciones no favorables con la biodiversidad, en un porcentaje cercano al 64% de su ejecución presupuestal. Esto, en virtud de que tales recursos (alrededor de \$18.300 millones de pesos), se invirtieron en sistemas productivos que fueron calificados como no favorables para la biodiversidad como algodón, arroz, caña de azúcar, cebolla, flores, ganadería y sector avícola. Por su parte, el 29% de los recursos invertidos a través del ICR, favorecieron de alguna manera el conocimiento, uso y/o manejo de la biodiversidad, dado que se invirtieron directamente en sistemas productivos como palma de aceite, banano, caña panelera, frutas y hortalizas, que fueron calificados como favorables al mantenimiento de la diversidad biológica.

---

Para evaluar el impacto de las políticas de financiamiento sobre la biodiversidad, los citados autores analizaron las tendencias del crédito por actividad según la información del Fondo Financiero Agropecuario (FINAGRO). El crédito aprobado por esta entidad entre 1998 y 2002 tuvo alta tendencia a ubicarse en cultivos transitorios y a actividades pecuarias en general, calificadas como no favorables a la biodiversidad. Estas actividades absorbieron casi el 86% (\$ 1549 millones de pesos) del total. Los recursos destinados a las labores pecuarias se concentraron especialmente en el rubro de ganadería que representan la mayor parte del crédito (675.000 millones en el quinquenio analizado) alcanzando el 37.5% del total de los recursos de FINAGRO, cifra que es más del doble de los recursos asignados al cultivo de arroz (\$375.000 millones), que es el sistema productivo individual que recibe la mayor atención crediticia.

Lo anterior implica que las actividades de FINAGRO en general no representaron ventajas para la conservación y/o el mantenimiento de la biodiversidad en el país. Lo anterior se confirma cuando se analizan las cantidades de dinero que se invirtieron en sistemas productivos permanentes, en bosques o en cultivos transitorios con baja utilización de agroquímicos y/o sembrados en sistemas múltiples, que son considerados como sistemas favorables a la biodiversidad (cacao, café, caña panelera, palma africana, banano, plátano, frutales y bosques) que sumaron \$ 242.000 millones de pesos, equivalentes al 13.5% del total de los fondos asignados por FINAGRO.

En relación con los efectos de las políticas e instrumentos de ciencia y tecnología sobre la biodiversidad, los autores indican que, aproximadamente la mitad (\$50.100.000,00) de los recursos ejecutados por todo el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (representado por los fondos de cofinanciación de Colciencias, Pronatta y los Fondos parafiscales) en el período 1991 – 2001 (\$108.403.000,00), se utilizan en aspectos que son positivos para el conocimiento y uso de la biodiversidad.

### **6.3 LOS CONFLICTOS EN EL AMBITO CULTURAL**

La definición de los efectos ecosistémicos del modelo RV resulta más o menos clara, dado que es fácil aceptar la presencia de fenómenos degradativos de suelos, aguas o ecosistemas como resultado de la aplicación de tecnologías agropecuarias que también están relativamente bien definidas.

No ocurre lo mismo en el campo cultural. Allí es más difícil establecer las relaciones directas del sistema tecnológico con algunas variables de la sociedad, dado que la tecnología está mediada por intereses económicos, relaciones sociales, posturas ideológicas y actividades específicas de carácter complejo, en donde no siempre se pueden definir con precisión relaciones biunívocas. ¿Cómo establecer con claridad, por ejemplo, las consecuencias de la tecnología sobre la pobreza o la polarización de la sociedad? ¿Aquella es causa de éstas o viceversa?

No obstante, las consecuencias del modelo agropecuario se reconocen en procesos que ocurren lentamente y que vienen a caracterizar al cuerpo social. La disponibilidad de maquinaria agrícola, la relación de tractores / área cultivada, las toneladas / año de insumos o el consumo nacional de plaguicidas se pueden relacionar con las superficies ocupadas por distintos cultivos en determinadas regiones geográficas que ofrecen mejores o peores condiciones de suelo y que poseen o no infraestructura de riego. Por supuesto que como consecuencia de este tipo de análisis, la variable “propiedad de la tierra” y “tamaño de predios” entran a jugar papeles determinantes al igual que la posición jerárquica en la escala del poder local de los propietarios.

De igual manera se pueden realizar análisis sobre quiénes son los propietarios de los medios de producción, cuáles son sus ingresos mensuales, el tamaño de sus negocios o sobre la manera como la sociedad rural colombiana está dividida en distintos tipos de agriculturas, desde las agroindustrias hasta las economía campesinas. Además, es factible analizar los procesos de polarización en términos de poder adquisitivo de determinados sectores, concentración de capital, tecnología y tierra, acceso a recursos de agua (distritos de riego) o los fenómenos asociados con desplazamiento de campesinos, reivindicación de comunidades afro colombianas o movimientos de colonos en zonas baldías.

Muchos de los temas citados se han tratado de alguna manera a lo largo de estas páginas pero otros han sido objeto de extensos análisis por parte de connotados investigadores de las ciencias sociales, la antropología y la economía a quienes deben remitirse los lectores interesados. En los apartes siguientes solamente se analizan algunos conflictos de tipo cultural que se suscitan como consecuencia de la actividad agropecuaria en Colombia, enfatizando en los efectos que tiene sobre la salud humana el uso de plaguicidas, al igual que en dos variables claves de la organización social y de la estructura simbólica: el desarrollo científico y la educación.

- **La Problemática Asociada al uso de Plaguicidas**

La Organización Mundial de la Salud estimaba en 1992 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 se 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 (Rapal, 2003).

Las cifras anteriores, que no abarcan otros temas relacionados con el efecto de los plaguicidas en innumerables organismos, cadenas tróficas y ecosistemas, contaminación de aguas y suelos o desequilibrios sociales, plantean de entrada la complejidad y la dificultad del necesario debate en torno al uso de plaguicidas en la agricultura mundial y en particular en el sector agrario colombiano.

El tema 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.

El debate es más intenso en Colombia, habida cuenta del impacto que causan los herbicidas utilizados en la erradicación química de los cultivos ilícitos de coca y amapola y a la reciente propuesta del gobierno nacional para fumigar con Glifosato+ POEA + Cosmoflux los Parques Nacionales Naturales en donde se encuentren tales cultivos.

---

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 el Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos que flexibilizará aún más la entrada de plaguicidas al país. 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.

En los párrafos siguientes se presenta un resumen del tema en Colombia que, a pesar de no contar con las estadísticas precisas a escala nacional, posee algunos documentos que ilustran la situación en el país.

### **Salud y plaguicidas**

La información disponible sobre este tema es, nuevamente, escasa, puesto que no se poseen estadísticas formales ni redes permanentes de monitoreo sobre los efectos que producen los plaguicidas en diversos componentes de los ecosistemas (suelos, agua, aire, flora y fauna) o sobre la salud humana, pero aún así es posible realizar un diagnóstico general.

Los plaguicidas generan diversos efectos negativos sobre la salud de los seres vivos, en función de su grado de toxicidad y del tiempo e intensidad de exposición. Son capaces de afectar aves, reptiles, mamíferos y artrópodos del suelo, disminuir las cantidades de materia orgánica en el suelo, contaminar depósitos subterráneos y corrientes superficiales de agua y afectar la calidad del aire en las zonas de aspersion.

En seres humanos 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 (IDEAM, 1998). 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 (figura 25).

Con excepción de los alimentos cultivados en sistemas de producción orgánica o ecológica, prácticamente todos los productos que se consumen a diario en el país, presentan algún grado de contaminación por residuos químicos.

Los efectos sobre la salud humana de los plaguicidas son múltiples y en Colombia han sido documentados en distintos lugares del país y bajo circunstancias disímiles:

De acuerdo con el perfil ambiental de Colombia (Colciencias, *op. cit.*) entre 1978 y 1989 se atendieron anualmente 618 casos por intoxicaciones con plaguicidas, 14% de los cuales fueron fatales (63 muertes / año).

**Figura 25. Imagen alegórica de las malformaciones causadas por el herbicida denominado agente naranja (2,4,5,-T) en Vietnam. (Fuente: L. Smith)**



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 reciente investigación realizada por Acción Ecológica de Ecuador (Rapal, 2004), 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.

Los investigadores advierten que, someter a la población a más fumigaciones puede aumentar el riesgo de daño celular e incrementar los casos de cáncer, mutaciones, alteraciones embrionarias y abortos en la zona.

El Paraquat, actualmente comercializado como Gramoxone, ha sido otro de los agroquímicos (herbicida) más utilizado en Colombia para la recolección de cosechas, control de malezas y erradicación de cultivos ilícitos, no obstante ser altamente letal para el ser humano por generar lesiones pulmonares fibróticas de rápida progresión en forma irreversible y con alta toxicidad crónica con presencia de lesiones renales, hepáticas, miocárdicas y cerebrales (IDEAM, 1999).

Por fuera de las zonas de conflicto armado en torno a los cultivos ilícitos, las áreas más afectadas por el consumo de agrotóxicos corresponden a los altiplanos Cundiboyacense y de Río Negro, las llanuras del Tolima y del Huila, la zona Tocaima - Girardot- Espinal, el valle del río Sinú y algunas zonas agrícolas de Boyacá y Norte de Santander (Aquitania, valle de Samacá, Abrego y Lebrija). Ello también ha ocasionado deterioro en ecosistemas de importancia nacional, como en la Ciénaga Grande de Santa Marta (banano, palma africana y arroz), en la Ciénaga de Zapatoza (palma africana), en las cuencas de los ríos Meta (arroz, algodón), Ariari (arroz), Cauca (caña de azúcar), Caquetá (arroz), Saldaña y Coello (arroz y algodón), Cesar (algodón), región de la Mojana (arroz), bosques alto andinos (amapola), páramos y subpáramos (papa) y selvas de la Amazonia (coca).<sup>41</sup>

Coy (2001) citado por León (*op.cit.*) indica que, de 706 municipios en la cuenca Magdalena – Cauca, existen 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 presentan alto potencial de contaminación de sus corrientes de agua superficiales, 107 arriesgan la contaminación de sus aguas subterráneas con estas sustancias y 57 municipios presentarían alto ingreso y transporte de plaguicidas vía aire.

La polémica más reciente en relación con los efectos que los agroquímicos ejercen sobre la salud humana tiene que ver con el empleo de Endosulfán en el cultivo de café. De acuerdo con el Ministerio de Salud, para el año 2000 fueron 106 las personas afectadas por esta sustancia en los departamentos de Antioquia, Huila, Quindío, Risaralda, Tolima y Caldas.

Lo anterior deja ver que los efectos adversos de los agroquímicos sobre la salud tanto humana como animal se están evidenciando en las diferentes regiones del país. Sin embargo, aún se siguen comercializando plaguicidas que han sido prohibidos o restringido según la Lista Consolidada de Naciones Unidas, bajo la aprobación del ICA. Entre estos Nivia (2000), cita los casos de Alaclor, Benomil, Carbofuran, Dimetoato, Hexazinona y Mancozeb. 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, como en el caso del Endosulfán que tardaron 8 años en tomarse 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.

En este contexto tampoco puede relegarse la problemática relacionada con la eliminación de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs), entre los que se destacan los organoclorados como DDT, Aldrín, Dieldrín, Endrín, Clordano, Heptacloro, Mírx, Metoxicloro, Hexaclorobenceno y Toxafeno; los bifenilos policlorados (PCB) y las dioxinas y furanos.

Los primeros se utilizaron intensamente luego de la segunda guerra mundial para controlar insectos transmisores de enfermedades (paludismo, tifus, fiebre amarilla), plagas en la agricultura (termitas, saltamontes, langostas, hormigas, ácaros y garrapatas) y roedores. Se estima que en los últimos 40 años se han consumido en el mundo cerca de un millón de toneladas de DDT (Dicloro Difenil Tricloro-etano), buena parte de las cuales permanece aún en el medio natural.

Los bifenilos policlorados o PCB son moléculas muy estables de carbono, hidrógeno y cloro, resistentes a la descomposición química, biológica y térmica que han sido utilizados como

---

<sup>41</sup> La contaminación por uso de Agroquímicos en Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, revisión preliminar, 1997.

---

fluidos dieléctricos en transformadores y condensadores, como fluidos hidráulicos en equipos de vacío y de transferencia de calor y como plastificantes, lubricantes o en aditivos de cementos, pinturas y tintas. Se calcula que en la actualidad cerca de 300.000 toneladas de PCB se encuentran en el medio natural, a pesar que su producción, de casi un millón de toneladas, cesó en los años setenta.

Las dioxinas y furanos son productos secundarios formados en los procesos de combustión de materiales que contengan carbono y cloro como quema de basuras o de desechos agrícolas en cultivos, incineración de residuos hospitalarios o de desechos químicos, producción de energía a través de combustibles como carbón, madera, ACPM o gas, crematorios o fábricas en donde se produce hierro, acero, cobre, zinc, latón o magnesio, entre otros.

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. 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, anomalías 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. Para ello se acordó establecer mecanismos de coordinación interinstitucional por país, generar inventarios de COPs y de las capacidades nacionales para erradicarlos, formular planes nacionales de aplicación y proyectos pilotos de investigación sobre tecnologías de remediación en sitios contaminados, acciones que en Colombia lidera el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial con el apoyo del Banco Mundial y el PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo).

### **Otros determinantes culturales**

La fabricación y consumo de plaguicidas genera una serie de relaciones sociales poco estudiadas pero que tienen consecuencias en los planos económico, político e institucional del país.

De entrada, es necesario recordar que en Colombia desde 1963 se formulan plaguicidas, es decir, existen empresas que importan el ingrediente activo y le adicionan solventes y emulsificantes para la venta a los agricultores. En estas actividades se desempeñan 19 empresas ubicadas especialmente en Bogotá, Barranquilla y Medellín<sup>42</sup>.

A la importación directa de plaguicidas se dedican 173 empresas dentro de las cuales sobresalen BASF Química Colombiana, Cartón de Colombia, Chevron Texaco Petroleum Company, Dow Química de Colombia, Dupont de Colombia, Exxon Chemical del Sur, Mitsubishi Colombia, Monsanto Colombiana y Union Carbide Interamérica cuyas sedes se encuentran en

---

<sup>42</sup> Datos obtenidos de la página web del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA): <http://www.ica.gov.co/servicios/plaguicidas/index.asp>

---

Cali y Bogotá. Otras empresas importadoras se ubican en Soacha, Valledupar, Pereira, Funza, Buga, La Ceja, Zipaquirá, Manizales, Envigado, Medellín, Ibagué, Palmira, Villavicencio, Montería, Ipiales, Armenia, Barranquilla, Espinal y Tunja entre otras localidades que, en su conjunto, revelan la dispersión territorial de esta actividad, con sus correspondientes efectos en la economía local.

En los procesos de producción de plaguicidas en general, que incluyen coadyuvantes, fungicidas inorgánicos, bolsas plásticas con insecticidas, cebos tóxicos, herbicidas, insecticidas microbiales y extractos de plantas, el ICA tenía registrados 67 empresas en septiembre de 2004 igualmente repartidas en la superficie nacional. 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 poseen por lo menos un almacén general de ventas de productos del campo que incluyen la distribución de plaguicidas.

Aunque es difícil encontrar estadísticas precisas, resulta obvio 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.

Por ejemplo, datos presentados por BPR Asociados<sup>43</sup> (tabla 18) indican que estas compañías generan 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 Agrosiences hizo lo propio en \$299.000 millones, Syngenta en \$173.000 y BASF \$162.000. Alrededor de 173 empresas están registradas en Colombia para ejercer este tipo de comercio.

La misma fuente indica que BASF Química emplea una nómina de 142 personas (113 fijos), Dupont posee 124 empleados fijos, Monómeros Colombo – venezolanos 701 personas fijas, entre ellas 5 directivas, 344 empleados y 352 obreros, información que sirve de ejemplo para ilustrar los efectos parciales de estas empresas en el campo social.

Los datos anteriores no cobijan los gastos que hacen las empresas en publicidad para sus productos, información de muy difícil acceso. Sin embargo, el tema amerita la siguiente reflexión:

---

<sup>43</sup> Proyección Información General y Cualitativa. BPR Benchmark. Versión BPR/05. [www.bpr.com.co](http://www.bpr.com.co)

---

**Tabla 18. Ventas totales de “Químicos y Derivados” de las primeras 21 empresas registradas en Colombia entre 2004 y 2002. (Fuente: BPR Asociados Benchmark)**

COMPAÑÍA	AÑO		
	2.004	2.003	2002
MONOMEROS COLOMBO-VENEZOLANOS S.A.	726.943	653.749	487.037
ENKA DE COLOMBIA S.A.	482.183	422.490	365.337
BAYER CROPSCIENCE S.A.	395.092	393.193	329.358
DOW AGROSCIENCES DE COLOMBIA S.A	299.189	294.363	265.715
ABONOS COLOMBIANOS S.A.	263.461	232.671	172.756
ANHIDRIDOS Y DERIVADOS DE COLOMBIA S.A.	209.983	171.917	125.100
SYNGENTA S.A	173.734	167.723	177.383
SUCROMILES S.A.	167.975	157.179	138.540
BASF QUIMICA COLOMBIANA S.A.	161.949	156.312	121.280
AGA FANO FABRICA NACIONAL DE OXIGENO S.A.	137.125	116.247	99.571
DUPONT DE COLOMBIA S.A.	131.593	132.202	167.162
COMPAÑIA AGRICOLA COLOMBIANA LTDA Y CIA S.C.A	122.528	106.294	63.151
GRIFFIN DE COLOMBIA S.A.	113.649	137.030	107.791
CARBOQUIMICA S. A.	105.680	91.223	80.214
FIRMENICH S.A.	95.984	97.530	81.896
QUIMICA INTERNACIONAL S.A	93.100	64.972	48.380
OXIGENOS DE COLOMBIA LIMITADA	85.255	77.572	65.063
CABOT COLOMBIANA S.A.	83.973	83.249	54.919
BONLAM ANDINA LTDA.	81.498	73.860	60.715
SIKA COLOMBIA S.A.	80.652	63.413	50.522
PROFICOL S.A.	79.016	93.708	77.773

Sin duda alguna 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. La publicidad ofrece una serie de enfoques conceptuales, estrategias, instrumentos y técnicas que se aplican para posicionar productos en el mercado y lograr que los consumidores los adquieran. Raras veces el publicista se interroga sobre los potenciales efectos de los productos que impulsa.

Sin entrar en reflexiones de tipo ético en relación con esta profesión, es necesario mencionar 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. Una experiencia para revertir esta tendencia se está programando en 2006 dentro del Programa de Alianzas Productivas del MADR, con resultados aún por discutir en el sentido de si los campesinos se apropiarán o no de estos procedimientos de seguridad industrial.

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.

Con la información expuesta en los párrafos anteriores, es posible afirmar que el uso de plaguicidas en la agricultura constituye un tema de vital importancia para ser abordado seriamente dentro de las políticas estatales, de cara a los procesos de transición del sector. Ante un panorama de apertura de mercados con el TLC y de libre importación de plaguicidas, el país debe estar atento a extremar medidas que garanticen, bien sea la sustitución parcial y gradual de estas sustancia o por lo menos, su uso adecuado dentro de marcos de seguridad confiables.

## 6.4 EL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

El análisis ambiental del componente de ciencia y tecnología agropecuaria abarca, por definición, una serie de variables que incluyen no sólo los temas relacionados con la ejecución de los presupuestos públicos o privados en Ciencia y Tecnología (C&T) sino también las orientaciones ideológicas de las entidades de cofinanciación y otros temas no menos importantes como el análisis de los paradigmas dominantes, la formación de investigadores, las interrelaciones del sector con productores campesinos y capitalistas y la aplicabilidad o transferencia de los conocimientos adquiridos, entre otros.

Muchos de estos tópicos se escapan, por motivos obvios, al análisis que se realiza en estas páginas, el cual se reduce a los temas de financiación y orientación general de las principales instituciones de C&T en el país. Parte del análisis proviene de dos estudios realizados recientemente por el autor sobre estos temas (León *et. al.*, 2003 y León, 2003).

- **La Tendencia Ideológica**

En términos generales las políticas de ciencia y tecnología en Colombia históricamente han sido dominadas por el modelo de Revolución Verde (RV) que, incluso hasta épocas recientes, se tradujo en concepciones predominantemente tecnológicas y económicas, con exclusión casi total de factores sociales o de reivindicaciones de tipo ecosistémico.

Por otra parte, a partir de la década de los años ochenta, se viene consolidando un movimiento mundial que promueve la inclusión de tales factores culturales y ecosistémicos en la teoría y la

práctica de la agricultura que ha sido denominada genéricamente Agricultura Ecológica (AE). Las ventajas y desventajas del modelo RV y de las nuevas propuestas de AE han sido discutidas, entre otros, por León y Rodríguez (2002) y Palacios (2001).

La incorporación de los principios de AE en las políticas oficiales ha sido, sin embargo, un proceso lento que ha debido afrontar obstáculos de distinto orden: por un lado, aparecen los requerimientos de producciones elevadas que se exigen en la agricultura comercial para atender mercados de consumo masivo y que no han podido ser solucionados con técnicas de AE. Por otra parte, el país carece de un verdadero mercado que demande continuamente alimentos AE y al mismo tiempo, no existe una oferta continua de productos ecológicos para satisfacer tales demandas; la reciente inclusión de sellos ecológicos marcha en el camino de subsanar tales deficiencias. En tercer lugar, aún no se han dilucidado muchas de las propuestas nacidas en la AE que tiendan a eliminar problemas fitosanitarios en monocultivos comerciales. Se opta por estrategias de Manejo Integrado de Plagas y Control Biológico que intentan reducir el uso de agroquímicos.

De cualquier manera, la tendencia dominante en la formulación de políticas de ciencia y tecnología se da en la vía RV, con intentos aún demasiado tímidos de incorporar como política de Estado lineamientos tendientes a fortalecer los procesos integrales que defienden los impulsores de la AE. En este proceso se da prioridad a las prácticas agrícolas que refuerzan el paradigma de la competitividad y la productividad.

El tema de la biotecnología sobresale en este último contexto. Apoyados en los recientes éxitos de la manipulación genética de plantas, en la creencia, un tanto ingenua, de que están abiertos los mercados de OGM para el país y en el convencimiento que los OGM están exentos de riesgos ambientales (culturales y ecosistémicos), la política central del país apunta en la dirección exclusiva del desarrollo biotecnológico "duro", centrado en la transgénesis, dejando de lado las opciones biotecnológicas que nacen precisamente de la AE, que no son precisamente pocas ni de baja importancia.

La biotecnología no se circunscribe solamente al mundo del DNA. Existen muchas otras posibilidades y campos de aplicación para manejar sistemas vivos sin que sea necesario apelar a las técnicas de DNA recombinante. En ella aparecen, por ejemplo, los esfuerzos agronómicos condensados en el Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE) o en el Manejo Integrado de Agroecosistemas (MIA). Pasa por prácticas de conocimiento y manejo de microorganismos edáficos, tema en el cual los desarrollos son incipientes frente al inmenso potencial microbiológico del suelo y continúa con el manejo de arvenses y sus relaciones alelopáticas en condiciones tropicales, los diferentes tipos de compost, los abonos verdes, las forrajeras, los cultivos múltiples, los biopreparados, purines, caldos microbianos de rizosfera (CMR), los microorganismos eficientes (ME), las bacterias promotoras del crecimiento en plantas (PGPR) y la resistencia sistémica inducida, que son solo algunos ejemplos que amplían el panorama de la biotecnología y que debieran ser igualmente considerados en las políticas de financiación estatal.

Dentro de la actual orientación de la investigación para satisfacer demandas del mercado y para introducir las ideas dominantes de competitividad, las entidades financiadoras han tomado distintos rumbos: en Colciencias, por ejemplo, uno de los criterios más importantes para la asignación de recursos de cofinanciación se basa en la exigencia de apoyarse en un gremio productivo para que los investigadores puedan recibir dineros para sus estudios; por cada peso que coloque el gremio o la asociación de productores, Colciencias aporta un peso adicional. Financiación de proyectos por mitad, amarrados a una concepción de cadenas productivas, con

---

el propósito a largo plazo de aumentar la competitividad y la rentabilidad de las explotaciones agropecuarias, es la práctica dominante del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, a pesar de los lineamientos de mayor amplitud expresados en la visión y en los objetivos del programa.

Por otra parte, a partir del año 1994 y por lo menos hasta el año 2001, el grueso de los aportes del Estado para el sector agrario se canalizó a través de Pronatta (Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria), entidad que le dio cabida a varias concepciones de la agricultura. De igual manera, pero con orientaciones más hacia la resolución de problemas productivos y con menores presupuestos, los Fondos Parafiscales también incluyen actividades investigativas en sus agendas.

En Pronatta se aceptaba, como eje central de su filosofía, que el pequeño productor era el beneficiario principal de las investigaciones y para ello se exigían alianzas o uniones temporales entre asociaciones campesinas y, por ejemplo, universidades o centros de investigación. Se apoyó la libre concurrencia de la oferta y se impulsaron redes temáticas para el fortalecimiento institucional.

En Pronatta existían criterios de sostenibilidad ambiental para decidir sobre la cofinanciación de los proyectos y, entre ellos, hay referencias claras a la Biodiversidad, que se expresan en los puntajes que el Panel de evaluadores le asigna a las propuestas. En contraste, Colciencias opera con mecanismos más libres, en donde cobran mayor relevancia la opinión de los pares, que pueden tomar o no en consideración argumentos ambientales y de biodiversidad para aprobar proyectos.

- **Algunos Factores que dificultan la Ciencia y la Tecnología en Colombia**

Las orientaciones actuales y las posibilidades de acción del aparato científico – tecnológico colombiano en el campo agropecuario están determinadas por varios factores de índole económico e ideológico que se entrecruzan para incidir en su desarrollo. León (2003) hace una síntesis de ellos en los siguientes términos:

De una parte, aparecen los obstáculos a la financiación de proyectos de investigación, consolidación de infraestructura y capacitación de personal que están relacionados con los bajos presupuestos estatales y privados, limitados a su vez por las exigencias fiscales para encarar el conflicto armado que vive el país, por los procesos de corrupción que le cuestan a Colombia casi dos billones de pesos anuales y por el pago de la deuda externa (25 billones de pesos para el año 2003) que, en su conjunto, limitan las opciones de inversión en ciencia y tecnología (C&T).

Los presupuestos de casi todas las entidades públicas de investigación y desarrollo tecnológico han venido decreciendo en los últimos años.

Como ya se anotó, la Subdirección Agrológica del Instituto Geográfico “Agustín Codazzi” (IGAC), pasó de un presupuesto cercano a los \$5.000 millones de pesos en 1978 a prácticamente cero para el año 2002. El Programa Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (PNCTA) de Colciencias (Fondo Colombiano para la Investigación “Francisco José de Caldas”) entre 1991 y 2001 ejecutó solamente \$16.661 millones de pesos (US\$ 5.9 millones), cifra que en promedio anual representa \$1.666 millones (aproximadamente US\$ 595.000 al cambio de 1 x 2.800 pesos), cifra ínfima en relación con el presupuesto actual de la nación que bordea los 67 billones de pesos.

Suerte similar le ocurrió a Pronatta (Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria), entidad que entre 1994 y 2001 cofinanció proyectos por un valor aproximado de \$48.558 millones (6.069 millones /año, es decir US \$2.16 millones), que corresponden a cerca del 30% de los recursos de inversión en C&T para la actividad agropecuaria durante ese período. El Programa sin embargo, fue clausurado desde el año 2003.

Finalmente, los recursos provenientes de las cuotas de fomento constituyen otra fuente importante de la política nacional en ciencia y tecnología. A través de este procedimiento se ha logrado recaudar, entre 1995 y el año 2002, alrededor de \$400.020 millones de pesos (US\$ 142.8, millones) de los cuales el 10% se utilizó para investigaciones (\$43.184 millones equivalentes a US\$ 15.4 millones) y 13.4% (\$55.024 millones = US \$19.6 millones) para transferencia de tecnología. Estos montos aunados, suman casi \$98.208 millones (US\$ 35 millones), cifras relativamente altas en comparación con los aportes que recibió el PNCTA de Colciencias en diez años que, como se indicó anteriormente, solo alcanzó valores cercanos a los \$16.661 millones, e incluso en relación con los \$48.558 millones que recibió Pronatta desde 1994 al año 2001.

Las Organizaciones No Gubernamentales (ONG) también han hecho aportes importantes a la investigación agropecuaria nacional, desde el punto de vista de la sostenibilidad, especialmente a partir de la creación de Ecofondo, entidad que reúne un número importante de ONG y que administra recursos provenientes de cambio de la deuda pública por conservación. La orientación de Ecofondo se enmarca dentro de una visión ambiental que pretende impulsar proyectos asociativos y regionales de reconversión de la agricultura convencional hacia agricultura ecológica.

Entre 1994 y 2000 esta entidad cofinanció ochenta y seis proyectos, 43% de los cuales se ejecutaron dentro del eje temático Gestión Ambiental en Agroecosistemas, con un valor aproximado de 9.043 millones de pesos equivalentes a US\$ 2 millones (Vásquez, 2001). De la ejecución de este programa se han derivado importantes avances en la recuperación de suelos y aguas, establecimiento de bancos de germoplasma de cultivos tradicionales, integración de componentes forestales a las actividades productivas y de conservación, recuperación de tecnologías locales y diversificación de la producción.

Dentro de este marco es necesario recalcar la importancia de la investigación participativa, adelantada no solamente por las ONG sino también por los más importantes centros de investigación agropecuaria nacional como Corpoica y el CIAT. Estas dos instituciones crearon e impulsaron los Comités de Investigación Agropecuaria Local (CIAL), en una estrategia que ha dado excelentes resultados cuando han recibido el apoyo continuo de las entidades promotoras.

- **Aparatos Científicos y Direccionalidad del Gasto en el Sector Agropecuario**

Las perspectivas de consolidación de los aparatos científicos colombianos no son prometedoras en lo que respecta al mantenimiento y ensanche de las plantas de investigadores. En Corpoica se perdieron más de 500 empleos entre 2003 y 2004, el Centro de investigaciones en Agricultura Orgánica (CIAO) desapareció en 2003 por razones ligadas esencialmente a su financiamiento y el Pronatta finalizó oficialmente en diciembre de este mismo año<sup>44</sup>. Colciencias, por su parte, recibe solo un escaso presupuesto. Los becarios de doctorado y maestría

---

<sup>44</sup> Posterior a Pronatta el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural inició un Programa de Transición de la Agricultura que también cofinancia proyectos de investigación e innovación tecnológica.

---

patrocinados por esta entidad en todas las áreas han descendido igualmente a cero en los últimos años, después que financiara 138 estudiantes en 1995, 139 en 1996 y 193 en 1997. A partir de 1998 y por lo menos hasta el 2003, no se poseía dineros para la formación de recursos humanos.

De acuerdo con los datos consignados en la tabla 19 se puede apreciar que la inversión del sector central en ciencia y tecnología descendió desde 270.810 millones de pesos en 1995 a 80.563 millones en 2000 (US\$ 96.7 a 28.7 millones). No obstante, a partir de la Ley 344 de 1996 que faculta al SENA para invertir el 20% de sus ingresos en programas y proyectos de competitividad y desarrollo tecnológico productivo, se ha logrado frenar la tendencia y para el año 2000 los aportes del SENA prácticamente igualan a los del sector central, para un total de 160.383 millones de pesos (US\$ 57.3 millones). De todas maneras, con relación al PIB la inversión en C&T en Colombia decrece desde 0.52 en 1995 a 0.41 en 2000.

**Tabla 19. Indicadores de Ciencia y Tecnología en Colombia (1995 – 2000)**

<b>INVERSIÓN EN DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO (MILLONES DE PESOS)</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
Sector Central (a)	270.810	302.409	207.502	132.800	104.208	80.563
Sena - Ley 344 (b)	-	-	-	15.000	43.782	79.800
Total gov. Central + Sena (Ley 344)	270.810	302.409	207.502	147.800	147.990	160.363
Sector Privado (Industria) ©	394.771	401.725	420.634	356.197	277.501	269.706
Donaciones e inversiones en C&T (d)	17.272	-	14.081	33.863	88.328	82.253
Otros Gastos	16.305	40.931	50.468	55.225	74.144	50.416
Ecopetrol (ICP)	14.537	40.053	49.349	53.255	71.945	48.187
ITEC	1.768	878	1.118	1.970	2.198	2.229
Total Inversión en CyT	699.157	745.065	692.685	593.085	587.962	562.738
<b>Inversión C&amp;T / PIB</b>	<b>0,52</b>	<b>0,55</b>	<b>0,49</b>	<b>0,42</b>	<b>0,44</b>	<b>0,41</b>
<b>Formación Recursos Humanos</b>						
Becarios de Doctorados Colciencias	133	123	150	0	0	0
Becarios de Maestría Colciencias	3	16	43	0	0	0

a/ Representan los aportes del presupuesto de innovación establecidos por la Ley 344 de 1996, la cual faculta al SENA para invertir el 20% de sus ingresos en programas y proyectos de competitividad y desarrollo tecnológico productivo.

b/ La inversión privada en Innovación e I+D se estima a partir de la información sectorial (ventas) registrada en la Encuesta de Desarrollo Tecnológico (EDT), DNP, 1996. Los años 1998-1999 han sido estimados con base en el crecimiento industrial observado (DANE-MMM); el 2000 de acuerdo con crecimiento industrial proyectado. La inversión en I+D industrial resulta de aplicar la proporción de gasto en I+D de la EDT a los valores de producción sectorial tomados de la EAM (DANE).

c/ La cifra de donaciones e inversiones en CyT corresponde al monto de los proyectos aprobados por el CNCyT para beneficios tributarios (Ley 383 de 1997), la cual permite deducir de la renta el 125 por ciento de lo invertido o donado.

d/ Adicional a la información del BPIN se incluyó información del DNP-UDA sobre proyectos del sector agropecuario.

**Fuente: Cálculos DNP: UDE-DDT**

Las tendencias en la inversión fueron analizadas por León y Espinoza (2004) quienes afirman que Pronatta focalizó sus esfuerzos hacia rubros competitivos como frutales, hortalizas, plátano, caña, cacao y papa y que la ganadería sigue jugando un rol sobresaliente en los subsectores con mayor financiación. Temas transversales como suelos y sistemas de producción ocupan también puestos importantes en la cofinanciación del Programa, revelando una preocupación en

el país por la preservación de los recursos naturales dentro del esquema de investigaciones agrarias.

En Colciencias las cifras también muestran que la ganadería bovina y los pastos se encuentran en el primer lugar de los recursos asignados y del número de proyectos realizados. La tendencia descrita por el autor es a favorecer rubros que cuentan además con fondos especiales o centros de investigación importantes como el Fondo Nacional del Ganado, Cenicafé, Cenipalma o Cenicafña. La excepción es el rubro piscícola.

Luego de un análisis sobre las principales orientaciones temáticas, León (*op.cit.*) concluye que Pronatta se inclinó más hacia procesos de investigación en transferencia de tecnología, utilización de la biodiversidad y sistemas de producción entre ellos los de agricultura ecológica y los sistemas agroforestales, en tanto que Colciencias le ha dado más prioridad a la investigación básica y a la generación de tecnología.

La competitividad como tema específico que intenta mejorar aspectos institucionales, de organización social, inteligencia de mercados, visión empresarial o comercialización ha estado presente en buena parte de los esfuerzos de las dos instituciones, generándose 25 estudios por 1.943 millones en Pronatta y 13 proyectos por 1.721 millones en Colciencias en el período señalado.

### ***La gestión de Pronatta en relación con la biodiversidad***

La inversión en Ciencia y Tecnología (C&T) agropecuaria para el periodo 1991 - 2002 en el país, analizada a partir de los presupuestos ejecutados por Pronatta, el PNCTA de Colciencias y por los Fondos Parafiscales, alcanzó un total aproximado de \$108.400 millones, que se distribuyó casi por igual entre Pronatta y los Fondos Parafiscales y en menor proporción hacia Colciencias. Esta cifra incluye solamente los años 1994 al 2001 de Pronatta, 1995 al 2002 de los Fondos y 1991 al 2001 de Colciencias, según datos suministrados por las propias entidades en tablas consolidadas de bases de datos.

Entre 1994 y el año 2001 (tabla 20), Pronatta cofinanció proyectos por un valor aproximado de \$48.558 millones (que representaban cifras cercanas a \$90.600 millones de inversión total, contando los aportes que realizan las entidades beneficiarias). Estos \$48.558 millones correspondía a cerca del 30% de los recursos de inversión en C&T para la actividad agropecuaria durante el periodo 1991 – 2002 cuando se contabiliza en relación con los aportes de los Fondos de Fomento y de Colciencias. El programa se basaba en tres fundamentos: competitividad, equidad y sostenibilidad.

Los componentes que empleaba Pronatta para desarrollar su misión eran el Desarrollo Tecnológico, encargado del manejo de las convocatorias y el seguimiento y evaluación de proyectos y el Fortalecimiento Institucional, que pretendía aumentar la capacidad propositiva de las organizaciones y actores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuario desde las regiones.

Para esto último contaba con la Red de Capacitación y Fortalecimiento Institucional, escenario en el que se analizaban, discutían y aportaban soluciones a problemas específicos para la construcción de espacios o políticas que dieran lugar a enriquecer los quehaceres del desarrollo tecnológico en temas particulares.

---

**Tabla 20. Aportes de Pronatta como cofinanciación de proyectos entre 1994 y 2000 (miles de millones de pesos)**

AÑO	APORTES DE PRONATTA*	CONTRAPARTIDAS	VALOR TOTAL DE PROYECTOS
1994	1.206	1.355	2.561
1995	4.945	6.121	11.066
1996	3.628	3.822	7.450
1997	8.538	7.198	15.737
1998	10.861	8.331	19.192
1999**			
2000	19.378	15.216	34.594
<b>TOTAL</b>	<b>48.558</b>	<b>42.043</b>	<b>90.602</b>

\*Valores aproximados en decimales. \*\* No hubo convocatoria

Leon *et. al.* (*op.cit.*) realizaron el análisis de los proyectos financiados por Pronatta entre 1994 y 2000, tanto al nivel de desarrollo tecnológico como de capacitación, relacionados de una u otra manera con el conocimiento, uso y manejo de la biodiversidad, a partir de los contenidos de los títulos y los objetivos de cada uno de los 636 estudios financiados por la entidad en ese lapso, como un ejercicio tendiente a identificar la tendencia de la financiación de proyectos en términos de uno de los más reconocidos aspectos del debate ambiental.

De acuerdo con ello afirman que casi la mitad de los proyectos financiados por Pronatta en el lapso 1994 - 2001 tenían vínculos positivos con la biodiversidad (BD). En efecto, de los 636 proyectos aprobados aproximadamente 265 (el 41,6% en cantidad de proyectos realizados y el 43% en recursos ejecutados) toca temas relacionados con la BD en alguna de las modalidades expuestas en la tabla 21. Ello quiere decir que de los \$48.557.700.00 que Pronatta invirtió entre 1994 y 2001, cerca de \$21.102.600.00 (43%) fueron recursos que tuvieron que ver positivamente con la biodiversidad nacional. Ello es de por sí un buen balance en términos de efectos del Pronatta sobre la BD.

**Tabla 21. Distribución general de temáticas y recursos financiados por Pronatta (1994 – 2001)**

Modalidad	Proyectos aprobados			
	Cantidad	Cofinanciación	Contrapartida	Costo total
Agricultura Ecológica	43	3.727.4	2.664.2	6.391.6
Agricultura Sostenible	32	3.431.8	2.383.7	5.815.5
Manejo Integrado de Plagas	34	2.223.2	2.255.7	4.478.9
Recursos Genéticos	33	2.405.0	2.526.9	4.932.0
Recursos Naturales	5	492.2	394.9	887.2
Suelos	30	2.039.2	1.933.4	3.972.6
Sistemas Agro-Forestales	33	3.415.9	2.983.9	6.399.8
Sistemas Agro-Silvo-Pastoril	16	1.325.3	1.178.1	2.503.4
Uso y Manejo de la BD Vegetal	43	3.420.7	3.180.8	6.601.5
Uso y Manejo de la BD Animal	16	1.232.0	1.107.1	2.339.1
Procesos Educativos	3	148.7	84.4	233.1
Uso de Microorganismos	9	672.9	759.2	1.432.0
Otros	339	24.023.3	20.590.4	44.613.7
<b>TOTAL</b>	<b>636</b>	<b>48.557.7</b>	<b>42.042.9</b>	<b>90.600.7</b>

Cuando se realiza el balance consolidado del número de proyectos relacionadas con la BD, exceptuando las temáticas denominadas “otros” y “agricultura sostenible”, las tendencias muestran tres grupos: el primero constituido por proyectos de agricultura ecológica (18%), uso y manejo de la BD animal y vegetal (22% entre las dos) y sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles (22%). El segundo grupo, con un menor número de proyectos, se relaciona con trabajos sobre suelos (10%), recursos genéticos (11%) y manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) (11%). Un tercer grupo, con pocos proyectos ejecutados y poca asignación de recursos, está constituido por trabajos sobre recursos naturales (2%) y educación (1%).

Algunos ejemplos de proyectos que financió Pronatta y que se relacionan con BD en las áreas anteriores, son los siguientes:

#### **Orientación específica a la agricultura ecológica:**

- ❑ “Investigación participativa para el manejo ecológico del cultivo de la mora (*Rubus glaucus* Benth) en municipios productores del departamento de Boyacá”.
- ❑ “Capacitación y producción de hortalizas ecológicas en los municipios de Beteitiva y Tipacoque (Boyacá)”
- ❑ “Valoración e implementación de técnicas de agricultura ecológica en el cultivo del plátano incorporado en un sistema agroforestal, en el departamento del Meta”.
- ❑ “Prácticas agroecológicas como mecanismo de planificación y restauración de suelos de ladera en la vereda Bellavista, municipio de Sibundoy (Putumayo)”.
- ❑ “Respuesta a la fertilización y manejo orgánico - biológico de los sistemas agrícolas de mora, curuba, tomate de árbol, fresa durazno y lulo, en arreglos y dentro de unidades de producción campesina de clima frío y medio”.
- ❑ “Diseño e implementación participativos de un prototipo de reconversión de fincas hacia la producción sostenible de hortalizas en el municipio de Cota (Cundinamarca).”

#### **Uso y manejo de la biodiversidad vegetal**

En la figura 26 se muestra un ejemplo del uso de la biodiversidad vegetal en la producción agrícola en una finca de agricultura ecológica de la sabana de Bogotá y en los párrafos siguientes se describen algunos de los principales proyectos cofinanciados por Pronnata en estos campos.

- ❑ “Evaluación de extractos de plantas, jabones y aceites para el control de plagas en papa, frijol y hortalizas en la zona andina del departamento de Nariño”.
  - ❑ “Capacitación para la producción agroecológica y la conservación de la biodiversidad a indígenas arhuacos y pequeños campesinos de los municipios de Pueblo Bello y Valledupar, (Cesar).”
  - ❑ “Generación de un modelo de manejo integrado de malezas para el arreglo yuca/maíz en la región Caribe colombiana”.
-

- ❑ “Identificación de factores antinutricionales y evaluación agronómica de 52 especies, reportadas como forrajeras por los productores de Guamal, San Luis de Cubarral y El Dorado (Meta), para su selección y utilización en la alimentación animal”.
- ❑ “Evaluación participativa del uso de los extractos vegetales acuosos barbasco (*Phyllanthus* sp.), marigol (*Tagetes patula*) y Neem (*Azadirachta indica*, A. juss), para el manejo de plagas en el cultivo de tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum*) en áreas de economía campesina de los municipios de Líbano, Fresno y Cajamarca (Tolima)”.

**Figura 26. Ejemplo de manejo de la diversidad vegetal en la finca Gabeno (Tenjo – Cundinamarca).**



Foto: El Autor

#### **Uso y manejo de la biodiversidad animal:**

- ❑ “Desarrollo de sistemas sostenibles de producción de cerdos usando recursos tropicales disponibles al nivel de finca”.
- ❑ “Identificación, evaluación y ajuste tecnológico de subsistemas de producción de gallinas criollas en tres zonas geográficas del departamento de Córdoba”.
- ❑ “Cría y manejo de boruga (*Agouti paca*) en cautiverio en áreas de colonización consolidada del Caquetá como contribución al aprovechamiento sostenible de la biodiversidad Amazónica - II Etapa”.
- ❑ “Ecología reproductiva del *Arapaima gigas* (Paiche o Pirarucu), utilizando padrotes como reproductores en la estación piscícola del municipio de Leticia, departamento del Amazonas”.
- ❑ “Capacitación y transferencia de tecnología en manejo, profilaxis y alimentación de peces ornamentales a las comunidades de pescadores y acopiadores primarios en el departamento del Amazonas”.

**Utilización de microorganismos:**

- ❑ “Validación de la producción masiva de las micorrizas como alternativa agroambiental para los pequeños productores del municipio de Restrepo”.
- ❑ “Evaluación del control del gusano blanco de la papa mediante la utilización del hongo entomopatógeno (*Beauveria bassiana*)”.
- ❑ “Aplicación de técnicas de resistencia sistémica con microorganismos de rizosfera para el control de gota en cultivos orgánico y convencional de papa (Tenjo - Cundinamarca)”
- ❑ “Influencias de las micorrizas sobre suelos aldoneros deteriorados en Codazzi y San Juan del Cesar”.
- ❑ “Producción masiva, estudios de formulación y evaluación en campo de los hongos entomopatógenos *Metharhizium anisopliae* y *Metharhizium flavoviridae* para el control de grillo de los Llanos Orientales de Colombia”.

**Manejo de suelos:**

- ❑ “Capacitación tecnológica en la utilización práctica de herramientas agrobiológicas modernas (de mano y de tracción animal) para el manejo agroecológico de suelos de laderas y la transición agrobiológica de 4 importantes tipos de cultivos (frutas, cultivos semestrales y hortalizas, caña panelera, tubérculos) de la zona rural montañosa (campesina) de Ibagué, Tolima”.
- ❑ “Reducción de labranza como una opción para la conservación del suelo y la disminución de costos en los cultivos de la zona andina de Nariño.”
- ❑ “Determinación de causas, pérdidas de suelo en sistemas de producción en laderas y recomendaciones de recuperación y manejo en el departamento del Atlántico.”
- ❑ “Utilización de tutores vivos en ñame espino *Discorea rotundata* como medida para disminuir la erosión de suelos de ladera en la costa Atlántica”.
- ❑ “Validación y transferencia de tecnología en el manejo de los suelos de ladera mediante la rotación de cultivos establecidos en franjas a nivel en la zona andina de Nariño”.

**Sistemas agroforestales:**

- ❑ “Establecimiento de sistemas productivos basados en frutales andinos y en el manejo racional del huerto habitacional para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de ladera de la cuenca del río Nima (Palmira - Valle)”.
  - ❑ “Capacitación tecnológica en la producción de frutales promisorios de la Amazonia, bajo el enfoque de sistemas agroforestales y en la transformación y comercialización de las frutas, dirigida a campesinos pertenecientes a "ASPROCIP" en el municipio de Puerto Asís, departamento del Putumayo”.
  - ❑ “Producción sostenible de yuca y cultivos asociados, en un sistema agroforestal indígena de Mitú (Vaupés), con participación comunitaria”
-

- ❑ “Técnicas de propagación de especies arbóreas y desarrollo de sistemas agroforestales para las comunidades asentadas en las microcuencas de los ríos Hacha y Bodoquero del municipio de Florencia.”
- ❑ “Capacitación tecnológica en agroforestería y manejo silvicultural de los bosques en el municipio de Curillo – Caquetá”.

### **Sistemas agrosilvopastoriles:**

- ❑ “Identificación, evaluación y desarrollo de sistemas silvopastoriles para la producción ganadera sostenible en Antioquia”.
- ❑ “Implementación de sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas en los municipios de Mesetas y San Juan de Arama (Meta) y evaluación de especies nativas con potencial forrajero”.
- ❑ “Generación y transferencia de tecnología sostenible mediante el uso de especies arbóreas y herbáceas como fuente de alimento para bovinos doble propósito en zonas de ladera del Cauca y Valle del Cauca”.
- ❑ “Establecimiento y evaluación de arreglos agrosilvopastoriles con base en la evaluación de 6 clones de caucho en dos arreglos de siembra para zonas de escape al mal Suramericano de la Orinoquia”.
- ❑ “Implementación de arreglos agrosilvopastoriles para mejorar la productividad y sostenibilidad de explotaciones ganaderas de pequeños productores de la micro región Bajo Magdalena”.

### **Recursos genéticos:**

- ❑ “Utilidad de la leguminosa semiarbusciva *Cratylia argentea* en sistemas de ganado doble propósito del piedemonte llanero: validación y difusión.”
- ❑ “Siembra, evaluación, seguimiento y estudio comparativo de clones regionales y universales de cacao, como base para el mejoramiento de plantaciones, en el occidente colombiano.”
- ❑ “Multiplicación y distribución de semillas de clones de ñame criollo (*Discorea alata* Pior) tolerantes a la antracnosis para los productores de la región Caribe.”
- ❑ “Evaluación por adaptación edafoclimática y productiva de 24 nuevas variedades de *Leucaena* spp. (Acacia Forrajera), para alimentación bovina en el departamento del Atlántico.”
- ❑ “Rescate del recurso genético quinua (*Chenopodium quinoa* L.) y organización de los productores indígenas minifundistas en el departamento de Nariño.”

### **Manejo integrado de plagas:**

- ❑ “Evaluación de tecnologías alternativas para el manejo de mosca de las frutas (Diptera: Tetrithidae) en huertos de pequeños productores de ciruelo y guayaba en el municipio de Coyaima.”
-

- ❑ “Generación de una tecnología para la cría masiva de *Copidosoma* sp. para el control biológico de *Neoleucinodes elegantalis*, plaga de Solanáceas en Colombia.”
- ❑ “Capacitación en técnicas de reconocimiento y evaluación de agentes de control biológico en sistemas de producción del pequeño agricultor colombiano.”
- ❑ “Validación y ajuste de tecnología para el manejo integrado de poblaciones de mosca blanca *Bemisia tabaci* (Cock, 1986) en los cultivos de plátano, yuca, algodón y soya en el municipio de Cabuyaro (Meta)”
- ❑ “Uso de insecticidas no convencionales para el manejo integrado de plagas en yuca, maíz y tabaco con productores de economía campesina e indígena en la Región Caribe”.

### **Recursos naturales:**

- ❑ “Plan de manejo integral de la microcuenca Tesorito, municipio de Río Frío (valle del Cauca)”.
- ❑ “Capacitación a usuarios de Comités Ambientales Rurales de 11 municipios de la cuenca mayor del río Zulia (departamento de Norte de Santander), en recuperación y conservación de microcuencas”.
- ❑ “Capacitación en técnicas básicas de agricultura alternativa a bajo costo y sostenible, viverismo y manejo sostenible y comunitario de los recursos naturales para pequeños productores de 6 veredas del municipio de Anolaima”

### **Procesos educativos:**

- ❑ “Internalización de conocimientos y habilidades en almacenamiento, transformación y utilización del frijol caupí y maíz para mejorar la seguridad alimentaria y la biodiversidad en los sistemas de producción indígenas presentes en los municipios de Coyaima y Ortega”.
- ❑ “Identificación y recuperación de prácticas agropecuarias ancestrales y tradicionales con la comunidad campesina de Cerritos”.
- ❑ “Modelos para la educación ambiental rural en el departamento de Caldas”.

La acogida que encontraron los proyectos de AE dentro del contexto general del Pronatta, se explican, por lo menos para la región Centro Oriente, por razones tales como:  
Evidencia de una demanda real de mercados en el ámbito nacional e internacional para productos ecológicos certificados.

Ausencia de un gremio en el tema de la AE que represente a los productores, investigadores - técnicos y a los industriales en la definición de políticas y programas en este tema.

Debilidad en los procesos de investigación en este tema, como quiera que aún existen vacíos tecnológicos que deben ser atendidos por el aparato científico – tecnológico para apoyar procesos confiables de reconversión.

En principio los proyectos de agricultura ecológica favorecen la permanencia, recuperación y manejo de la biodiversidad dentro de patrones culturales endógenos y por lo tanto, podría afirmarse que en Pronatta se promovió de manera significativa la conservación y

---

aprovechamiento de la BD, cuando incluyó criterios de valoración y conservación de la BD como parámetros de selección de proyectos para cofinanciación y seguimiento de impactos.

En efecto, dentro del mecanismo de evaluación por grupos de expertos o Paneles Regionales que utilizaba Pronatta se distinguían cuatro componentes principales: metodológicos, de programa, de política y de sostenibilidad, que eran ponderados en función de las decisiones del Panel. Dentro del criterio de sostenibilidad y también de acuerdo a los consensos logrados en cada Panel Regional, se asignaban valores ponderados a los criterios de biodiversidad.

Cuando los proyectos terminan se someten a evaluación *ex post* en donde aparecían también elementos de biodiversidad. En los formatos de evaluación se calificaban factores directamente relacionados con suelos (erosión, compactación, cobertura vegetal), aguas (contaminación, zonas productoras) y un aparte específico para BD en donde se calificaban los aportes del estudio sobre 4 parámetros: “uso de especies y/o cultivos locales”, “sistemas de policultivos”, “sistemas multiestrata” y “conocimientos y prácticas de manejo locales”. Los resultados de los proyectos ejecutados eran evaluados en función de tales criterios, con calificaciones de -5 a +5.

### ***El Programa Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (PNCTA) de COLCIENCIAS y la Biodiversidad.***

El Programa Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias cuenta, en forma privilegiada, con instituciones públicas y privadas que tienen funciones de investigación, transferencia de tecnología, docencia universitaria y fortalecimiento gremial con capacidad de conformar un Sistema de Innovación para impulsar su desarrollo.

Hacen parte de este conjunto, los Centros de Desarrollo Tecnológico (CDTs), los Centros de Investigación (CENIS), las Corporaciones mixtas de Investigación, las Universidades, el Sena, las Sociedades y Fondos de Agricultores y Ganaderos, las UMATA, las empresas y fincas productivas, las ONGs y el ICA entre otros.

El Programa está en proceso de fortalecimiento ya que actualmente se trabaja en la identificación de los factores que conduzcan a su mayor consolidación. En particular, se requieren nuevos instrumentos de articulación interinstitucional a escala nacional y regional que aseguren la aplicación apropiada de los lineamientos de la política, maximizando las capacidades institucionales.

Entre 1991 y 2001, el PNCTA invirtió como recursos de cofinanciación, alrededor de \$16.661 millones, distribuidos de la siguiente manera (tabla 22).

Se observa un notable incremento de 1996 a 1998, cuando Colombia recibió aportes provenientes de endeudamiento público y luego un descenso significativo en los años posteriores. En el año 2001 Colciencias solamente financió nueve (9) proyectos por \$1.000 millones, cuando en 1997 había cofinanciado 16 estudios por casi \$4.700 millones.

Un análisis sucinto de la manera como se han invertido tales recursos en relación con la biodiversidad indica que, para el año 1991, de 11 proyectos aprobados, 5 se relacionaban con el tema de la BD en algún aspecto de caracterización o valoración de especies. Proyectos sobre el uso de extractos vegetales como biorreguladores de actividad de hongos e insectos, cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* sobre pulpa de café, manejo de suelos en minifundio de ladera de la región Andina mediante rotación de cultivos establecidos en franja de nivel y

adaptación, selección y multiplicación de variedades de caña para la producción de panela, hacen parte de los estudios financiados por el PNCTA de Colciencias, que de alguna manera se relacionan con la biodiversidad. El monto financiado para este tipo de proyectos alcanzaba la suma de \$154 millones (de un total de \$335 millones).

**Tabla 22. Aportes de Colciencias como cofinanciación de proyectos entre 1991 y 2001 (miles de millones de pesos)**

AÑO	APORTES COLCIENCIAS	CONTRAPARTIDAS	VALOR TOTAL DE PROYECTOS
1991	335.705	583.750	919.455
1992	119.243	113.544	232.787
1993	1.358.897	1.287.070	2.645.967
1994	717.021	1.962.875	2.679.896
1995	666.447	1.383.127	2.049.574
1996	3.616.593	12.661.943	16.278.536
1997	4.708.124	11.744.075	16.452.199
1998	2.511.044	7.864.623	10.375.667
1999	655.136	1.358.009	2.013.145
2000	973.416	2.514.953	3.488.369
2001	1.000.000	1.306.524	2.306.524
TOTAL	16.661.625	42.780.494	59.442.119

Para 1997, año que representa el mayor nivel de aportes de Colciencias cuando se financiaron 16 proyectos por casi \$4.700 millones, la situación continúa por el mismo sendero: 6 de los 16 proyectos aprobados se relacionan de alguna manera con la BD. Pueden ser considerados en esta línea los siguientes trabajos: Desarrollo de una planta piloto para el procesamiento de carne de caimán; Manejo integrado de la pudrición radical de la yuca a través de la manipulación de su ambiente microbiológico; Reconocimiento e identificación de enfermedades y plagas en Catleas colombianas; Desarrollo de clones y/o cultivares de papa resistentes a la gota y a las heladas; Manejo integrado de la "Hormiga Loca" *Paratrechina fulva*, entre otros. La inversión, en este caso, fue de apenas \$778 millones.

Finalmente, para el año 2001, el panorama es verdaderamente preocupante: de los mil millones ejecutados por el PNCTA, solamente \$109 millones se dirigieron a un proyecto de caracterización fisiológica y de uso potencial de accesiones promisorias de ají amazónico con miras a su introducción en las cadenas agroproductivas de la región Amazónica Colombiana. El resto de los pobres recursos asignados por el Estado (\$1.000 millones), se dirigieron a proyectos en la dirección del paradigma productivo dominante.

No obstante, tomando en consideración el conjunto de proyectos aprobados entre 1991 y 2001 y siguiendo el mismo procedimiento para valorar la incidencia que han tenido los programas de investigación sobre la BD, para el caso de Pronatta la tendencia resulta positiva.

En efecto, tal como se muestra en la tabla 23, del total de 126 proyectos cofinanciados entre 1991 y 2001 alrededor de 73 (57%) se relaciona con temas que promocionan la biodiversidad. Este número representa alrededor del 48% (\$28.479.000) de la inversión total de Conciencias (\$59.442.000) en ese periodo.

Ello quiere decir que, a nivel estatal, los dos principales programas de investigación agropecuaria liderados por Pronatta y Colciencias, destinan casi la mitad de sus recursos a apoyar proyectos que afectan favorablemente la BD.

A manera de ejemplo se describen los títulos de los proyectos financiados por Colciencias en el período citado y que se relacionan, de una u otra manera, con la BD:

**Tabla 23. Distribución general de temáticas y recursos financiados por Colciencias (1991 –2001)**

MODALIDAD	PROYECTOS APROBADOS		
	CANTIDAD	COFINANCIACIÓN	VALOR TOTAL
Agricultura Ecológica	4	361.445	1.074.253
Manejo Integrado de Plagas	3	436.940	1.227.430
Recursos Genéticos	16	3.426.085	13.487.087
Suelos	12	1.232.523	4.764.104
Sistemas Agro-Silvo-Pastoril	2	114.669	232.817
Uso y Manejo de la BD Vegetal	18	1.042.885	2.709.692
Uso y Manejo de la BD Animal	9	542.793	1.353.907
Procesos Educativos	1	183.900	379.000
Uso de Microorganismos	8	1.025.375	3.250.894
Otros	53	8.295.011	30.962.935
TOTAL	126	16.661.625	59.442.119

#### **Orientación específica a la agricultura ecológica:**

- ❑ Escalamiento de procesos para la producción de semillas limpias en papa y yuca como estrategia para el desarrollo de modelos competitivos de producción.
- ❑ Manejo biológico de plagas en los climas medio y frío de Boyacá.

#### **Uso y manejo de la biodiversidad vegetal:**

- ❑ Contribución al estudio integrado del aguacate.
- ❑ Colección de ecotipos o procedencias de nacedero *Trichantera gigantea* (Humb & Bonpl)
- ❑ Multiplicación in vitro de plantas de mangostino (*Garcinia mangostana* L).

#### **Uso y manejo de la biodiversidad animal:**

- ❑ Estudio sobre parámetros nutricionales básicos en la cachama blanca *Piaractus brachyomus*.
- ❑ Investigación y desarrollo de una planta piloto para el procesamiento de carne de caimán.
- ❑ Identificación del manejo óptimo natural en producción del langostino de exportación *Penaeus vannamei* mediante el desarrollo de la agrocamaronicultura social en estanques de agua dulce a escala de pequeños productores de Puerto Santander, Marialabaja, Bolívar.

**Utilización de microorganismos**

- ❑ Mycofertil, hongos micorrizógenos: biotecnología para mejorar la productividad de los cultivos.
- ❑ Estudio de microorganismos benéficos asociados con especies forestales.
- ❑ Producción de bioinsecticidas de utilidad en agricultura y salud pública: producción de *Bacillus thuringiensis* (B.t).

**Manejo de suelos:**

- ❑ Comparación de la agricultura biológica y convencional en la fertilidad y recuperación de suelos (San Gil - Santander).
- ❑ Sostenibilidad del recurso tierra en la Orinoquia con relación a su uso actual y potencial. Estudio de procesos biofísicos del suelo.
- ❑ Biotecnología en la recuperación de suelos de ladera para uso y manejo sostenible.

**Recursos genéticos:**

- ❑ Propagación, conservación de germoplasma in vitro y adaptación ambiental de especies forestales.
- ❑ Caracterización fisiológica y de uso potencial de accesiones promisorias de ají amazónico con miras a su introducción en las cadenas agroproductivas de la región Amazónica Colombiana.
- ❑ Estudios moleculares para el análisis de ligamiento y determinación de loci de caracteres cuantitativos para tolerancia a suelos ácidos en maíz.

**Manejo integrado de plagas:**

- ❑ Manejo integrado de la "Hormiga Loca" *Paratrechina fulva*.
- ❑ Desarrollo de dos estrategias para el control integrado de la garrapata *Boophilus microplus*.
- ❑ Desarrollo de estrategias para el control del virus de la hoja blanca en Colombia.

**Procesos educativos:**

- ❑ Investigación, validación y transferencia de tecnología del manejo biológico de problemas fitopatológicos de la cebolla.

***La gestión de los fondos parafiscales en relación con la biodiversidad***

Los Fondos de Fomento fueron creados en 1993, a partir de la ley 101 que estableció el principio de parafiscalidad, es decir, la posibilidad de obtener recursos financieros a través de los gremios, destinados esencialmente a solucionar problemas de corto plazo en la

---

comercialización y a ejecutar labores de investigación y desarrollo tecnológico, con miras a mejorar la competitividad de los productos agrícolas.

Los recursos provienen de los pagos de las cuotas realizados por todas aquellas personas naturales o jurídicas que produzcan los respectivos cultivos incluidos en los Fondos mencionados. Actúan como agentes recaudadores de la cuota, las personas naturales o jurídicas que adquieran o reciban a cualquier título, beneficien o transformen tales productos, bien sea que se destinen al mercado interno o al de exportación o se utilicen como semillas, materias primas o componentes de productos industriales para el consumo humano o animal.

Para la liquidación de las cuotas de fomento se tiene en cuenta el precio comercial de venta que paguen por el producto quienes los destinen al mercado interno o de exportación o los utilicen como materia prima o componente de productos industriales para consumo humano o animal. En ningún caso la liquidación de la cuota de fomento se realiza sobre precios de venta inferiores a los precios mínimos de garantía para la compra fijados por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, mediante resoluciones que se emiten periódicamente.

Dentro de la estrategia de apertura de mercados de finales de la década, la importancia de los Fondos se refleja en el monto de recursos financieros que operan frente al presupuesto decreciente asignado al desarrollo del sector agropecuario; en este sentido, su papel se ha transformado, al convertirse en un instrumento de consolidación y expansión de un sistema de relaciones entre lo público y lo privado, en el cual las organizaciones privadas realizan funciones públicas en acuerdo con el Estado, situación que se ha denominado “neocorporativismo”.

Para 1999, la tasa de crecimiento total para los fondos fue del 25.9% (\$68.487.3 millones), mientras que para el siguiente año ya exhibe una significativa tasa de crecimiento del 66.8% (con \$114.204.9 millones), situación que refleja una cuantiosa asignación presupuestal a los distintos Fondos por parte del Ministerio de Agricultura y, por tanto, una orientación que privilegia los intereses de grupos económicos definidos que no representan las necesidades de todos los actores del subsector, aspecto que la caracteriza como excluyente al evaluar la poca probabilidad de socialización de sus resultados hacia los sectores productivos con mayor atraso tecnológico.

Algunos de estos fondos tienen larga tradición. El más importante y conocido es el del café, pero también tienen alguna trayectoria los de cereales, arroz (con un presupuesto de \$ 5.093.0 millones en el 2000), cacao, panela, y, especial significación tiene el fondo ganadero (\$90.682.0 millones en el 2000). Más recientemente han sido creados los fondos para leguminosas de grano, frijol soya, palma (\$4.456.0 millones para el 2000), avícola y hortifrutícola, productos que se han encontrado como promisorios y han permitido la conformación de cadenas productivas.

Estas cifras reflejan cuáles son los productos privilegiados: ganadería, arroz y palma, productos que se encuentran en manos de medianos y grandes productores de carácter eminentemente empresarial, lo cual explica precisamente porqué se han seleccionado para conformar cadenas productivas. También se puede señalar que los sistemas tecnológicos de producción asociados a la ganadería y arroz se consideran normalmente como problemáticos para la sostenibilidad ambiental.

Datos consolidados del período 1995 – 2002 para inversión y funcionamiento de todos los fondos parafiscales, suministrados por la Dirección General de Control Presupuestal y Seguimiento del MADR, arrojan un total de \$400.020 millones, de los cuales el 10% se utilizó para investigaciones (\$43.184 millones) y 13,4% (\$55.024 millones) para capacitación y

transferencia de tecnología. Estos montos aunados, suman casi \$98.208 millones, cifras relativamente altas en comparación con los aportes que recibió el PNCTA de Colciencias en diez años que, como se indicó anteriormente, solo alcanzó valores cercanos a los \$16.661 millones, e incluso en relación con los \$48.558 millones que recibió Pronatta desde 1994 al año 2000.

La destinación de los rubros se realiza de acuerdo con las prioridades de cada subsector, pero en general está direccionada a cumplir con propósitos de investigación y transferencia tecnológica. Por ejemplo, en el cultivo de arroz, la investigación se dirige principalmente a<sup>45</sup>:

- ❑ Apoyar los programas y proyectos sobre el desarrollo y adaptación de tecnología que contribuyan a mejorar la eficiencia de los cultivos de arroz y su beneficio.
- ❑ Ejecutar o financiar la investigación sobre mejoramiento genético de los materiales de arroz.
- ❑ Realizar o apoyar la investigación de los principales problemas agronómicos que afectan el cultivo del arroz en Colombia.
- ❑ Apoyar programas de divulgación y promoción de los resultados de la investigación y de las aplicaciones y usos de los productos y subproductos del cultivo del arroz.

En relación con la comercialización, el Fondo financia actividades tendientes a:

- ❑ Promover el mejoramiento de las condiciones comerciales del arroz y sus derivados o subproductos.
- ❑ Mantener actualizados estudios e investigaciones sobre el mercado del arroz, estadísticas de producción, costos, beneficios y consumo.
- ❑ Colaborar con el Gobierno Nacional en la formalización de programas de comercio exterior, de crédito, normas de calidad y política de precios.

De la información consignada en la tabla 24 interesa resaltar varios hechos importantes:

En primer lugar, se advierte que la mayor parte (62%) de los recursos totales para inversión y funcionamiento provenientes de las cuotas de fomento se colectan en el Fondo Nacional del Ganado (alrededor de \$256.000 millones) y de ellos este fondo utiliza solamente \$5.528 millones (2,1%) en investigación. A pesar de ello, estos dineros invertidos en investigación ganadera, siguen siendo uno de los mayores del sector.

Si se acepta que la investigación en el campo ganadero se dirige principalmente a aspectos productivos de mejoramiento de praderas, sanidad animal, genética y procesamiento de productos, se puede anticipar que en esta dirección existen pocas intenciones para incidir directa y favorablemente sobre la biodiversidad.

Iguales consideraciones pueden hacerse para los demás fondos de fomento agrícola. Todos ellos están dirigidos a realizar investigaciones sobre aspectos tecnológicos que favorezcan la rentabilidad de los cultivos vía mejoramiento genético, fertilización, labranza y/o sanidad vegetal. La BD no se menciona dentro de los objetivos de estos fondos parafiscales.

En segundo lugar, se destacan las inversiones de los fondos palmero (\$17.074 millones), arrocero (\$7.609 millones) y avícola (\$4.649 millones), cuyo enfoque predominante es el que se mencionó a propósito del arroz en los párrafos anteriores.

---

<sup>45</sup> Tomado de: [www.fedearroz.com.co/fondo.htm](http://www.fedearroz.com.co/fondo.htm). Noviembre 2002.

---

**Tabla 24.** Programas de Inversión y gastos de funcionamiento de los Fondos de Fomento (1995 – 2002) en millones de pesos

FONDO	PROGRAMAS DE INVERSIÓN									GASTOS FUNCIONAMIENTO		
	CAPACITACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA	INVESTIGACIÓN	SANIDAD ANIMAL	COMERCIALIZACIÓN Y MERCADEO	ESTUDIOS ECONÓMICOS	DIFUSIÓN FOMENTO	DESARROLLO SOCIAL	TOTAL	%	GASTO	%	TOTAL
Algodonero	4111	511						4622	85.4	788	14.6	5410
Arrocero	17789	7609		498				25896	82.6	5456	17.4	31352
Avícola		4649		11717	3191			19558	80.9	4607	19.1	24165
Cacaotero	11949	1823		745				14518	78.7	3931	21.3	18449
Cerealero	7204	700		22	24			7950	67.9	3758	32.1	11708
Soyero	293	273		12				578	45.8	684	54.2	1262
Ganadero	2318	5528	133708	44560		14115	1891	202119	79.0	53676	21.0	255795
Hortifrutícola	6868	1710		844	1413	570		11405	77.7	3267		
Leguminosas	605							605	70.6	252	29.4	856
Palmero	1962	17074		1091	2298	2814		25240	85.8	4178	14.2	29418
Panelero	1233	101		60		219		1614	47.1	1814	52.9	3428
Porcícola		3207		3395	1182			7784	71.2	3147	28.8	10931
Tabacalero	690						1162	1851	71.9	721	28.0	2572
Total	55024	43184		62945	8109	17718		323741	78.9	86279	21.0	410020
%	13.4	10.5	32.6	15.3	1.98	4.32		79		21.0		100

Fuente: Base de datos suministrada por la Dirección General de Control Presupuestal y Seguimiento del MADR. Incluye los gastos administrativos aprobados por decreto 2025/96.

No obstante lo anterior, una clasificación aproximada de las relaciones de estos fondos con la BD (en ausencia del acceso directo a los proyectos de investigación) ejecutada de manera indirecta a través del ejercicio de clasificación de los distintos cultivos en función de su relación con la BD por León *et. al.* (*op. cit.*) indicó que alrededor de \$ 20.708.000,00 de la inversión total en ciencia y tecnología que realizaron los fondos parafiscales en el lapso referido (\$43.184.000,00) y que equivale a un porcentaje del 48%, se utiliza en cultivos o sistemas productivos que son favorables para la BD.

En síntesis, al promediar los gastos que realiza el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria en el país, representado por los fondos de cofinanciación de Colciencias, Pronatta y los fondos de fomento, se tendría que de la inversión total analizada (\$108.403.000,00), aproximadamente 50.100.000,00 (50%) se utilizan en aspectos que son positivos para el conocimiento y uso de la BD. En términos generales, ello indica que la política estatal en este caso sí tiene efectos positivos en lo que se refiere a su relación con la BD.

### **La Gestión de CORPOICA**

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) fue creada por iniciativa del gobierno nacional el 25 de enero de 1993 como una corporación de participación mixta, de derecho privado y sin ánimo de lucro para fortalecer y reorientar la investigación y la transferencia de tecnología en el sector agropecuario con la participación del sector privado. Es, sin duda alguna, la mayor entidad nacional de investigación y transferencia de tecnología agropecuaria para el campo en Colombia. De ella hacen parte gremios del sector, universidades, empresas privadas, entidades gubernamentales y municipales y organizaciones campesinas (CORPOICA, 1998).

La corporación contaba en 1998 con 10 Programas Nacionales de Investigación Estratégica (Biotecnología Agrícola, Biotecnología Animal, Ecofisiología Animal, Ecofisiología Vegetal, Manejo Integrado de Plagas, Manejo Integrado de Suelos y Aguas, Nutrición Animal, Recursos Genéticos Animales, Recursos Genéticos Vegetales y Salud Animal), ocho programas en sistemas de producción para la investigación básica en identificación y caracterización de los sistemas que operan en cada una de las regiones (Agroecosistemas, Biometría, Epidemiología Vegetal, Epidemiología Veterinaria, Estudios Socioeconómicos, Información Tecnológica, Maquinaria Agrícola y Poscosecha y Métodos y Estrategias de Transferencia) y cuatro programas por cada regional (Agrícola, Pecuario, Sistemas de producción y Transferencia de Tecnología), destinados a solucionar la problemática agropecuaria y a satisfacer las necesidades reales de tecnología de los productores de su área respectiva.

En la actualidad algunos de estos programas han sufrido modificaciones nominales y algunos han sufrido procesos de fusión, pero en lo básico se conserva la misma estructura señalada.

Del documento institucional de 1998 y del Informe ejecutivo 2001 que contiene los avances y resultados científicos y tecnológicos publicados en formato C.D. por dicha institución, se pueden realizar las siguientes observaciones generales:

1. En la institución predomina una visión de competitividad económica que orienta la mayor parte de las labores de investigación y transferencia de tecnología. Es recurrente la mención de las cadenas productivas como eje articulador de la política institucional y el énfasis que se coloca en la vinculación tecnológica con el sector productivo. Esta visión se
-

manifiesta no solamente en los objetivos básicos de la institución sino en las realizaciones concretas de sus programas de investigación.

2. En el año 2001 se creó una unidad operativa con el objeto de “fortalecer los vínculos entre el sector productivo y la Corporación, cuya prioridad es el desarrollo de las siguientes estrategias: gestión de proyectos de desarrollo regional, con énfasis en la vinculación de productos tecnológicos desarrollados por CORPOICA; formulación y desarrollo de alianzas agroindustriales, escalamiento de productos tecnológicos a través de alianzas comerciales, regulación y reglamentación de la actividad comercial demostrativa de la Corporación, reglamentación y escalamiento de servicios tecnológicos y normalización y reglamentación de la producción de semillas básicas asignadas a través del ICA” (Informe ejecutivo, 2001).
3. En los proyectos de innovación tecnológica para el desarrollo regional se incluyen estrategias de investigación participativa con pequeños agricultores para producción y manejo de semilla en plátano (reconocido por la comunidad internacional como el principal modelo de investigación participativa en este cultivo), yuca (principal programa en este campo de Latinoamérica) y utilización de micorrizas y humus de lombriz. En relación con las alianzas agroindustriales se destaca el programa de producción de semilla limpia en papa (con el desarrollo industrial más eficiente del mundo en esta rama), que ha llevado a la conformación de un “Cluster de Competitividad de Papa con Pequeños Productores en Cundinamarca”, en el que participan CORPOICA, McCain, Dupont, Irrigaciones Ltda., Alianzas Productivas para la Paz y la Gobernación del departamento.
4. Otros ejemplos de este enfoque institucional son la producción escalonada de baculovirus, el desarrollo del Cluster de Competitividad de Yuca con Pequeños Productores de la Costa Atlántica, el escalamiento del híbrido de maíz H-111 con la empresa Semillas Andree y la puesta en marcha de un plan para mejorar la competitividad de la agricultura comercial demostrativa desarrollada en los diferentes Centros de Investigación de CORPOICA.
5. El enfoque citado, centrado principalmente en la competitividad por lo menos reduce las consideraciones sociales y ecosistémicas de la producción agraria. No existe una visión integral de los fenómenos agrarios expresados en términos ambientales (relaciones ecosistema / cultura).
6. Como apoyo a la afirmación anterior puede argumentarse que varias investigaciones se ejecutan de manera aislada y se centran en pocos componentes de los sistemas de cultivo.

El Programa Nacional de Agroecosistemas, por ejemplo, que debería constituir el eje de vigorosas acciones integrales de investigación y aplicación de resultados, se limita a las acciones de caracterización y espacialización de los agroecosistemas del país, incluyendo evaluación y clasificación de tierras. Estas acciones no son criticables, de ninguna manera, en cuanto constituyen la base para estudios regionales de planificación. La observación que se hace es que el programa carece de una visión de conjunto, agroecológica, holística o ambiental, a través de la cual se entienda el funcionamiento y se preparen opciones de manejo de los agroecosistemas.

Varios esfuerzos en la línea de trabajo sobre Sistemas de Producción se basan también en visiones específicas cuando se aplican modelos de optimización bioeconómicos y análisis técnico-económico de tales sistemas y se asume en estos modelos que “..la función objetivo de los productores es el aumento del ingreso neto anual..”, dejando por fuera de los análisis la enorme complejidad cultural y ecosistémica de los sistemas productivos agrícolas.

Con varias excepciones, el mismo esquema se percibe en muchos proyectos de los programas de Biometría, Fisiología y Nutrición Animal y Recursos Genéticos y Biotecnología Vegetal y Animal. Inclusive, en el programa de Estudios Socioeconómicos se advierte el sesgo hacia la valoración económica (estudios de precios, evolución histórica de la producción, exportaciones, análisis de conglomerados, indicadores económicos, políticas financieras para la adquisición de maquinaria y diseño de metodologías para identificar y cualificar ambientes competitivos..), que se transmite hasta los estudios de economía ambiental, dedicado a la valoración de índices que relacionan erosión, escurrimiento y productividad con sistemas de labranza o riego-erosión y costos de la pérdida de suelos.

Las observaciones anteriores se relacionan más con un enfoque conceptual de la institución que con la calidad de los estudios, cuyo valor no se coloca en duda.

7. Varias propuestas o proyectos de investigación dentro de los programas de Manejo Integrado de Plagas, Recursos Biofísicos y Maquinaria Agrícola, poseen elementos de integralidad y sostenibilidad, que le apuntan al manejo de los agroecosistemas dentro de una concepción de agricultura limpia, que se quedan flotando entre los paradigmas de revolución verde y agricultura ecológica. Muy pocos, por no decir ninguno, se define claramente hacia investigaciones netamente de agricultura ecológica. Elementos de integralidad y sostenibilidad aparecen, sin embargo, en los trabajos de evaluación de sistemas agropastoriles en la Altillanura de los Llanos Orientales, en el proyecto que vincula la pobreza con el deterioro ambiental en el Patía, en algunos estudios de manejo integrado de plagas y en el programa de maquinaria agrícola y poscosecha, especialmente en los proyectos de recuperación y manejo de suelos y labranza conservacionista. Se destaca el proyecto de manejo de recursos naturales en la zona árida del alto Patía en el cual se integran variables ecosistémicas y culturales para el manejo de los recursos agua y suelo aplicados a los sistemas locales de producción.
8. Las principales referencias al campesinado como actor fundamental de la producción agropecuaria colombiana se realizan en el Programa de Innovación e Información Tecnológica en el que se posee un enfoque de investigación participativa dirigido, entre otros aspectos, a captura de la demanda de tecnología en áreas de economía campesina (Triángulo del Tolima) y a la definición de un marco teórico que permita entender las variables determinantes en las decisiones del uso de la tecnología por los productores campesinos del norte del Tolima, sur del Huila y la provincia de Ocaña (Norte de Santander).

En estos proyectos se plantean reflexiones sobre los procesos mentales en la toma de decisiones y sobre el comportamiento económico de los campesinos, insistiendo en que "...la decisión del uso de la tecnología tiene un significativo componente social, en donde los campesinos deciden y actúan en función de patrones de conducta, valores y sistemas de relaciones sociales impuestos por la sociedad..."

Es de rescatarse, en este mismo programa, el fortalecimiento de los CIAL (Comités de Investigación Agrícola Local) que se constituyen en una valiosa herramienta de generación conjunta de conocimientos y de tecnología entre técnicos y campesinos, la cual ha probado su efectividad en varias regiones del país. No obstante, su generalización se ha visto dificultada por problemas administrativos y de logística que impiden el acompañamiento constante de CORPOICA en las escalas e intensidades deseables.

La estrategia CIAL, que se originó en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), es un componente clave de aproximación en la investigación participativa que realiza el país y por lo tanto debe ser objeto de promoción y consolidación.

---

9. Otro factor de indudable importancia es el relativo a la creación de la Escuela de Formación y Capacitación de Investigadores en Agricultura Tropical. No obstante, por lo menos en el documento de gestión institucional divulgado por CORPOICA (2001), el enfoque de la Escuela es ambiguo porque no plantea con claridad a qué modelo de agricultura va a apuntarle. En el fondo sigue teniendo como propósitos últimos los relativos al paradigma de la competitividad dentro de una visión de la naturaleza como soporte de procesos económicos: "...El principal reto consiste en generar o apropiarse del conocimiento científico necesario para entender la complejidad biofísica, socioeconómica y cultural del trópico; evaluar y valorizar a través del conocimiento sus recursos naturales, aprovechar en forma sostenible la variabilidad genética existente y, al mismo tiempo, desarrollar procesos y productos de innovación tecnológica adecuados a la oferta ambiental tropical y a las nuevas demandas del mercado" "...Lo que se quiere es una Escuela cuyos objetivos sean los de formar talentos humanos de excelencia, con capacidad de entender y afrontar integralmente los problemas propios del trópico, para mejorar el impacto tecnológico en los sistemas de producción agrícolas y pecuarios".

De todas maneras la Escuela es un importante paso adelante en la intención de entender el trópico y abre expectativas sobre las posibilidades de reformular los procesos de investigación, transferencia de tecnología y comprensión política de los actuales sistemas de producción agropecuarios.

10. En ninguno de los documentos de CORPOICA consultados en este trabajo se hace referencia explícita a la problemática planteada por los cultivos proscritos de coca y amapola y a las posibles opciones de sustitución. No se menciona una posición concreta sobre el uso y manejo de los bosques húmedos tropicales o de las áreas de alta montaña ni tampoco se plantean opciones políticas o tecnológicas en relación con la tenencia de la tierra.

En síntesis puede afirmarse que en CORPOICA se avanza desde varios frentes hacia propuestas de agricultura que disminuyen los efectos degradativos sobre el entorno y que incluyen elementos de sostenibilidad. Con todo, no existe una direccionalidad explícita para abordar directamente los retos de investigación en agricultura ecológica.

#### • **Los Procesos de Transferencia de Tecnología Agropecuaria**

En las últimas dos décadas el país ha asistido a fuertes transformaciones tanto en las concepciones como en la práctica de la transferencia de tecnología.

A partir de los años 50's y hasta promediar los 80's, la agricultura colombiana experimentó significativas transformaciones en el modo de producción con la introducción de "Paquetes Tecnológicos", orientados por instituciones nacionales y algunos organismos de cooperación internacional que, encaminados por las multinacionales de la investigación química llevaron el mensaje de un modelo de "transferencia y difusión de tecnología", simbolizado por la sigla TOT, de la palabra inglesa "Transfer of Technology" (Rogers, 1983; Rusell, 1989). De acuerdo con Reason y Heron (1986) este enfoque de transferencia presupone los siguientes conceptos:

- Existe apenas una realidad
- Esta realidad puede ser conocida objetivamente
- Este conocimiento es idéntico para todos y puede expresarse a través de proposiciones válidas por medio de cuidadosos y controlados experimentos.

Como bien lo señala Pinheiro (1999), la extensión agropecuaria, en principio, era vista como una simple herramienta de intervención, usando la comunicación como instrumento básico para inducir cambios. Este concepto se expresa en la siguiente definición sobre extensión: "...una intervención profesional de comunicación empleada por una institución para inducir cambios voluntarios en el comportamiento, con una presumida utilidad pública o colectiva" (Roling, 1988, citado por Pinheiro, *op. cit.*).

En efecto, en los años setentas y ochentas el esquema dominante era aquel del extensionista agrícola, poseedor del conocimiento, a quien las entidades del sector le asignaban determinadas zonas y productores, quienes a su vez se transformaban en receptores pasivos de tecnologías casi siempre amarradas a procesos de crédito de capital. Ello generó un modelo de transferencia vertical con depositantes y depositarios de un determinado tipo de conocimiento unilateral, excluyente de las múltiples visiones del mundo que conforman el universo agrario y con poca capacidad de autorreflexión pero útil en lo que se refiere a la diseminación de los paquetes tecnológicos RV. Como afirma Espinosa (2000), en los difusos procesos de generación y apropiación de tecnología se dejaron por fuera importantes elementos sociales, culturales y ecosistémicos lo que dio por resultado que, en muchos casos, no se cumplieran las expectativas de los productores para solucionar sus principales problemas.

Los esfuerzos de entidades como la Caja Agraria y el antiguo ICA complementados con los trabajos de consultores privados que actuaban bajo los parámetros de la ley 5 de 1973, quedaron como ejemplo de estos procesos de transferencia.

El modelo ha cambiado con el tiempo, ajustándose a las críticas recibidas desde varios sectores y en la actualidad tanto las entidades como los propios técnicos entienden la transferencia de tecnología desde ángulos diferentes, en donde se imponen principios como los de compartir conocimientos, respetar los saberes locales y permitir acciones conjuntas con campesinos y agricultores en general en sus propios predios, bajo esquemas de investigación participativa. Entidades como el CIAT y Corpoica, las mismas Umata, programas como Pronatta y ONGs como CIPAV, Penca de Sábila o Herencia Verde, entre otras, han acogido y practicado estos enfoques.

A partir del año 1989 en el país se creó el Sistema Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria – SINTAP, que buscaba ordenar el proceso de generación de tecnología y apoyar la prestación de asistencia técnica por parte de los municipios. No obstante, este modelo independizó la generación y validación de tecnología de la asistencia técnica.

El enfoque para el desarrollo tecnológico del sector, se estructuró a partir de un arreglo entre instituciones del Estado, con un carácter centralista y vertical, dirigido por el Ministerio de Agricultura. La reglamentación del servicio de asistencia técnica estaba en manos del Ministerio y del ICA, mientras que el desarrollo científico y tecnológico quedaba en manos de varias entidades públicas y privadas y de los fondos de fomento. Entidades como Caja Agraria, Inderena, Himat, Incora, Banco Cafetero, Banco Ganadero, gremio de la producción, profesionales y técnicos del sector privado, el SENA y el ICA daban capacitación a las UMATA. Por su parte el Fondo DRI, a través de estas unidades, cofinanciaba a los municipios para la prestación del servicio de asistencia técnica de manera gratuita para los pequeños productores rurales del país.

Ahora bien, a partir de esa época se desarrollaron en las diferentes regiones del país numerosos proyectos de "Investigación y extensión en sistemas productivos", muchos de los

---

cuales involucraron en el manejo de los predios conceptos sistémicos y acciones prácticas de reciclaje y retroalimentación entre los subsistemas ganadero, agrícola, forestal y piscícola. En resumen, la primera generación de proyectos con enfoque de sistemas en Colombia, hizo una importante contribución al redefinir la investigación agrícola y la extensión en las regiones y al abrir nuevas oportunidades para que los pequeños productores fueran involucrados en esas actividades.

Para el año 1995 comienza a desarrollarse el Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (Pronatta), con esquemas descentralizados y participativos y orientado por la demanda regional y la libre competencia, que sin duda alguna marcó un hito importante en la historia de la transferencia de tecnología en Colombia. Dentro de estos esquemas se han destacado dos en el campo institucional: el de las Escuelas de Campo (ECAs) y el de Pronatta.

Por un lado, Corpoica en asociación con entidades como Fedepapa, ha logrado introducir la práctica de las “Escuelas de Campo” iniciativa que se forjó tanto en el Centro Internacional de Agricultura (CIAT) como en el propio Corpoica y que se ha revelado como una estrategia esencial para los procesos de transferencia de tecnología, superando los viejos esquemas de los profesionales extensionistas.

La ECA es una manera diferente de abordar los procesos de enseñanza – aprendizaje en el campo, puesto que coloca al profesional agropecuario en igualdad de condiciones frente al agricultor, propiciando el tan anhelado intercambio de saberes, lo cual se logra frente al máximo jurado posible: el campo de cultivo.

En efecto, la metodología propuesta por las ECA se basa en procesos didácticos que suceden al interior de un aula de clases, normalmente la casa de un productor, pero con el compromiso de sembrar juntos las parcelas demostrativas que se tornan así en el laboratorio perfecto de las prácticas. No se enseña o no se discute nada que no se valide en el cultivo.

De esta manera las ECA se han constituido en un vehículo esencial para aglutinar agricultores en torno a problemas comunes. Las sesiones se deciden en conjunto y tratan, de manera ordenada, temas que van desde las prácticas de labranza hasta las de poscosecha, incluyendo, por supuesto sesiones dedicadas al manejo agronómico del cultivo, que se realiza en función del desarrollo vegetativo de las plantas que se poseen en las parcelas demostrativas. La ECA también incluye momentos de análisis del negocio agrícola y de alternativas en torno a conceptos y soluciones de tipo empresarial.

Por otra parte, Pronatta impulsó procesos de investigación – acción participativa, alentó la investigación en zonas apartadas del país, contribuyó a la formación de investigadores, permitió la participación de productores rurales de bajos recursos y de diferentes procedencias socioeconómicas tanto en la concepción como en la ejecución de sus propios proyectos, promovió la capacitación tecnológica y el fortalecimiento institucional, propició nuevos espacios de evaluación y seguimiento de proyectos, conformó y apoyó la consolidación de redes temáticas, impulsó proyectos de agricultura alternativa y, en general, influyó significativamente en la construcción nacional de una cultura de investigación y transferencia de tecnología agropecuaria.

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos logrados por Pronatta en la definición de un papel protagónico de los productores en los procesos de generación y transferencia tecnológica, aún

subsisten problemas metodológicos y de enfoque que dificultan la participación real y activa del productor en decisiones claves frente al proceso de la transferencia de tecnología.

Finalmente, es necesario insistir en la importancia del legado de Pronatta que debiera continuar en el nuevo marco orientador de la asistencia técnica agropecuaria de los Centros Provinciales de Gestión Empresarial, los cuales vienen ejecutando esquemas asociativos entre pequeños y grandes productores con las autoridades municipales, para enfrentar los cambios de las nuevas reglas de mercados y del negocio agropecuario.

Si bien es cierto que se han presentado los cambios señalados en el enfoque conceptual, lo que probablemente no ha cambiado es la tendencia estatal a recortar presupuestos y a eliminar entidades de transferencia de tecnología.

La desaparición, a comienzos de los noventa de los servicios de extensión de la Caja Agraria, fue seguida de los cambios ocurridos en el ICA y de la aparición de Corpoica, con asignaciones presupuestales muy bajas para cumplir su labor en este campo. Baste señalar que entre el año 2003 y el 2004 alrededor de 500 empleados de esa entidad han sido despedidos y entre ellos se cuentan técnicos que adelantaban programas con la comunidad.

Los cambios experimentados por las UMATA a partir del 2002, que deben convertirse en Centros Provinciales de Gestión y Promoción Agroempresarial están todavía por evaluar, dado que en muchas zonas aún no se establecen los citados centros, cuyos números de creación propuestos era de 40 en 2003 y de 120 para el 2006.

No obstante, es posible afirmar que tales centros constituyen un viraje importante en la direccionalidad de la transferencia de tecnología en Colombia, porque pretenden ampliar la cobertura del servicio, permitir la participación de particulares en su oferta, impulsan la coordinación interinstitucional y privilegian la convocatoria, participación y concertación como mecanismos de desarrollo de la política sectorial.

### • **Educación Ambiental y Agricultura en Colombia**

La educación es un insumo fundamental para cualquier actividad humana, no sólo por sus efectos en la adquisición de habilidades o destrezas, sino por su influencia en la formación integral del ser humano. No solo porque incide en la productividad, sino porque genera capacidades de pensamiento y acción para resolver problemas complejos.

En el sector agrario colombiano la educación afronta dificultades de distinto orden, tanto en lo que se refiere a cobertura como a calidad, que varían de acuerdo a las condiciones regionales.

Las estadísticas oficiales del Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2002)<sup>46</sup> indican que la cobertura bruta total en la escuela primaria presenta índices aceptables para todo el país, con promedios del 82 – 86% en las áreas de menor cobertura (Amazonas y Guanía). Sin embargo para el año 2001 en Antioquia, que posee los mayores índices de cobertura (118%), estaban por fuera del sistema escolar 182.305 niños (13% de la población objetivo).

---

<sup>46</sup> Información estadística recopilada por la Oficina Asesora de Planeación y Finanzas del MEN, basadas en datos suministrados por las Secretarías de Educación Departamentales o Distritales y por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE)

---

La relativamente buena cobertura en primaria no se presenta en el caso de la educación media. En esta franja Colombia presenta índices tan bajos como 16% en Guaviare, 26% en Guainía y alrededor de 30 – 40% en departamentos como Arauca, Bolívar, Caquetá, Casanare, Cauca, Guainía, Guaviare y Magdalena. En otros departamentos como Amazonas, Caldas, Cesar, Huila, Guajira y Meta este porcentaje se sitúa alrededor del 50%. La mayor cobertura la alcanza nuevamente el departamento de Antioquia con un valor del 63%, lo cual revela la magnitud de la deficiencia educativa a nivel secundario en el territorio nacional.

La cobertura educativa en el área rural es cercana al 30% (Ministerio de Educación 2002), nivel muy bajo comparado con la cobertura urbana que es del 65%, lo cual refleja la pobreza, el desempleo creciente y el conflicto armado que se vive en gran parte de las zonas rurales del país. Este mínimo porcentaje de personas en edad de estudiar que acceden al servicio, debe enfrentarse a la falta de calidad y pertinencia del sistema educativo que responde parcialmente a las necesidades sociales existentes.

Las causas o factores que generan el bajo nivel de escolarización son variadas y entre ellas se encuentra el aislamiento debido a las grandes áreas que cobijan las escuelas rurales donde las niñas, niños y jóvenes deben trasladarse a amplias distancias para recibir sus clases, el uso de trabajo infantil para la obtención del ingreso familiar, el bajo nivel de escolaridad de los padres donde ellos no ven la relevancia del estudio de sus hijos, entre otras.

El nivel de deserción y repitencia en el área rural es mucho mayor (10.9%) que en el área urbana (2.5%). En básica primaria se encuentra el mayor porcentaje de población escolar (73% correspondiente a 1.787.609 estudiantes de los 2.451.784 alumnos en el área rural en 2002), mientras que en básica secundaria y media vocacional es muy bajo debido a que generalmente los planteles dedicados a este grado de estudio se encuentran en el área urbana.

La capacidad institucional de los municipios es baja; con el proceso de descentralización del país apoyado en la reforma constitucional de 1991, los municipios e instituciones educativas recibieron la responsabilidad de preparar los planes educativos pero en la mayoría de los casos se carece de la capacidad para realizar esta misión. Adicionalmente la Ley 715 de 2001 volvió a centralizar el presupuesto de las instituciones en las secretarías de educación departamentales debido a la ineficiencia en los municipios para este manejo.

Los planteles educativos cuentan generalmente con pocos estudiantes de tal forma que la infraestructura y los profesores son subutilizados. En 2002 había en Colombia 106.055 docentes en el área rural para un promedio de 23.12 alumnos por cada docente. El número total de establecimientos para ese mismo año en el área rural era de 53.248 de tal forma que en promedio hay 46.04 estudiantes y 2 profesores por establecimiento.

En materia pedagógica se ha innovado con diferentes sistemas y metodologías didácticas y pedagógicas como la Escuela Nueva, Aceleración del Aprendizaje, Postprimaria y el Sistema de Aprendizaje Tutorial, entre otros, que buscan flexibilizar el currículo mediante diferentes modalidades como la semipresencial y virtual. Es necesario destacar el Sistema de Aprendizaje Tutorial (S.A.T.) como uno de los mejores procesos de educación para jóvenes y adultos en zonas rurales que les permite completar el bachillerato por medio de una metodología que posibilita la integración de la educación con el trabajo y los procesos de organización social y comunitaria.

Sin embargo, en el campo agropecuario subsisten problemas relacionados especialmente con la formación de técnicos y agricultores. En un interesante documento Lacky (2004) señala que

existen ineficiencias causadas más por la falta de conocimientos adecuados que por la formulación de políticas apropiadas.

Por ejemplo, el autor aduce que en América Latina los rendimientos promedio en kg/ha de algunos cultivos son los siguientes: arroz 3189; frijol 712; maíz 3288; papa 13561; soya 2472; trigo 2090. En la ganadería vacuna: 4 litros de leche/vaca/día; primer parto a los 42 meses pudiendo ocurrir antes de los 28 meses; intervalo entre partos de 22 meses pudiendo ser de 13; tasa de extracción o saca en la bovino cultura de 19%; edad de faena de los novillos superior a los 4 años; producción de 60 kg/ha/año de carne vacuna.

Explica Lacky que estos bajísimos rendimientos son el claro reflejo de la ocurrencia de errores, a veces primarios, que ocurren en el proceso productivo.

“..Para corregir muchos de ellos se requiere apenas adoptar, en forma correcta y gradualizada, tecnologías sencillas que requieren mucho más de conocimientos adecuados que de créditos abundantes, porque dependen mucho más del "cómo hacer" que de "con qué hacer". En el caso del frijol, al dividir los 712.000 gramos por las 225.000 matas que debería tener una hectárea, se concluye que cada mata produce aproximadamente 3 gramos, lo que corresponde a una vaina con 8 o 12 granitos. Lo anterior suele ser consecuencia de que la mayoría de los productores de frijol utilizan semillas genéticamente erosionadas y contaminadas con patógenos, no hacen pruebas de germinación ni regulan la sembradora, no siembran en la época adecuada y con densidad y profundidad correctas, no eliminan las malezas en el momento oportuno, no hacen rotación de cultivos y tienen importantes pérdidas antes y durante la cosecha...

....En este caso, a excepción de las semillas, todas las demás correcciones dependen apenas de que los productores sean concientizados y capacitados; es decir las correcciones dependen mucho más de insumos intelectuales que de insumos materiales. En este rubro no se puede atribuir la culpa a los subsidios otorgados por los países ricos porque ellos no exportan frijoles subsidiados; tampoco en el caso del café, del cacao, de la yuca y de otros productos que no sufren la competencia de las tesorerías de los países ricos, y sin embargo, en ellos también se tienen problemas de falta de rentabilidad ...”.

Otras ineficiencias que Lacky (*op. cit.*) señala, son las siguientes:

- ❑ Las formas distorsionadas como los agricultores adquieren los insumos y venden sus excedentes: compran los insumos al por menor, con alto valor agregado y del último eslabón de intermediación pero venden sus cosechas al por mayor, sin valor agregado y al primer eslabón de la cadena.
  - ❑ La falta de diversificación productiva, que además de volver a los agricultores muy dependientes del crédito, los expone a innecesarios riesgos y vulnerabilidades de clima, enfermedades y mercado.
  - ❑ La ejecución de inversiones individuales que generan subutilización y endeudamiento injustificado, como por ejemplo: tractores e implementos que trabajan pocas horas al año; tierras ociosas o con bajísima productividad; costosos equipos e inversiones en riego que no se traducen en altos rendimientos en virtud de graves errores tecnológicos en la conducción de los cultivos y en las técnicas de irrigación; juntas de bueyes que comen el año entero pero que pasan muchos más días descansando que trabajando; animales de elevado potencial genético cuyos bajos rendimientos son provocados
-

---

principalmente por la falta de alimentos que podrían ser producidos en las propias fincas o inadecuada relación sementales / hembras.

- Cultivos fijos que se venden en mercados muy competidos, sin mayores cambios hacia productos de mayor densidad económica por falta de conocimientos técnico-gerenciales.

Lo anterior también es válido en el campo ambiental: por ejemplo, se desconocen las interrelaciones entre suelos y organismos edáficos, fragmentación de ecosistemas y control de plagas, nutrición de plantas y aparición de enfermedades, desequilibrios en contenidos minerales de suelos y síntomas de deficiencias en las plantas, predadores y presas, los procesos de alelopatía, la eficiencia y las técnicas de uso adecuado del compost, los efectos secundarios del uso de plaguicidas, el manejo de arvenses...en fin. Ello sin contar la necesaria formación que debieran tener los agricultores en campos relacionados como los procesos poscosecha, mercadeo, inteligencia de mercados, comercialización y organización comunitaria.

La educación agraria y su componente ambiental son factores descuidados por las políticas gubernamentales y frente al proceso de transición hacia un mercado global y abierto, cobran muchísima más importancia que las soluciones de coyuntura dirigidas a compensar determinados subsectores, porque se trata de fortalecer el capital humano, insustituible en el negocio agrícola.

Esta visión de Lacky es compartida por muchos autores que insisten en la profesionalización de los agricultores para dotarlos de herramientas para la autogestión, en donde sean importantes la confianza, la creatividad, y la independencia como factores claves para movilizar a los agricultores en la solución de problemas generales de competitividad y sostenibilidad.

---



## **CAPITULO SEPTIMO. SISTEMAS ALTERNATIVOS DE PRODUCCION**

### **7.1 EL MODELO DE AGRICULTURA ECOLÓGICA**

La Agricultura Ecológica (AE)<sup>47</sup> es un modelo que se ha venido practicando en Colombia desde los años noventa, a partir de las discusiones que se suscitaron en torno al modelo de Revolución Verde.

La AE promueve una serie de principios integrales de manejo de los sistemas de cultivo que incluyen, entre otros, la concepción del suelo como una interfase viviente, defensa de la salud y de la vida en los agroecosistemas, eliminación del uso de venenos en la agricultura, promoción del uso integral de los recursos de la finca y de la diversidad biológica, reducción de insumos externos y, en consecuencia de la dependencia exterior de los mismos, promoción de la rentabilidad económica y ecológica de los sistemas de cultivo y rescate del conocimiento ancestral campesino e indígena para compatibilizarlo con los aportes realizados por la ciencia y la tecnología contemporáneas, en un esfuerzo de síntesis en el diálogo de saberes (Palacios, 2001).

Tales principios se expresan en una serie de prácticas agronómicas que constituyen alternativas reales al modelo de agricultura de revolución verde, pero cuya implementación en el país enfrenta todavía varias dificultades, habida cuenta que se trata de un proceso cultural complejo, en el que confluyen y se oponen diversos intereses económicos y sociales.

Por ejemplo, en la AE se promociona 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

---

<sup>47</sup> La Agricultura Ecológica es diferente a la Agroecología en tanto que aquella revela más una escuela de acción agronómica con sus particularidades teóricas y prácticas y ésta es la ciencia que estudia la estructura y funcionamiento de los agroecosistemas.

malezas) y el uso de herramientas de mano o de tracción animal. Aquí las dificultades surgen con el manejo mismo de las coberturas y las mayores exigencias de mano de obra.

Algunas experiencias exitosas llevadas a cabo por ONG (Fundación Agro-Biológica Colombiana en Ibagué), sobre el uso de herramientas de mano diferentes al azadón aún no logran masificarse en razón de los bajos presupuestos asignados a la investigación y a la difusión de tales técnicas, que han demostrado ser muy efectivas, no solo en la conservación de suelos y aguas sino en mantener rendimientos vegetales altos y en disminuir el esfuerzo físico de las labores de cultivo.

En relación con los arreglos de los cultivos, la AE propone la diversificación de los campos agrícolas 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 (figura 27).

**Figura 27. Coberturas o mulch en suelos de la Sabana de Bogotá – Finca Gabeno**



Foto: El Autor

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 y 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.

No obstante, la posibilidad de reemplazar fertilizantes químicos de síntesis por 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 escasez relativa de desechos vegetales y animales en algunas regiones geográficas y la relativamente poca investigación científica sobre algunos de estos temas, en especial los relacionados con los caldos trofobióticos.

Aún así, los abonos orgánicos utilizados como fuentes de nutrientes y mejoradores de la calidad físico-química de los suelos, han demostrado su eficiencia en varios contextos.

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 procesos de obtención de los biopreparados, principios activos, dosis, épocas de aplicación, estandarización de resultados y efectos ecosistémicos 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 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.

- **La Agricultura Ecológica como proceso Cultural diferente a la Revolución Verde**

La Agricultura ecológica nace como un proceso cultural de oposición a los postulados básicos, al enfoque filosófico y a la praxis de la revolución verde.

La AE se opone a la manera en que desde la revolución verde se enfoca el acto agronómico en la perspectiva mercantilista, en donde las plantas son consideradas prioritariamente como partes de un engranaje en el que predomina la acumulación de capital por encima de cualquier

otra consideración social, ecosistémica o ética. El deber ser de la agricultura es el de alimentar a la población a través de productos sanos y allí la AE se divorcia radicalmente de los presupuestos filosóficos de la revolución verde, sin ignorar tampoco que en el mercado se encuentran gratificaciones legítimas al esfuerzo de los agricultores.

Pero también se aparta en el enfoque científico, porque la AE abre paso al estudio de la totalidad, aspecto que se mantenía oculto detrás de la tendencia al análisis biunívoco causa – efecto, característico de la RV. Cuestiona la especialización científica en tanto aparta al laboratorio de la realidad concreta en la que transcurre el quehacer agrícola y en tanto se coloca al servicio de intereses económicos ajenos a los protagonistas esenciales de la producción de alimentos.

En este sentido, dentro de la AE no tiene cabida la tendencia actual a modificar genéticamente plantas y animales, porque ello escapa a las decisiones de los productores, minando su autonomía en la producción de semillas, sujetándolos aún más a los intereses transnacionales y socavando la base genética de la producción agraria. La biodiversidad, patrimonio de la humanidad, en virtud del nuevo juego genético, se traslada en términos de propiedad privada a los oligopolios internacionales de la tecnología, haciendo cada vez más honda e insalvable la brecha de la igualdad.

En lo político la agricultura ecológica se interroga por el papel diferencial de los productores agrícolas sean ellos campesinos o agroindustriales en relación con las demandas de la sociedad, los patrones de consumo, la institucionalidad, los demás actores de la vida rural o las nuevas funciones atribuidas al campo en la posmodernidad.

En lo socioeconómico proclama la distribución igualitaria de excedentes, la eliminación de la concentración de la propiedad sobre la tierra, el derecho al alimento sano, las posibilidades de acceso equitativo a los factores de producción, el encadenamiento entre producción y transformación en las propias fincas, el acceso a mercados en condiciones justas y al mejoramiento en las condiciones de empleo.

La Agricultura Ecológica, en tanto que proceso cultural, está constituida por una serie de factores sociales que determinan las acciones de los grupos humanos sobre los sistemas de cultivo. Esto implica que quien asume la AE hace parte de un movimiento social que reivindica continuamente el derecho de la vida misma como esencia de la práctica agrícola, y que por lo tanto se opone al uso de toda clase de sustancias cuya finalidad sea matar.

Por lo tanto en la AE no se acepta el uso de insecticidas, fungicidas, bactericidas, rodenticidas o nematocidas porque se trata de involucrar una serie de procedimientos tales que no se requiera la eliminación física de competidores, sino que se promueva el equilibrio del agroecosistema para que sea su misma dinámica la que provea los controles necesarios de las poblaciones de herbívoros y de otros depredadores tróficos.

Lo anterior implica una reformulación completa de los enfoques teóricos en que se sustentó por varias décadas la práctica misma de la agricultura.

Tales enfoques se han expresado en una serie de principios filosóficos, algunos de ellos ya expuestos en el apartado anterior, sobre el manejo del suelo, de las plantas, de los procesos poscosecha y de las relaciones de los agroecosistemas con la sociedad en general. Las preguntas surgen alrededor de cómo convertir tales principios filosóficos en aspectos prácticos de manejo.

---

¿Qué hacer ante un agroecosistema en el que no se utilizan sustancias químicas de ningún tipo para controlar insectos plaga? ¿Se pueden producir alimentos sin necesidad de utilizar fungicidas en contra de las principales enfermedades de las plantas? ¿Cómo reponer los nutrientes extraídos por los cultivos sin aplicar fertilizantes de síntesis? ¿De qué manera se puede mantener la productividad del sistema sin introducir estos insumos? ¿Cómo validar prácticas de uso de purines, extractos vegetales, caldos microbianos, preparados biodinámicos, arreglos agroforestales u otras tecnologías similares, de tal manera que sean accesibles a grupos cada vez más numerosos?

Estos interrogantes han sido abordados desde dos perspectivas: la primera, a partir de la experiencia misma de los agricultores ecológicos y la segunda a través del acercamiento de científicos que se han despojado de la mirada reduccionista de la especialización.

Los agricultores ecológicos han tomado la delantera en la práctica, puesto que la AE, a pesar de ser una forma de cuestionar los efectos sociales y ecosistémicos de la revolución verde, es una manera de retomar la forma como los seres humanos ejercitaban la agricultura desde la remota época paleolítica. Es decir, que los conocimientos acumulados por generaciones sobre la influencia del clima, el uso de abonos, la necesidad de los barbechos, las relaciones suelo-planta, las dinámicas poblacionales de insectos, los procedimientos poscosecha por citar solo algunos, sirvieron como base para oponerse al nuevo paradigma de la industrialización de la agricultura, del monocultivo y del uso de tecnologías cada vez más sofisticadas pero también cada vez más agresivas con el entorno.

De esta manera, la oposición inmediata de los agricultores se basó en la adopción de prácticas integrales de manejo, extraídas de los conocimientos populares y ancestrales y reconocidos por su eficacia para mantener estable la producción agrícola.

El proceso naturalmente fue diferente en función de la ubicación cultural de los grupos de agricultores. En Europa, la reflexión se alimentaba ya desde finales del siglo XIX y comienzos del XX a través de pensadores como Rudolf Steiner y se extendía en movimientos de gran alcance en países como Alemania, Francia y Gran Bretaña de donde surgirían rápidamente asociaciones y ligas de consumidores informados respecto a los beneficios de una agricultura sana. Desde los años sesenta y setenta tales movimientos no han dejado de crecer y su influencia se ha trasladado hasta los niveles de la decisión política. Varios países europeos se han trazado metas de crecimiento de la AE del orden del 20 al 30% en plazos fijos para ser alcanzados dentro de la primera década del siglo XXI.

La posición de los agricultores se facilitaba en la medida en que disponían de una serie de ventajas físicas, de infraestructura y de mercado que posibilitaba, en cierta medida, su independencia frente a las decisiones para optar por los nuevos sistemas de agricultura.

La misma sociedad constituida por consumidores ilustrados, concientes de los riesgos que para la propia salud poseen los alimentos con residuos de sustancias químicas, reclamaba un cambio en la manera de producir alimentos y ese cambio se inspiró en la AE.

Además, los productores europeos son dueños de sus tierras, poseen facilidades de transporte, integran cadenas productivas en sus propias fincas con procedimientos tecnificados, poseen ingresos suficientes para adquirir maquinaria y equipos de labranza adecuados a sus suelos, gozan de subsidios estatales permanentes, están respaldados por centros de investigación poderosos que se ocupan de la AE y atienden un mercado creciente y estable con normas

claras de producción. Sus tierras por lo general son planas, fácilmente mecanizables, los suelos son relativamente homogéneos y obedecen a la regularidad de las estaciones climáticas, permitiendo una cosecha anual y el descanso obligado de las tierras. El frío del invierno es un seguro obligatorio a la sobreexplotación del suelo.

En Colombia, la situación es similar en lo que se refiere al papel protagónico de los productores: los agricultores ecológicos son quienes han tomado el liderazgo y han incluido por su propia cuenta una serie de prácticas agronómicas extraídas del conocimiento específico de campesinos e indígenas sobre las singularidades de las regiones tropicales, a la vez que han impulsado procesos educativos en unión de algunos centros de investigación popular.

No obstante, las diferencias culturales con respecto al ejemplo europeo propuesto, son notorias: muchos agricultores del país no son dueños de las tierras; los bajos ingresos no permiten la articulación agroindustrial en las propias fincas; el clima tropical, a la vez que facilita dos o más cosechas por año, implica una mayor actividad biológica del suelo y por lo tanto un mayor desgaste; la infraestructura física de apoyo es deficiente y en ocasiones inexistente; los mercados locales no expresan una demanda estable de productos sanos; el relieve es altamente quebrado lo cual impide la mecanización en extensas áreas; los subsidios brillan por su ausencia; la mayor parte de los productores de alimentos se sitúan en los límites bajos de la subsistencia; el conflicto armado que vive el país genera situaciones de enorme incertidumbre, amén de graves conflictos de desplazamiento y muerte en los campos..

La inclusión de prácticas de AE en este contexto se hace, por lo tanto, en función de las circunstancias anotadas. En las zonas agrícolas en donde aún subsiste una normalidad aceptable, la conversión productiva de los predios se realiza de manera más o menos rápida una vez el agricultor se identifica con la filosofía y los procedimientos de la AE.

El proceso depende de muchos factores: disponibilidad de mano de obra, capacidad económica de los propietarios, demanda de productos por parte del mercado; organización comunitaria y acceso a procesos educativos y de capacitación, entre otros. Sin embargo, la decisión última es de tipo personal y depende del grado de conciencia individual frente a problemas locales y del convencimiento particular sobre los beneficios generales de la AE.

- **La Ciencia Tradicional frente a la Agricultura Ecológica.**

En el campo de la ciencia, particularmente la que se practica en Colombia, la situación es diferente. La introducción de una concepción ecológica de la agricultura enfrenta múltiples retos que han incidido en una lenta asimilación por parte de la academia.

En primer lugar, porque se trata de una ruptura epistemológica con la escuela tradicional, que se mantuvo por largos años en una visión atomista del conocimiento y en el predominio de la especialización sobre la generalización de los fenómenos.

La visión analítica se centró en la separación de los fenómenos tratando de establecer relaciones biunívocas entre causas y efectos, aislando la planta del suelo, estableciendo límites artificiales en la comprensión de las relaciones hospedero – patógeno y centrando el interés en porciones cada vez más pequeñas de los vegetales y de los animales que conforman los agroecosistemas.

---

El enfoque no es cuestionable en sí mismo porque la ciencia trata de indagar las causas últimas de los fenómenos para establecer regularidades que lleven a la formulación de hipótesis y teorías plausibles a la luz de la comprobación empírica. Lo que se discute es que, en el fondo, la especialización olvidó las interrelaciones como factores explicativos de esos fenómenos. Es más: ignoró que en el todo era posible encontrar las respuestas a las regularidades específicas de las partes.

Esta visión fue aún más radical cuando se abandonaron los aportes que provenían de la orilla de las ciencias sociales. La agricultura hace parte de la sociedad en su conjunto y por lo tanto es su reflejo cultural. Tanto las decisiones económicas como aquellas que resultan de las luchas por la apropiación de los recursos naturales y las que están ligadas a la generación tecnológica, influyen en la estabilidad de los ecosistemas con la misma o mayor fuerza a como lo hace la aparición de una plaga. Las diferentes imágenes que los grupos humanos proyectan sobre el papel de la producción agrícola influyen en la misma manera de producir alimentos.

Desde los imperios agrarios del neolítico hasta la sociedad agroindustrial posmoderna, todas las culturas piensan la relación con las plantas desde ópticas distintas. En aquellas, los cultivos, el agua y la tierra estaban indisolublemente ligados al poder político y a la posibilidad misma de su viabilidad física, en tanto que en ésta los alimentos se perciben como naturaleza transformada, lejana e impersonal. En algunas regiones el agua y la tierra hacen parte solamente de un conjunto de posibilidades de gozo estético. El cultivo transgénico, producto de los laboratorios transnacionales, bien podría ser el símbolo que define la articulación de la posmodernidad con la tierra.

La asimilación de la AE por la ciencia es lenta porque, en segundo lugar, no se reconoce el conocimiento popular, indígena y campesino como interlocutor válido dentro del paradigma agrícola. Durante muchos años ese conocimiento fue catalogado como no científico y por lo tanto no confiable.

Raras, por no decir que excepcionales, son los momentos en que los agricultores, sean ellos de economía campesina, de mediana empresa o pertenecientes a la agroindustria intensiva, han sido convocados a los claustros universitarios en calidad de maestros. Una que otra conferencia de algún destacado analista sobre temas globales ocupa la agenda del intercambio universidad-productor o instituto de investigación-agricultor. Pero la realidad es que en ningún momento del acto formador del conocimiento el poseedor de la tierra, el sujeto de la agricultura se considera un elemento digno de transferir sabiduría a los círculos científicos (figura 28).

En consecuencia, aquellos conocimientos sobre dinámica de insectos, calidad de la tierra, ciclos climáticos, técnicas de manejo, socios de cultivos o procesos poscosecha, se reciclan al interior del productor y de sus familias pero se pierden para quien desea apostarle a una visión integral de la agricultura.

En tercer lugar porque la financiación de la mayor parte de las investigaciones científicas en el campo agrícola fue orientada económica y filosóficamente por las empresas transnacionales vendedoras de agroquímicos. La literatura científica tradicional está llena de investigaciones y tesis de grado que repiten siempre el mismo esquema de causa-efecto unidireccional en las que se probaba la efectividad de tal o cual fertilizante compuesto sobre algunas funciones del rendimiento de los cultivos o sobre la efectividad de un determinado insecticida o fungicida en el control de plagas o enfermedades.

**Figura 28. Reunión de la Escuela de Campo de El Rosal (Cundinamarca), uno de los raros espacios de intercambio de conocimientos entre agricultores y técnicos.**



**Foto: El Autor**

La idea central de tales estudios fue siempre probar una mayor efectividad o acercarse a dosis adecuadas de productos químicos de síntesis en condiciones bióticas específicas, en función de aumentar el rendimiento vegetal. Allí se inscriben por igual los trabajos sobre sistemas de riego, fertilidad de suelos, mecanización agrícola, paquetes tecnológicos de control de plagas y enfermedades y poscosecha.

Los trabajos integrales sobre sistemas de producción sólo alcanzan a vislumbrarse al final de la década del setenta e inicio de los años ochentas a raíz de las severas críticas formuladas al modelo de revolución verde. Antes de ello hubo excepciones pero es claro que la visión predominante era jalonada desde el paradigma de la productividad y financiada por intereses transnacionales, que incluían, desde luego, prebendas y premios a profesionales y estudios inscritos en esa visión.

Aún así los modelos MIP (Manejo Integrado de Plagas) se basaban todavía en una tibia cohabitación de prácticas en donde, en algunos casos, el “manejo seguro de agroquímicos” era vendido como una estrategia más (revestida de inocencia) dentro de un amplio abanico de opciones conservacionistas con tintes ecologistas. El control biológico todavía se consideró durante largo tiempo como una estrategia uno a uno (ejemplo de ello son los modelos “gen a gen” o “una presa / un depredador”) sin apelar al concurso de la agrodiversidad como la mejor forma de enfocar la sanidad vegetal.

El asunto, no era gratis. Privilegiar la investigación sobre abonos orgánicos o fertilizantes naturales era una clara competencia económica a las empresas vendedoras de sustancias solubles y además contradecía los postulados básicos de la química agrícola, en donde se consideró por más de un siglo que las plantas solo podían alimentarse a partir de moléculas

pequeñas. Investigar en extractos vegetales o en relaciones alelopáticas, era entregar el poder de fungicidas o insecticidas en manos de sustitutos no rentables para aquellas compañías y alimentar la independencia económica de los agricultores, factor contrario al interés transnacional.

No obstante, desde los años ochenta se produce un cambio lento pero firme, hacia formas diferentes de concebir el proceso agrario, a raíz de movimientos de opinión pública en contra del uso de venenos, del aporte de los científicos sociales y de las críticas del movimiento ambiental que reconoce por primera vez las interrelaciones sociedad–naturaleza o ecosistema–cultura inscritas en los campos de cultivo.

- **Consolidando el Nuevo Paradigma**

El enfoque científico de la AE se ha nutrido de muchos frentes: desde los aportes de pioneros como Howard y Steiner hasta los postulados de Chabousson, Fukuoka y Primavesi y la crítica de Altieri o Toledo, nombres todos plenos de significado para los estudiosos del tema. En Colombia el acervo de conocimientos se nutre de las experiencias y textos de Mario Mejía, Carlos Ramírez, Jairo Restrepo, David Díaz o Enrique Murgueitio. En común, tales pensadores se caracterizan por la puesta a punto de procesos complejos dentro de las fincas y la proyección de ideas paradigmáticas que sirven de referencia para el quehacer investigativo.

No obstante que ellos proveen bases científicas para el abordaje integral de los agroecosistemas, el camino por recorrer todavía es muy amplio en términos de su sistematización y de la resolución de incógnitas alrededor de los efectos atribuibles al factor “sistema” sobre la estabilidad y la productividad de los sistemas de cultivo implicados en la AE. Varios obstáculos metodológicos, por fuera de aquellos de índole social, económica o política, se atraviesan en el camino de las agriculturas alternativas.

Recuérdese que el acto agronómico está inmerso en y es reflejo de la sociedad en su conjunto y que por lo tanto la investigación científica alrededor de la AE no puede escaparse a situaciones tan trilladas pero tan esenciales como la formación de investigadores, los presupuestos disponibles, la política estatal e institucional en que ellos se desenvuelven, la actitud de los productores, el mercado..., factores todos de enorme importancia para comprender el qué, el por qué y el cómo de la generación y transferencia de conocimiento en AE, pero cuyo análisis se escapa al propósito de este escrito.

El reto a enfrentar en el campo meramente metodológico se relaciona con la solución a preguntas como ¿Cuáles son los efectos totales o parciales de determinadas prácticas agronómicas? ¿Funcionarían ellas por igual en sistemas de agricultura convencional o ecológica? ¿Hasta qué punto se justificaría separarlas del contexto integral del agroecosistema para estudiar su especificidad? ¿Cómo interrelacionar datos de campo con datos de laboratorio? ¿Bajo qué tipos de diseños experimentales deben montarse los estudios que incluyen múltiples variables ecosistémicas y culturales? ¿A qué niveles de detalle se debe llegar para entender fenómenos como la alelopatía? ¿Cómo incluir variables culturales en los análisis agroecológicos? ¿Cómo evaluar comparativamente los sistemas de agricultura desde el punto de vista de la economía ecológica? ¿Qué recursos y qué sistemas de medición deben emplearse en estas valoraciones? ¿Flujos de energía? ¿Balance de materiales? ¿Cómo asignar valores a las interrelaciones ecosistémicas? ¿Cómo introducir el concepto de calidad en estos procesos?... en fin.

Las soluciones a tales preguntas han ido configurándose a medida que se avanza en las investigaciones pero siempre se corre el riesgo, sobre todo en investigadores jóvenes, de sucumbir fascinados ante los principios de la AE y de no realizar los estudios atendiendo a niveles de complejidad. El resultado: investigaciones deficientes que probablemente hacen más daño que bien al modelo de la AE.

El estar consciente de la complejidad de los temas a abordar y de las escalas a utilizar debe ser un primer pre-requisito en el acercamiento investigativo en agriculturas alternativas<sup>48</sup>, especialmente cuando se carece de información validada previamente. Los investigadores tienen derecho a aislar fenómenos (por ejemplo, si desean valorar los principios activos o los modos de acción de un purín) y estudiarlos en condiciones controladas, a cambio de señalar los límites en las variables que están dispuestos a aceptar y de señalar los pasos siguientes que llevarán a insertar ese purín dentro de un contexto complejo. Esto puede ser cierto igualmente en el caso en que el investigador se ocupe de trabajos con caldos microbianos, extractos vegetales o controladores biológicos.

Es posible interesarse por las interacciones específicas y las explicaciones últimas, pero manteniendo la vista alrededor de las interacciones complejas, único entorno posible en donde se prueba la veracidad de las hipótesis. Los agroecosistemas son complejos y variados en sí mismos y en ellos residen las posibilidades de asimilar o no tal o cual práctica. El investigador curioso aislará fenómenos para pensarlos individualmente y luego los reintroducirá al agroecosistema para comprobarlos integralmente.

Lo que resulta contraproducente es intentar manejar una gran cantidad de variables sin atender las escalas de trabajo, sin un proceso metodológico acorde con ellas (análisis multivariados o simples, según el caso) o ignorando las interrelaciones. Muchos investigadores pretenden manejar al mismo tiempo tres o cuatro sistemas de labranza, dos o tres arreglos espaciales de cultivos, varios materiales como abonos verdes, coberturas muertas o compost y cantidades indeterminadas de extractos para controles de insectos o enfermedades sin especificar las características de los diseños, el número de parcelas y su extensión, las variables dependientes y los indicadores involucrados.

Ello, que obedece a las más elementales reglas de la investigación experimental, a menudo es olvidado por los investigadores en formación, causando confusión en las aplicaciones reales de la AE. Incluso, investigadores avezados, no logran introducir análisis complejos en cuestiones de suyo integrales, como estudios sobre agrobiodiversidad, reteniendo solo algunos componentes de esa diversidad.

Varios temas son prioritarios para estudiar dentro de esa concepción en el contexto colombiano: manejo de suelos tropicales bajo diversos tipos de asociaciones de cultivo, sistemas de labranza, estudios del potencial microbiológico, dinámica de caldos microbianos en diferentes contextos biofísicos, caracterización y sistematización del conocimiento sobre purines e hidrolatos incluyendo dosificaciones, épocas de empleo, posibles efectos fitotóxicos; abonos y fertilizantes naturales; sistemas de agricultura de sol y de malezas; alelopatía y plantas medicinales; agroforestería y silvicultura; homeopatía; usos de la biodiversidad; granjas integrales; reciclaje de materiales; ciclos de nutrientes; calidad nutricional de alimentos; mercados verdes; análisis económicos y valoraciones ecológicas de los recursos y servicios ambientales implícitos en la AE; estudios regionales de agroecología...

---

<sup>48</sup> El término "Agriculturas Alternativas" recoge las diferentes escuelas agrarias que se han opuesto al modelo dominante de la Revolución Verde". Incluye, entre otras, la Agricultura Ecológica, Orgánica o Biológica, la Biodinámica, la Agricultura Natural, la Permacultura y la Microbiológica.

---

Pero si se quisiera tener una visión integral en el marco de los estudios agroecológicos deben introducirse temas relativos a la cultura y entre ellos sobresalen, por ejemplo, aquellos relacionados con los procesos de transferencia, que incluyen tópicos ligados a las interrelaciones agricultores / investigadores, a la generación de conocimientos y tecnologías de manera compartida y a la viabilidad económica y social de las tecnologías seleccionadas. Aún más: Colombia debiera explorar el significado político de la agroecología, su valor como modelo de desarrollo, su capacidad para modificar las relaciones económicas en el sector rural; sus implicaciones en la política de seguridad alimentaria o su potencial como instrumento en los futuros escenarios de paz nacional.

El abordaje de las sucesivas problemáticas derivadas de los temas expuestos, exige necesariamente una decisión política de adoptar la AE como eje central de un proceso de construcción o reconstrucción de la sociedad colombiana, reconociendo que los actuales niveles del conflicto armado marcarán el futuro de por lo menos las próximas tres generaciones de compatriotas.

Lo anterior debe verse también dentro del contexto de la actual revolución científico – tecnológica que presiona por introducir elementos dudosos como componentes de la AE, en especial las ideas relacionadas con los cultivos transgénicos. Quienes defienden la AE saben muy bien que los transgénicos hacen parte de las estrategias de revolución verde e implican procesos cada vez más fuertes de dependencia económica, incertidumbre ecosistémica y generación de riesgos ambientales que son innecesarios dentro del contexto de una política agroalimentaria verdaderamente soberana. El poder transnacional insufla fuertemente esta opción que es inaceptable desde el punto de vista de la agricultura ecológica.

El país debería reflexionar sobre las circunstancias anotadas y adoptar una política clara al respecto. En la AE Colombia puede encontrar la semilla de un modelo de reconciliación de los seres humanos entre sí, de ellos con la naturaleza y de ésta con el modelo de desarrollo.

- **Los Retos en la Parcela**

Desde el punto de vista cultural, la inserción del paradigma agroecológico en nuestro medio 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:

En primer lugar, el mismo hecho de no poder concebir la agricultura ecológica por fuera de la visión integral que exige la incorporación simultánea de todas las prácticas mencionadas, la coloca casi al mismo nivel del tan cuestionado concepto del “paquete tecnológico” proveniente de la Revolución Verde y ello en sí mismo constituye una gran dificultad al momento de la aproximación al predio campesino o a la empresa agroindustrial.

En efecto, 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 tropicales “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 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, en donde, además, la única presencia efectiva la ejerce el intermediario que se apropia de los excedentes económicos, desvirtuando de esta manera el libre juego del mercado.

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 negro del Chocó Biogeográfico a la de un indígena amazónico, a pesar de compartir el mismo bioma de selva húmeda tropical.

Finalmente, es necesario recalcar que pese a la masiva acción publicitaria que por décadas acompañó los procesos comerciales de agroquímicos, su utilización es irregular e intermitente en algunas áreas de economía campesina, en donde no se logra dibujar con claridad un patrón nítido de uso excesivo de plaguicidas sintéticos, aún cuando se conocen extensas zonas y varios subsectores críticos en este campo (tomate, habichuela y papa en Santander, Cundinamarca y Boyacá, por mencionar solo algunos casos famosos en Colombia). No sucede lo mismo, por supuesto, en las regiones de agricultura comercial, en donde el patrón de uso de agroquímicos es más uniforme.

En las condiciones anotadas, no es posible realizar una transferencia rápida y eficiente de una serie sucesiva de prácticas, más aún si conllevan un grado significativo de incertidumbre.

La AE en tanto que paquete tecnológico se opone a las recomendaciones dadas por muchos expertos y ONGs para llevar a cabo un proceso exitoso de transferencia de tecnología, porque de entrada se apela a principios y no a realidades. La multiplicidad de variables en juego hace

---

---

difícil comprender que la mejor manera de llegar a un sistema complejo es iniciando con un solo paso sencillo, tal como lo señala Rolando Bunch en su libro “Dos Mazorcas de Maíz” (1982).

Luego de una serie de importantes reflexiones sobre los objetivos generales de los programas de transferencia de tecnología y sobre los mecanismos más eficaces para lograr la participación de la gente en la planificación y ejecución de sus propios proyectos, el autor, basado en la experiencia de muchos programas grandes y pequeños de extensión agronómica, sugiere y explica, entre otros los siguientes pasos como requisitos mínimos 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) experimentar en pequeña escala. La obra de Bunch (*op.cit.*) está llena de argumentos que refuerzan las fases señaladas, en especial, la necesidad de limitar la tecnología.

Ahora bien, la experiencia de Vecinos Mundiales, ONG a la que pertenece el autor citado, indica que existe un amplio número de criterios aplicables para seleccionar una tecnología apropiada en cualquier área específica. En este sentido, la tecnología debería, por lo menos, satisfacer una necesidad sentida, ofrecer un incremento significativo y seguro en el abastecimiento de comida o en los ingresos económicos, generar resultados exitosos inmediatos, adaptarse a los patrones agrícolas locales, atacar el (o los) factores limitantes de la producción, utilizar recursos disponibles en la zona, estar relativamente libre de riesgos de fracaso, ser culturalmente aceptable, utilizar mano de obra local, ser de fácil comprensión, asegurar el mercado, enseñarse fácilmente y despertar el entusiasmo entre los campesinos.

La aplicación global de los principios de la agricultura ecológica entra en conflicto por lo menos con cinco de los argumentos anteriores: el consejo de limitar la tecnología se opone a la intención de la escuela ecológica de introducir varias prácticas simultáneamente; empezar en pequeño entra en conflicto con la necesidad de establecer sistemas amplios de producción ecológica, a escala de finca; el asegurar el mercado como criterio central para seleccionar una tecnología, se ve seriamente obstaculizado en razón de la relativamente baja demanda de productos ecológicos en nuestro medio; atacar especialmente los factores limitantes de la producción también contradice la visión global de la agricultura ecológica y, finalmente, la exigencia de generar resultados exitosos e inmediatos y estar libre de riesgos de fracaso, enfrenta otro de los mayores obstáculos de la agricultura ecológica: la ausencia de conocimiento científico acumulado y/o socializado sobre prácticas integradas de manejo en nuestro medio.

## **7.2 ANTECEDENTES DE AGRICULTURA ECOLOGICA EN COLOMBIA**

En ausencia de una historia oficial sobre el origen y desarrollo de la Agricultura Ecológica en Colombia, puede afirmarse que su práctica nace en el país, alrededor de fines de la década de los años ochenta del siglo XX, cuando confluyen una serie de procesos relacionados con:

- ❑ Las discusiones sobre el modelo de Revolución Verde
  - ❑ La degradación de suelos por erosión, compactación y salinidad en varias regiones del país, especialmente en las zonas aldoneras del valle del Río Cesar, los sectores de producción de caña de azúcar en el valle del río Cauca y en las zonas minifundistas de ladera en la cordillera de los Andes.
-

- ❑ La constatación de fenómenos de contaminación de suelos y aguas en la mayor parte de los cultivos transitorios, semipermanentes y permanentes, como resultado de la aplicación excesiva e inadecuada de plaguicidas.
- ❑ Los problemas de intoxicación crónica y aguda en muchos productores por el uso de agroquímicos.
- ❑ Los mayores flujos de información que muestran relaciones entre la producción agropecuaria, calidad de alimentos y salud pública.
- ❑ Los avances realizados en la agronomía tradicional sobre el Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE).
- ❑ La integración de los conocimientos populares y ancestrales con los obtenidos en los sistemas de ciencia y tecnología.
- ❑ La masificación del discurso ambiental y la aparición de una conciencia colectiva que reclamaba cambios en los modelos de desarrollo.

Estas y otras causas convergieron en la agricultura nacional para plantear formas alternativas de producción, basadas en principios de respeto a la vida, calidad e inocuidad de los alimentos, solidaridad con las generaciones futuras y conservación de la naturaleza. Tales principios, aplicados a la producción agropecuaria, pronto se convirtieron en procesos productivos prácticos que tenían en común la no-utilización de plaguicidas, el manejo eficiente de los suelos, la inclusión de prácticas de labranza mínima o labranza cero, los cultivos múltiples y la aplicación de estrategias integradas de control de plagas y enfermedades.

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 lideró 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). La Universidad Javeriana creó su Maestría en Desarrollo Rural que funcionó con apoyo del Instituto Mayor Campesino. 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.

Muchos agricultores independientes se sumaron a esta nueva corriente: desde la “Granja de Mamá Lulú” pasando por las fincas “Cachilaima” del agrólogo Carlos Ramírez, “Gabenó” de Brígida Valderrama (figura 29) o “Mi novia” de Camilo Alvear en donde se gestionan proyectos a pequeña escala, hasta grandes extensiones en fincas del Valle del Cauca, que incluyen áreas con ganadería sostenible y caña de azúcar orgánica.

Vale la pena aclarar que la inserción al paradigma de la AE en muchos casos representó solamente esfuerzos de recuperación de conocimientos preexistentes, acumulados culturalmente por comunidades indígenas, campesinos, colonos y pequeños productores independientes.

---

**Figura 29. La finca Gabeno, administrada por Brígida Valderrama y Gunnar Mordhorst (Tenjo – Cundinamarca).**



Foto: El Autor

### **7.3 ALGUNOS OBSTÁCULOS A LA AE EN COLOMBIA**

El proceso, sin embargo, no ha sido homogéneo y ha enfrentado dificultades de distinta índole:

En primer lugar, existen vacíos tecnológicos importantes especialmente para enfrentar problemas fitosanitarios. Tales carencias se llenan con información poco validada, transmitida oralmente entre productores o impresa en cartillas y folletos guía para preparar diversos tipos de materiales orgánicos. Sin embargo, la debida comprobación científica es escasa.

Algunas razones explican estos comportamientos: la enorme variabilidad de los materiales o abonos orgánicos preparados, la amplia biodiversidad característica del trópico que torna difícil los procesos de validación científica, la transferencia informal de tecnología con los lemas al estilo “hágalo usted mismo” e incluso la desatención del Estado colombiano que financia poco o nada la conformación de comunidades académicas en este campo.

En segundo lugar, el mercado de productos ecológicos en el país enfrentaba, a finales de los años ochentas, una serie de obstáculos que aún hoy en día, son fuertes limitantes para su expansión: la baja capacidad adquisitiva de la mayor parte de la población, los patrones de consumo ligados a la presentación cosmética de los productos, la poca coordinación entre oferta y demanda, los procesos de certificación que implican costos adicionales al productor y la demanda de productos ecológicos centralizada en franjas de consumidores de los sectores económicamente altos de la sociedad.

En tercer lugar, el flujo de información sobre agricultura ecológica es asimétrico. Determinados sectores de la población entienden y comparten los principios de la AE, que les ha llegado vía conferencias, cursos o documentos especializados, en tanto que otros segmentos se ven privados de tal información puesto que no acceden a los citados medios de difusión.

En cuarto lugar, el acompañamiento estatal ha sido, por decir lo menos, lento y fraccionado. La agricultura ecológica no ocupa todavía un lugar destacado en las políticas oficiales del sector agrario colombiano, aunque debe reconocerse que en los últimos cuatro o cinco años ha recibido impulsos importantes que han posibilitado su relativo avance. Ello, más en virtud de las posibilidades económicas y de mercados competitivos que ofrecen algunos nichos de la AE, que por razones verdaderamente estratégicas de política nacional.

## 7.4 LOS AVANCES EN PRODUCCIÓN Y ÁREA SEMBRADA

De todas maneras, la agricultura ecológica es un modelo que ha venido ganando amplia aceptación en el mundo entero, ingresando los productos ecológicos a nuevos mercados que satisfacen cada vez mayores franjas de pobladores demandantes de alimentos sanos, libres de residuos tóxicos. Antes de considerar el mercado colombiano, veamos algunas cifras globales:

- **Datos del Mercado Internacional**

La mayor parte de los países industrializados han asumido la AE como un factor estratégico de desarrollo y, en consecuencia, poseen proyecciones actualizadas sobre la oferta y la demanda y han establecido metas anuales para incrementar la producción ecológica, a la vez que poseen políticas específicas para generar programas complementarios con el propósito de mejorar las condiciones sociales y la calidad de vida de los productores ecológicos.

En este sentido, por ejemplo, se conoce que el 67% de los consumidores europeos demanda productos ecológicos, mientras que en los Estados Unidos esta cifra se eleva al 87%, con una oferta insuficiente para suplir dicha demanda<sup>49</sup>.

De acuerdo con el informe “Organic Agriculture Worldwide 2001” publicado entre otras entidades por IFOAM (sigla en inglés de la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica) y citado por la Consejería de Agricultura y Pesca de Andalucía (CAP, 2004), la superficie mundial en AE era de 15.8 millones de hectáreas en ese año con 7.6 millones de hectáreas en Australia, 3 en Argentina y casi 1 millón en Italia y Estados Unidos respectivamente. En su conjunto, la Unión Europea poseía más de 3.7 millones de hectáreas bajo agricultura ecológica.

En quince años la superficie de agricultura ecológica en la Unión Europea se ha multiplicado aproximadamente por 30, pasando de unas 100.000 hectáreas en 1985 a las 3.7 millones de hectáreas. El ritmo de progreso es bastante elevado ya que en 1999 se produjo un incremento del 46% respecto a 1988 (CAP, *op. cit.*)

---

<sup>49</sup> Negocio de Verdes, Revista Dinero (febrero 11 de 2000), citada por Palacios, M.T. (2001)

---

**Figura 30. Productos de agricultura ecológica en España (Feria agroecológica 2003). Cortesía de Rodrigo Garrido.**



Para 1998, el volumen de mercado de productos ecológicos en Estados Unidos, Europa y Japón ascendió a 13.000 millones de dólares estadounidenses, habiéndose pronosticado para el año 2000 una cifra de US \$20.000 millones. Desde 1990, una encuesta de opinión mostró que el 49% de los consumidores británicos estarían dispuestos a pagar un 5% de sobreprecio por productos ecológicos. El valor agregado de estos productos sobre el precio normal, va desde un 20% a un 100% dependiendo del producto y del país de consumo.

En el ámbito internacional el crecimiento anual de los productos ecológicos es de aproximadamente 20%, mientras que el de los convencionales es del 1.2%; el valor del mercado ecológico en Europa es de unos US\$ 3.200 millones en el cual Alemania ocupa el 52% (US\$ 1.600 millones), seguido por Francia y el Reino Unido (US\$ 420 millones). En este último, el 25% de la población compra alimentos ecológicos; para el 2002 se esperaba que la participación del sector ecológico en Europa fuera del orden del 5-10% (Sánchez, *Com. Per.*)<sup>50</sup>.

<sup>50</sup> Ricardo Sánchez, Dirección de Política Sectorial, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Con un crecimiento acumulado del 101% - 25% anual- durante los años 1997-2001, la producción ecológica en los principales mercados del mundo (Europa, Estados Unidos y Japón) constituye un sector de exportación promisorio para países en desarrollo.

En Europa, como se observa en la tabla 25, Alemania sigue siendo el mayor mercado con US\$ 2.500 millones; aunque su participación ha disminuido del 34% al 27% y su ritmo de crecimiento (10% anual) no es tan acelerado como el del Reino Unido (40% anual), Suiza o Dinamarca (cada uno con 25% anual). En países como Suiza, Dinamarca y Austria, la participación de productos orgánicos dentro de las ventas totales asciende al 3.5%.

Estados Unidos, con una tasa de crecimiento anual del 30%, es el mayor mercado individual por volumen de ventas a nivel mundial (45% del total). Asimismo, seis países (Alemania, Francia, Italia, Reino Unido, Estados Unidos y Japón), concentran el 84% de las ventas totales en los principales mercados (Pérez, *com.per.*)<sup>51</sup>

**Tabla 25. Ventas de productos ecológicos en los principales mercados del mundo (1997 – 2001)**

MERCADO	VENTAS 1997 (MILLONES US\$)	VENTAS 2001 (MILLONES US\$)	CRECIMIENTO 1997- 2001	% VENTAS TOTALES 2000
Alemania	1.800	2.500	39%	1.8
Francia	720	1.250	73%	1.0
Italia	750	1.100	46%	1.0
Reino Unido	450	1.200	166%	1.0
Suiza	350	700	100%	4.0
Holanda	350	600	71%	1.8
Dinamarca	300	600	100%	3.0
Suecia	110	400	264%	2.0
Austria	225	400	78%	3.5
Otros Europa*	200	500	150%	n.d
Subtotal Europa	5.255	9.250	76%	n.d
Estados Unidos	4.200	9.750	120%	n.d
Japón	150	350	133%	n.d
TOTAL	9.605	19.350	101%	n.d

\* Bélgica, Finlandia, Grecia, Irlanda, Portugal, España, Noruega. Fuente: Centro de Comercio Internacional (2001): Alimentos y Bebidas Ecológicos: Oferta Mundial y Principales Mercados Europeos, FAO (2001): Los Mercados Mundiales de Frutas y Verduras Orgánicas y Biofach (2002).

Con la reciente adopción del reglamento estadounidense de agricultura orgánica (luego de diez años de discusiones), se espera que la producción local y la demanda de productos importados siga creciendo.

<sup>51</sup> Miguel Ángel Pérez, Agrólogo M.S.c. Experto en Agricultura Ecológica. Consultor privado.

Asimismo, el gobierno Japonés estableció en abril de 2001 el reglamento nacional de agricultura ecológica, con la creación adicional de un logotipo. Se estima que el mercado potencial de productos agrícolas "verdes" en el Japón asciende a US\$ 3.500 millones para el año 2000, de los cuales solamente el 10% cae dentro de la categoría de productos orgánicos certificados. Con la expedición del reglamento, se espera que los productores "verdes" no certificados lo hagan. Una limitante para acceder a este mercado es el estricto control fitosanitario realizado en los puertos de entrada en Japón. En algunos casos, autoridades japonesas, en forma preventiva, han exigido la fumigación con productos químicos de productos orgánicos, haciéndoles perder su condición de productos libres de contaminantes.

Dado que el método de importación de alimentos ecológicos en el Japón difiere de lo establecido por otros mercados, la Agencia Japonesa de Cooperación (JETRO), realizó en 2004 una visita a las entidades de promoción de exportaciones de Colombia, informando a los productores para su procedimiento. Esto demuestra el interés que tiene este país de ampliar su rango de importadores.<sup>7</sup>

- **La Producción Ecológica en Colombia**

De manera un tanto paradójica es posible afirmar que, aún antes del boom oficial de la AE en Colombia, muchos campesinos, pequeños y medianos productores, probablemente sin proponérselo, hacían ya parte de la agricultura ecológica en nuestro medio, debido quizás a su incapacidad económica para adquirir los productos de síntesis utilizados en la fertilización del suelo y en el manejo fitosanitario de sus cultivos.

Sin embargo, no hay estadísticas que confirmen los porcentajes de tales agricultores. Forero (2002) admite 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 otra parte, el avance de la AE en Colombia se ha logrado esencialmente como consecuencia de la aparición de mercados internacionales en donde tales productos tienen fuertes demandas, a pesar que se aducen otros factores como la preocupación por producir alimentos sanos y el deseo de minimizar las consecuencias ambientales derivadas del uso de plaguicidas.

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) en un estudio realizado recientemente (MADR, 2004), afirma que el mercado de productos orgánicos en Colombia es claramente de exportación. Los valores de venta al exterior han ido evolucionando de US\$ 4 millones en 1998, US\$ 9 millones en el 2000, US\$ 11 millones en el 2001 y US\$ 19 millones en el 2002, con un crecimiento anual entre el 10 y 20%.<sup>52</sup> La superficie ha evolucionado en el mismo sentido: 20 mil hectáreas certificadas como ecológicas en 1999, 25 mil en el año 2001 y alrededor de 30 mil hectáreas en el 2003 con más de 63 empresas certificadas. Se espera que para el año 2006 el área sembrada llegue a 40.000 hectáreas, con un número aproximado de 300 empresas certificadas.

---

<sup>7</sup> Ver documentos del SIPSA - CCI, Ministerio Agricultura.

<sup>52</sup> Sánchez Ricardo Consultor Proyecto ECOS, Banco Mundial, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

---

Los datos anteriores no recogen las áreas ni el número de productores que no acceden a la certificación, es decir, que quedan por fuera de las estadísticas. Con los actuales sistemas de información, con los bajos recursos disponibles para monitoreos e inventarios y con el estado de conflicto armado que vive Colombia, no es posible, al menos por ahora, conocer tales cifras. Sin embargo, atendiendo a la extensión de los territorios indígenas y de comunidades negras y al interés que muestran numerosos grupos de ONG, madres comunitarias, grupos de acción social e incluso gremios fuertes de la producción por el tema de la AE, es posible que tales cifras puedan ser más amplias, en uno o varios órdenes de magnitud.

Los productos que Colombia está certificando como orgánicos son los mismos en los cuales posee ventajas comparativas, es competitiva y en los que cuenta además con volúmenes adecuados: Café, Banano, Panela, Aceite de Palma, Azúcar y Bananito entre otros. Hay también nuevos productos de exportación que por falta de un tamaño adecuado de la oferta no se exportan normalmente y que en el mercado de productos ecológicos han encontrado un nicho de mercado adecuado a la limitada oferta, tales como: frutas procesadas, hierbas aromáticas, vinagres finos, pulpa de guayaba, carne de búfalo, hortalizas, leche, leguminosas y semillas, piña, naranja, café liofilizado y cítricos (MADR, 2004). El mismo ministerio presenta las superficies dedicadas a cultivos ecológicos en nuestro país (tabla 26).

**Tabla 26. Cultivos y superficies dedicadas a sistemas ecológicos en Colombia (2003).**

PRODUCTOS	HECTÁREAS
Café	13.000
Caña de Azúcar	1.191
Banano	400
Ganadería Búfalos	6.300
Palma de Aceite	5.000
Cacao	1.200
Mango	239
Hortalizas	127
Caña Panelera	100
Aromáticas	10
Frutas	1.507
Aceite de Seje	100
Total	29.174

Tomado de: MADR, 2004. Fuente: CCI, Fedecafe, Estudios Proexport, Gremios

Como se observa en la tabla anterior, casi la mitad de los productos ecológicos exportados por Colombia hasta el año 2003 corresponden al rubro de café orgánico (44.5%), seguido de leños por palma africana (17%), cacao (4%), caña de azúcar (4%) y frutas tropicales (5%).

Esta distribución es interesante, porque revela de nuevo que el café es el rubro más importante de la agricultura colombiana y porque incluye dos de los cultivos agroindustriales de mayor relevancia en el contexto social y económico del país.

La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, que posee uno de los mejores Centros de Investigación Científica del país (Cenicafé), está comprometida en el desarrollo de modelos tecnológicos para el café orgánico, que es considerado como una de las líneas de cafés especiales, es decir, aquellos tipos de café valorados por los consumidores por sus atributos consistentes, verificables y sostenibles y por los cuales están dispuestos a pagar precios superiores que redunden en un mayor bienestar de los productores. Otros tipos de cafés especiales son los cafés de finca; cafés amigables con el medio ambiente; cafés de conservación; cafés de comercio justo y cafés sustentables. La Federación aspira a exportar 1,5 millones de sacos de cafés especiales en el 2007.

Para el 2004 estima la producción de café orgánico<sup>53</sup> en 25 mil sacos de 70 kilos. Hoy existen varias empresas exportadoras como Eco-Bio Colombia y Café Mesa de los Santos, que suman exportaciones por casi US \$2 millones anuales. Actualmente la Federación de Cafeteros está terminando una guía ICONTEC (sigla del Instituto Colombiano de Normas Técnicas) sobre cultivo de café orgánico.

El caso de la Palma de Aceite también es importante de resaltar, puesto que se trata de un cultivo que ha avanzado notablemente en los últimos años en el país, que está ligado a las producciones agroindustriales en donde se invierten altas sumas de dinero y en donde el carácter de la producción es, por lo general, de tipo latifundista.

De acuerdo con el mismo informe del Ministerio de Agricultura, para 1999 se estimaban casi 2.000 hectáreas cultivadas de Palma certificada o en transición en Colombia, cifra que ha aumentado a 5 mil en el año 2003 (2.85% del área sembrada que se estima en 175 mil hectáreas).

Uno de los mayores problemas ambientales que enfrenta el sector agropecuario de Colombia es, sin duda alguna, lo que algunos investigadores denominan la potrerización del país, es decir, la utilización de tierras en ganadería, casi toda de tipo extensivo. Se estima que algo más de 42 millones de hectáreas se utilizan en este tipo de actividad, cuando la vocación de las tierras para ganadería en Colombia se ubica solamente alrededor de las 16 millones de hectáreas. Es decir que existen problemas severos de subutilización del suelo debido a la ganadería.

Por esto cobra especial importancia los trabajos sobre ganadería ecológica que viene adelantando desde 1999 el Fondo Ganadero del Centro y la Fundación Vapores del Magdalena. Aunque se trata de una porción muy pequeña de las explotaciones agropecuarias (6.300 hectáreas), el proceso incluye algo más de 4.000 cabezas, donde un 99% son búfalos y el 50% corresponde a vientres bufalinos destinados al programa de cría y leche. La producción de leche ha registrado promedios de producción mensuales de 2.500 litros diarios. La importancia del proyecto radica fundamentalmente en su valor pedagógico, educativo e investigativo y en su potencialidad como inductor de procesos de reconversión en este subsector productivo.

En otras partes del país y siempre de acuerdo con el MADR (2004), se desarrollan trabajos de pequeña ganadería de leche ecológica que, sin embargo, no se comercializa como tal.

De la tabla 26 también se desprende que existen procesos de agricultura ecológica certificada en algunos sistemas de cultivo con alta potencialidad competitiva, como en el caso de frutas (1.507 hectáreas), aromáticas (10 ha) y mango (239 ha). Este último producto es de particular

---

<sup>53</sup> Paredes Carlos. Federecafé enero 2004.

importancia porque tiene bastante demanda en los mercados de Estados Unidos, Europa y Canadá. Además su pulpa se exporta desde 1988 a Europa. Otros productos promisorios de exportación se muestran en la tabla 27.

**Tabla 27. Frutas y vegetales producidos en Colombia con métodos convencionales y con potencial exportador a Europa como productos ecológicos. (Tomado de MADR, 2004)**

VEGETALES DE CONTRAESTACIÓN	FRUTAS DE CONTRAESTACIÓN	FRUTAS TROPICALES	FRUTAS EXÓTICAS
Papa	Naranja	Aguacate	Mango
Arveja	Toronja	Piña	Maracuyá
Pimentón	Limón	Banano	Papaya
Tomate	Lima tahití		Plátano verde
Ajo	Tangelo		Banano bocadillo
Pepinillo	Uva		Tomate de árbol
Espárrago	Fresa		Uchuva - Higo
Alcachofa	Frambuesa		Pitahaya
Melón			Curuba
Sandía			Tamarindo - Feijoa

En el centro del país se ha venido desarrollando un “Sistema Asociativo para la Producción Ecológica Certificada de Frutas y Hortalizas de Clima Frío”, cofinanciado por la Asociación de Productores de Hortalizas y Frutas Colombianas, Asohofrucol. El grupo está integrado por 28 socios, que certificaron 109,6 hectáreas, con la Corporación Colombia Internacional y están produciendo: Lechuga Batavia 2%, Lechuga Crespa 3%, Espinaca 3%, Perejil crespo 3%, Coliflor 4%, Zanahoria 4%, Puerro 4%, Rábano rojo 4%, Acelga 5%, Perejil Liso 5%, Lechuga Morada 7%, Lechuga Romana 9%, Brócoli 11%, Cilantro 23%, otros 13%.

Un estudio reciente realizado por Beltrán y Pérez (2002) muestra que, para el caso de la caña panelera, dada la baja inversión realizada en los cultivos ecológicos frente a los convencionales, la utilidad por unidad (\$/tn) es igual en los dos sistemas y aunque se generan mejores niveles de rentabilidad en los ecológicos, la utilidad por hectárea en los convencionales es 125% superior.

En el tomate a pesar que la productividad por metro cuadrado y por ciclo es mayor en la producción convencional que en la ecológica, el ingreso por metro cuadrado es mayor en ésta última, debido al mayor precio de venta. Igualmente los porcentajes de tomate de primera calidad son mayores en el cultivo de AE (30%) que en el convencional (20%). No obstante, los costos de producción son mayores en el tomate ecológico

En mango los cultivos ecológicos presentan productividad por hectárea y por planta 53% y 186% más altas que los convencionales, en tanto que la inversión económica es tres veces menor en el cultivo ecológico y el ingreso es 54% superior. La rentabilidad es 156% más alta, gracias a la poca inversión que se realiza en las fases de instalación y mantenimiento del cultivo ecológico seleccionado para la comparación.

El mercado mundial del banano aumenta a tasas cercanas al 1.9% anual. El principal proveedor de banano ecológico (bE) es la República Dominicana cuyas exportaciones en este rubro alcanzaron 44 mil toneladas en 2000.

Varias plantaciones de gran escala han entrado en el mercado a través de firmas como Dole, Fyffes y Chiquita que desde Honduras y Ecuador se han introducido al mercado de los Estados Unidos (Beltrán y Pérez, *op. cit.*). Estos autores, estudiando plantaciones comerciales con similares condiciones tecnológicas y económicas de producción, encontraron variaciones muy pequeñas (0% - 3% y 7%) en rendimientos por planta, hectárea y calidad a favor de la producción convencional y un mayor porcentaje en la intensidad de uso de la mano de obra (28%) en el ecológico. Los dos tipos de cultivo requieren similares niveles de inversión (aproximadamente 35 millones por hectárea) y los indicadores de ingresos, costos y utilidades por unidad de área mantienen una variación del 27% a favor de la producción ecológica, debido al sobreprecio que se paga por el producto que puede llegar al 30%. La rentabilidad anual de los dos sistemas fue similar (22.5%), confirmando su estrecha relación costo / ingreso.

- **El Proyecto ECOS**

En noviembre de 2002 finalizó la primera parte de un trabajo auspiciado por el Ministerio de Agricultura y el Instituto Alexander von Humboldt con el apoyo de la FAO y del Banco Mundial, sobre el diseño de un marco regulatorio para la implementación de un sistema de incentivos para el fomento de la producción agropecuaria ecológica, conocido bajo la sigla ECOS.

El documento revisa las externalidades generadas por la producción agropecuaria ecológica, analiza la institucionalidad existente en el país y realiza un diagnóstico de las cadenas productivas ecológicas en el ámbito nacional, señalando las fallas de mercado e institucionales y las potencialidades de la producción ecológica. Concluye, en términos generales, que existen excelentes perspectivas de vincularse al mercado mundial de productos ecológicos cuya demanda crece a tasas superiores al 40% mientras que la oferta lo hace tan solo a ritmos cercanos al 25%, abriéndose amplias posibilidades de beneficio para los exportadores.

El sistema ECOS se propone como parte de una política estatal que de ninguna manera reemplazaría los proyectos y planes de la política sectorial. Está conformado por unos instrumentos centrales de tipo económico que deben ser complementados por mecanismos institucionales (Ministerio de Agricultura, 2002a). En términos generales se proponen cuatro instrumentos:

Incentivo a la conversión en producción ecológica. Pretende fomentar cambios en los procesos de producción mediante la adopción de sistemas de producción ecológica, de acuerdo con la reglamentación existente.

Reembolso por certificación. Mecanismo de compensación a los productores ecológicos sobre el costo de la certificación para facilitar acceso a mercados, para garantizar la calidad de los productos y estimular la organización social en torno a estos procesos.

Incentivo a la acreditación. Instrumento para el fomento de los organismos acreditados por el sistema nacional de acreditación. Incentivo a la inversión productiva agropecuaria ecológica. Mecanismo de reembolso a los productores ecológicos sobre costos de inversión productiva ecológica relacionados con la infraestructura y el desarrollo de prácticas de recuperación de los recursos biofísicos, como reconocimiento a los bienes y servicios ambientales que generan. La propuesta, que se continuará desarrollando en una fase II durante el año 2003, enfatiza en los procesos de información, en la priorización de los rubros productivos, las posibilidades de financiación y los mecanismos de evaluación. Se espera que, luego de esta fase, se inicie en firme su inclusión dentro de la política sectorial agropecuaria del país.

## 7.5 LA NORMATIVIDAD SOBRE AGRICULTURA ECOLÓGICA EN COLOMBIA

Por fuera de una serie de normas complementarias o relacionadas con temas específicos sobre fertilizantes y acondicionadores de suelos, producción, importación y comercialización de semillas, calidad del agua, desechos de producción, límites máximos para residuos de plaguicidas en los alimentos, insumos agrícolas y pecuarios, alimentos procesados y otros temas afines, en Colombia se han expedido dos normas de trascendental importancia para el desarrollo y reglamentación de la AE: la resolución 544 del Ministerio de Agricultura expedida en 1995 y la resolución 0074 de abril del año 2002, que reemplazó a la primera.

La importancia de la resolución 544 es que marca un hito en la introducción del tema a escala gubernamental, en momentos en que desde varios sectores se hacían esfuerzos investigativos y de producción comercial de productos ecológicos. Esta resolución, empujada principalmente por las exigencias del mercado, generó un marco de referencia legal al cual se adscribieron los primeros exportadores de productos ecológicos en el país. Pese a sus deficiencias, se convirtió en la primera norma que posibilitó e impulsó el acceso a mercados externos vía certificación de muchos productos ecológicos de Colombia.

Palacios (*com. per.*)<sup>54</sup> señala, entre las principales deficiencias de la citada norma, los siguientes:

- ❑ Usaba sin diferenciar los conceptos de agricultura ecológica, biológica u orgánica
- ❑ Requería ajustes para compatibilizarla con la normatividad internacional
- ❑ Requería introducir mayor flexibilidad en los tiempos de reconversión
- ❑ Implicaba costos elevados de la certificación
- ❑ No incluía procesos de recolección y almacenamiento.
- ❑ No incluía antecedentes reglamentarios ni competencias de otros entes administrativos y de control
- ❑ Carecía de un marco definitorio sobre conceptos como: acreditación, certificación, verificación, inspección, entidad certificadora, entidad inspectora, entidad acreditadora, entidad de control, embalaje, empaque y empaque.
- ❑ El Sello ecológico no estaba claramente definido.

### • La Normativa Vigente (Resolución 074 del año 2002)

Por las razones anotadas, que se discutieron en diversos escenarios con productores, técnicos y comercializadores, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural expidió la resolución 0074, que reemplazó la resolución 0544/95, por la cual... *"se establece el reglamento para la producción primaria, procesamiento, empaque, etiquetado, almacenamiento, certificación, importación y comercialización de productos agropecuarios ecológicos"*.

---

<sup>54</sup> María Teresa Palacios. Bióloga. Instituto de Investigaciones sobre la Biodiversidad "Alexander Von Humboldt"

---

En esta resolución se reconoce que...” los sistemas de producción ecológicos ya sean de tipo vegetal o animal, tienen como objetivo garantizar la sostenibilidad y renovabilidad de la base natural, mejorar la calidad del ambiente mediante limitaciones en la utilización de tecnología, fertilizantes o plaguicidas que puedan tener efectos nocivos para el medio ambiente y la salud humana...” Es claro que si este reconocimiento se aplicara, sin excepción, a todos los sistemas de producción agropecuarios del país, la situación general de la agricultura en Colombia tomaría senderos muy diferentes a los actuales, en los que predomina el deterioro de los recursos naturales, la injusticia social y las afectaciones a la salud de los consumidores.

Pero además de las consideraciones anteriores, el Decreto 074 se basa en la necesidad de generar reglas armonizadas con las normas internacionales sobre la materia, en el reconocimiento de crecientes demandas nacionales e internacionales de productos agropecuarios ecológicos y en la necesidad de garantizar la calidad de los productos mediante sistemas de inspección y certificación. En general, la normativa presenta los siguientes capítulos:

- Capítulo I: Objeto y campo de aplicación
- Capítulo II: Definiciones
- Capítulo III: Condiciones generales
- Capítulo IV: Requisitos generales de la producción agropecuaria ecológica (componentes agrícolas – pecuarios – alimentos procesados.
- Capítulo V: Etiquetado, envase y empaque
- Capítulo VI: Procedimiento para evaluar la conformidad (componente agrícola – componente pecuario – grupos de productores – comercialización)
- Capítulo VII: Comercialización
- Capítulo VIII: Entidades de control
- Capítulo IX: Productos e insumos para la producción agropecuaria ecológica

### ***Exclusiones e inclusiones en la norma***

Aunque en el campo de aplicación (capítulo I) se afirma que la normativa se extiende a los productos agrícolas vegetales y animales transformados o no y a aquellos provenientes de actividades pesqueras y acuícolas, lo cierto es que estas actividades, al igual que las referentes al subsector forestal no se encuentran referenciadas en la norma. Es decir, que aparece un vacío importante en lo relativo a las actividades acuícolas, pesqueras y forestales.

El Sistema de Producción Agropecuario Ecológico (SPAEE) se define en el capítulo II como un.. “sistema holístico de gestión de la producción que promueve y realza la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo, basada en la reducción de insumos externos y la exclusión de insumos de síntesis química...”. Esta definición elimina de entrada la posibilidad de utilizar plaguicidas químicos al igual que, como se enuncia reiteradamente en el articulado subsiguiente, el uso de plantas transgénicas.

Los puntos fuertes de la definición anterior están en el papel de primera línea que le concede a la actividad biológica del suelo y en el reconocimiento de la biodiversidad como un elemento fundamental a introducir en las prácticas agropecuarias. A este respecto, sin embargo, la normativa no realiza distinciones entre distintos tipos de arreglo de cultivos (asocios, multiestrata, relevos, cultivos múltiples) y aunque no lo explicita formalmente, en la práctica admite arreglos de cultivo únicos o monocultivos (que en teoría no favorecen ni la biodiversidad

ni las prácticas de AE). Esta indefinición a la larga puede resultar favorable, puesto que permite la búsqueda de soluciones a uno de los mayores problemas que enfrenta la AE en nuestro país, a saber: ¿Cómo hacer AE a escalas comerciales en superficies extensas de monocultivo?.

### ***Una discusión epistemológica***

En el artículo 9 de la norma se define la unidad de producción agropecuaria ecológica como...“un organismo vivo, dinámico y sistémico...”. A pesar que esta definición no genera efectos en el articulado posterior, es necesario criticarla en cuanto a su contenido epistemológico. Las unidades de producción no son seres vivos en sí mismos, como tampoco lo es el suelo en sí mismo. Tanto aquellas como éste son sistemas que contienen vida pero no pueden considerarse “organismos” en la acepción que la biología le concede a este concepto.

Por supuesto que en un solo gramo de suelo se encuentran millones de micro, meso y macroorganismos. Pero el suelo carece de movimiento y de facultades reproductivas propias. Su evolución está condicionada por factores externos y no posee facultades de reproducción sexual o asexual. Crece por enriquecimiento externo de materiales o por meteorización de la roca. Algo similar puede decirse de las unidades de producción o fincas. Estas son sistemas complejos compuestos por subsistemas de diversas estructuras y funcionamientos pero están muy lejos de ser consideradas como organismos vivos.

### ***Los períodos de reconversión***

En esta misma línea de discusión en el capítulo IV de la norma se permite un tiempo mínimo de reconversión de dos (2) años para cultivos transitorios o semipermanentes y de tres (3) años para cultivos permanentes, aunque en el correspondiente parágrafo se admite como tiempo mínimo de reconversión un período de doce (12) meses, en función de la utilización del suelo, la situación agroecológica y el tipo de cultivo a establecer.

Esto último es interesante, porque de alguna manera reconoce la existencia de diversas clases de suelos que, en un país tropical y de alta diversidad biológica y cultural como Colombia, exige planteamientos abiertos a las características propias de cada región o, en este caso, de cada expresión específica del recurso suelo. No obstante que la norma permite esta elasticidad en los tiempos de reconversión, falta ver hasta qué punto las entidades certificadoras y los mismos productores se han interesado en los procesos de identificación de las características locales de los suelos.

No es lo mismo, por ejemplo, la retención de contaminantes inorgánicos que pueda realizar un suelo con altos contenidos de materia orgánica que otro carente de ella, como tampoco será igual la dinámica de los productos de descomposición secundaria de plaguicidas aplicados a un suelo de tipo montmorillonítico a otro de tipo caolinítico, por citar solamente los extremos mineralógicos. Factores como el tipo de drenaje, susceptibilidad al encharcamiento, pendiente, distribución de horizontes, contactos líticos, grado de compactación, deterioro o conservación de la estructura, grado de erosión, textura u otros limitantes subsuoficiales, deberían ser tenidos en cuenta en el momento de establecer tiempos de reconversión y procesos productivos aceptables por los organismos certificadores.

Para que los productos animales puedan comercializarse como “producto agropecuario Ecológico”, los animales deberán ser criados con procedimientos ecológicos durante períodos de al menos un (1) año para bovinos y bufalinos, seis (6) meses para pequeños rumiantes y cerdos y 10 (10) semanas para aves de corral (seis (6) semanas para producción de huevos).

---

### ***Las deficiencias tecnológicas y/o de conocimiento científico***

En los artículos 13 al 16, que tratan del mantenimiento del suelo, del manejo fitosanitario y del uso de semillas, se reconoce que, cuando cada uno de estos procesos no pueda hacerse mediante la utilización de los métodos o insumos ecológicos en esos artículos, se puede recurrir a los materiales mencionados en los Anexos de la Norma.

Aunque la lista de materiales aceptados y citados en los respectivos anexos es extensa, las preguntas que surgen respecto a ellos tienen que ver con el grado de comprobación científica que se ha hecho para establecer las condiciones agroecológicas y de manejo en que son eficientes. En otras palabras, subsisten dudas razonables sobre el funcionamiento de la mayor parte de los elementos que allí se mencionan.

Y esta reflexión lleva directamente al centro de las dificultades de la AE en Colombia, que es la marcada ausencia de referentes científicos para la mayor parte de los procesos, insumos y/o prácticas que se utilizan en las fincas ecológicas, ya discutida en estas páginas.

### ***Los procesos de certificación y control***

El proceso de certificación se define en la norma como...“el procedimiento mediante el cual una tercera parte da constancia por escrito o por medio de un sello de conformidad de que un producto, un proceso o un servicio cumple los requisitos especificados en el reglamento”.

Esta “tercera parte” son los Organismos de Certificación definidos como entidades imparciales, públicas o privadas, nacionales, extranjeras o internacionales que poseen la competencia y la confiabilidad necesarias para administrar un sistema de certificación, consultando los intereses generales. En Colombia prestaban este servicio, hasta el año 2005, la Corporación Colombia Internacional (CCI), Biotrópico y Biolatina, la primera de ellas acreditada ante la Superintendencia de Industria y Comercio, máxima autoridad colombiana de acreditación en este campo. Biotrópico estaba en proceso de acreditación y Biolatina solamente tiene autorización para certificar productos de exportación. Hasta marzo de ese año la firma BCS ÖKO Garantie GmbH de Alemania tenía un contrato con la CCI, pero debido a problemas administrativos en ésta última entidad, la BCS decidió establecer una oficina independiente para ofrecer el servicio.

Para evitar los trámites que implican el aval de una entidad internacional acreditada por el IFOAM o la Unión Europea, el Ministerio de Agricultura de Colombia presentó una solicitud a la U.E. para ser considerado como país tercero, lo que implicaría que las certificadoras nacionales fueran reconocidas en el mercado internacional.

En el artículo 56 de la Norma, se le adjudica al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural la coordinación del funcionamiento del sistema de control con entidades como INVIMA (Instituto nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos) en lo referente a productos alimenticios procesados), ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) en los temas de insumos agrícolas y pecuarios y con la Superintendencia de Industria y Comercio para los tópicos relativos a los organismos de certificación.

Los reglamentos de certificación definen el procedimiento, regula el otorgamiento, la gestión global, el uso y extinción de la certificación. Tiene por objeto identificar la conformidad del sistema de producción y/o procesamiento y/o empaque y/o importación y/o comercialización de

productos ecológicos de un productor y/o procesador y/o comercializador respecto a los requisitos establecidos por los diferentes estados y las organizaciones de normalización reconocidas internacionalmente.

La Certificación para productos ecológicos se podrá otorgar en dos categorías: Certificación Producto Ecológico en Conversión y Certificación para Producto Ecológico y se concede a:

- a) Productos agrícolas vegetales no procesados o producción primaria.
- b) Productos pecuarios no procesados.
- c) Productos silvestres.
- d) Productos procesados a partir de materias primas agrícolas y pecuarias definidas en los literales a), b) y/o c).

Los costos de la certificación son variables, en función de la entidad certificadora y/o de la asociación de agricultores: La CCI cobraba, en el año 2002, \$1.700.000 para inscripción de grupos y \$1.020.000 para inscripción individual (US \$653 y 392 aproximadamente)<sup>55</sup>.

Las visitas de esa misma entidad y en ese mismo año, costaban, para grupos, US \$700 e individual US \$138. La empresa Biotrópico puede cobrar entre US \$ 200 – 300 por visita de un día, en tanto que algunas certificadoras internacionales pueden cobrar hasta US \$ 1000 por visita.

### ***Obstáculos y potencialidades en la comercialización de productos de agricultura ecológica***

Como se enunció anteriormente, el país tiene fortalezas competitivas en más de 30 productos vegetales que incluyen hortalizas y frutales y cultivos transitorios de contra estación. No obstante, la información sobre demandas internas y externas, ofertas por productos, datos de comercialización y mercadeo, volúmenes de producción actual y potencial y otras cifras vitales para organizar la comercialización, son escasas en el país.

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural realizó a escala nacional la encuesta de opinión para conocer la disponibilidad a pagar de los consumidores por los productos ecológicos, encontrando resultados negativos con relación a los sobrepuestos, contrario a lo que sucede en los países desarrollados.

Por el momento el mercado de productos ecológicos en Colombia parece ser un privilegio de las clases económicamente altas, que pueden pagar sobrepuestos por su adquisición. La polémica se centra en la necesidad de rebajar los costos al consumidor con el objeto de permitir que mayores porcentajes de la población accedan al beneficio de alimentos sanos.

No obstante lo anterior, el mercado de productos ecológicos aumenta de manera notable, alcanzando en la actualidad alrededor de 30.000 has certificadas, como se anotó anteriormente.

Es muy probable que con la entrada en vigor en los próximos años del Tratado de Libre Comercio (TLC) con Estados Unidos, los productos ecológicos colombianos tengan buenas oportunidades de acceder y consolidarse en ese mercado, empujando su producción de manera significativa.

---

<sup>55</sup> Con un valor de cambio de \$2600 pesos por dólar

---

---

No debe olvidarse, sin embargo, que las motivaciones y las consecuencias de la AE no son solamente de acceso al mercado y de elevación de ingresos de los productores. Esta escuela de pensamiento agrario, como ya se anotó, conlleva una serie de propuestas filosóficas y de principios agronómicos que resultan estratégicas en la conformación de un modelo de agricultura diferente, con potencialidades para incidir en los procesos de paz nacional, conservación y uso sostenible de la biodiversidad y de los recursos naturales, seguridad alimentaria, equidad social y desarrollo sostenible.

---



## BIBLIOGRAFIA

- Acosta, O. 2000.** Alimentos transgénicos otra subversión quimérica del orden natural. En: Memorias del Seminario sobre "Cultivos transgénicos: implicaciones ambientales en Colombia. Bogotá. Programa de Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo. Instituto de Estudios Ambientales – Universidad Nacional de Colombia. Pp 63 – 71
- Acot, P. 1978.** Introducción a la Ecología. Ed. Nueva Imagen. México D. F., 152 p.
- Ángel, M. A. 1996.** Desarrollo sustentable o cambio cultural. Una reflexión sobre el desarrollo agrario. En: La Gallina de los huevos de oro: debate sobre el concepto de desarrollo sostenible. Libro ECOS No 5. Ed. CEREC-ECOFONDO. Pp 102-121.
- Ángel, M.A. 1993.** La trama de la vida. Bases ecológicas del pensamiento ambiental. Ed. Dirección General de Capacitación del Ministerio de Educación Nacional - Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 77 p.
- Ángel, M.A. 1995.** La fragilidad ambiental de la cultura. Ed. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 127 p.
- Ángel, M.A. 1996.** El reto de la vida. Ecosistema y cultura. Una introducción al estudio del medio ambiente. Ed. Ecofondo. Bogotá. 109 p.
- Ardila S. 1994.** Los agroquímicos y la relación agricultura medio ambiente. Bogotá. Universidad de los Andes. Documento mimeografiado.
- Arzuaga, J. L. y Martínez, I. 1998.** La especie elegida. La larga marcha de la evolución humana. Ed: temas de hoy. España. 342 p.
- Baquero, I., Méndez, H., Arcila, B., Cardozo, F., López, C., Acevedo, F., Galindo, J.R. y Herrera, D. s.f.** Relaciones entre Pobreza Rural y Deterioro Ambiental en la Zona Árida del Patía, Colombia. Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuarias (Corpoica).
- Behe, M.J. 1999.** La caja negra de Darwin. El reto de la bioquímica a la evolución. Traducción Carlos Gardini. Ed: Andrés Bello Española. 364 p.
- Beltrán, T. y Pérez, M.A. 2002.** Análisis comparativo de costos de producción ecológica versus costos de producción convencional. Bogotá. Ministerio de Agricultura - Centro Internacional de Agricultura Orgánica (CIAO) – Informe Final. 49 p.
- Bezlova, A. 2006.** Agricultura china: el dilema del arroz transgénico. International Press Service.
- Bigwood, J. y Stevenson, S. 2000.** El hongo fusarium: cuestiones que merecen ser consideradas en relación con el proyectado uso de un micoherbicida en Colombia. Inédito. 5p.
- Bunch, R. 1982.** Dos mazorcas de maíz. Una guía para el mejoramiento agrícola orientado hacia la gente. Vecinos Mundiales. Portland. U.S.A. 267p.

- Bustamante R. 1994.** Insumos y maquinaria agrícola. En: Competitividad sin pobreza. Estudios para el desarrollo del campo en Colombia. González, C y Jaramillo, C. F. Coordinadores. Departamento Nacional de Planeación – FONADE. Tercer Mundo Editores. Bogotá.
- Caballero, H y L. Durango. 1998.** Aproximaciones para la evaluación de dos complejos cenagosos en el marco de la depresión Momposina. En: Gestión y Ambiente. No 1. Posgrado en Gestión Ambiental. Facultad de Minas-Instituto de Estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. Pp 27-37.
- Carson, R. L. 1962.** Silent spring. Crest Books. Ed: Fawcet World Library. New York, U.S.A:
- Carrizosa, J. 1996.** La evolución del debate sobre el 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 44 – 68.
- 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.
- CENSAT, 2003.** Agroecología. Ver...de la tierra. Cuadernos. Centro Nacional de Estudios en Salud, Ambiente y Trabajo. Censat Agua Viva – Amigos de la Tierra Colombia. Bogotá, Colombia. 32 p.
- COLCIENCIAS 1990.** Perfil ambiental colombiano. Bogotá.
- COLCIENCIAS 1999.** Plan estratégico 1999 – 2004 del Programa de Ciencias del Medio Ambiente y del Hábitat:. Bogotá.
- Consejería de Agricultura y Pesca (CAP). 2004.** Plan andaluz de agricultura ecológica. Junta de Andalucía. 252 p.
- Consultplan, 1998.** Diagnóstico de los distritos de mediana y gran escala en operación. INAT. Subprograma de Servicios Complementarios. Vol II. Bogotá. 132 p.
- Contraloría General de Colombia. 2002.** Política de Adecuación de Tierras en Colombia, Bogotá.
- Corporación Autónoma Regional de Chivor (Corpochivor) 2002.** Plan de gestión ambiental regional 2001 – 2006. Disponible en seis CD Rom.
- Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuarias – Corpoica 1999.** Determinación de los niveles de contaminación por metales pesados tóxicos en los principales subsistemas de producción de la planicie aluvial baja del río Bogotá. – Tibaitatá – Bogotá.
- Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuarias – Corpoica .2002.** Aspectos a tener en cuenta para la reglamentación de la tasa del uso del agua – Tibaitatá – Bogotá.
- Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuarias (CORPOICA), 1999.** Principales avances en investigación y desarrollo tecnológico por sistemas de producción agrícola
- 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, L.A. 1982.** Geografía de los suelos de Colombia. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 161 p.
- Cortés, L. A. 1987.** Tierras féculas para la paz: Llanura del Caribe. En: revista La Tadeo. Vol. III. No 16 pp. 22 – 25.
- Cortés, L. 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.
- Coy G.A. 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.
-

- 
- Cummings, J. 2005.** Allergenic GM Papaya Scandal. <http://www.i-sis.org.uk/PapayaAllergy.php>
- Chaparro, G. 2000.** La ingeniería genética en la agricultura: ¿Entre Frankenstein y Prometeo? En: Memorias del Seminario sobre "Cultivos transgénicos: implicaciones ambientales en Colombia". Bogotá. Programa de Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo. Instituto de Estudios Ambientales – Universidad Nacional de Colombia. Pp 37 – 57
- Deléage, J.P. 1993.** Historia de la ecología – Una ciencia del hombre y la naturaleza. Ed: Icaria. Barcelona, España. 364 p.
- Dinham, B. 2005.** Agrochemical markets soar – pest pressures or corporate design? *Pesticides News* B<sup>0</sup> 68. p. 9-11
- ECOFONDO 1996.** La gallina de los huevos de oro. Ed: Cerec-Ecofondo. Bogotá. 135 p.
- Eicher, C.K. 1995.** Zimbabwe's maize-based green revolution: preconditions for replication. *World Dev.*, 23: 805-818.
- Embid, A. 2005.** Armas contra las guerras. *Revista de Medicina Holística*, No 70.
- Espinosa J. A. 2000.** Caracterización de los productores en los procesos de la investigación agropecuaria. Bogotá. Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (Pronatta) – Ministerio de Agricultura). 8 p.
- Esquivel, P.A., Brutus, D., Ross, P., Yánez, I., Nyerere, R., Frantz J, M., Mshana, R., Diarra, S. y Emalyn, R.S. 2002.** Veredicto del Jurado del tribunal internacional de los pueblos sobre la deuda. Porto Alegre, Río Grande do Sul, Brasil, 1 y 2 de febrero. II Foro Social Mundial.
- F.A.O. 1996.** Enseñanzas de la Revolución Verde. Hacia una nueva Revolución Verde. Documentos técnicos de referencia. 18 p.
- 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.
- Federación Nacional de Arroceros (Fedearroz), 1996.** Un paso adelante en investigación y transferencia de tecnología. Bogotá.
- Federación Nacional de Arroceros (Fedearroz), 2001.** Arroz en Colombia 1980 - 2001. Fondo Nacional del Arroz. 182 p.
- 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.
- Fravel, D.R., Strosz, S.K. y Larkin, R.P. 1996.** Effect of temperature, soil type, and matric potential on proliferation and survival of *Fusarium Oxysporum* f. sp. *oxythroxyli* from *Exythroxyllum coca*. *Phytopathology* 86: 236-240
- Freebairn, D.K. 1995.** Did the green revolution concentrate incomes? A quantitative study of research reports. *World Dev.*, 23: 265-279.
- Gallego M.I., Sanín A, Marqués F. 2003.** Perfil cognoscitivo de trabajadores expuestos a plaguicidas en el sector bananero de Urabá - Antioquia.
- Geoingeniería, 1999.** Identificación de prioridades para la gestión ambiental en ecosistemas de páramos, sabanas, zonas áridas y humedales de agua dulce. Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá. Disponible en CD Rom.
- Goldman, A. y Smith, J. 1995.** Agricultural transformations in India and northern Nigeria: exploring the nature of green revolutions. *World Dev.*, 23: 243-263.
- Gómez. S. C. 2002.** Modelo para la evaluación, monitoreo y seguimiento del impacto ambiental de las actividades agrícolas intensivas sobre los suelos colombianos. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Estudios Ambientales – Facultades de Derecho y Ciencias Económicas. Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo. Tesis de grado. Bogotá. 183 p.
-

- González, C. y Jaramillo, C.F. (Eds) 1994.** Competitividad sin pobreza: Estudio para el Desarrollo del Campo en Colombia. Bogotá. Departamento Nacional de Planeación, Fonade y Ed. Tercer Mundo.
- Grisales, R. C. (2000).** Estudio de los antecedentes ocupacionales de un grupo de pacientes con diagnóstico de insuficiencia renal crónica terminal hemolizados en la unidad renal de la clínica Rafael Uribe Uribe del ISS en Cali. En: Resúmenes del IV Simposio Nacional sobre Pesticidas, Ambiente y Salud. Universidad Nacional de Colombia – RAPALMIRA. Palmira. Marzo 30-31. Pp 64 – 66.
- Grupo de Reflexión Rural, 2003.** Estado en construcción – Estado de gracia. Ed: Tierra Verde. Rivadavia – Argentina. 126 p.
- Harris, M. 1978.** Caníbales y Reyes. Los orígenes de las culturas. Ed: Argos. España, 286 p.
- Henao, R. 1994.** Insumos y Maquinaria Agrícola. En: Competitividad sin Pobreza. Clara González y Carlos Felipe Jaramillo. Estudios para el desarrollo del campo en Colombia. DNP – Fonade, TM Editores.
- Herrera, S. A. 2002.** Análisis y proyección del uso y manejo del recurso hídrico en el sector de adecuación de tierras del país. Ministerio del Medio Ambiente – Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios Ambientales (IDEAM). Bogotá.
- Ho, M.V. y Cummings, J. 2005.** Árboles Transgénicos - La Ultima Amenaza  
<http://transgenicos.ecoportal.net/content/view/full/45904>.  
<http://www.ipsnoticias.net/interna.asp?idnews=33968>
- IGAC, 1987.** Mapa de Uso Actual de la Tierra en Colombia. Bogotá. 43 p.
- Instituto Colombiano Agropecuario – ICA. 2002.** Subgerencia protección y regulación agrícola. Restricciones y prohibiciones de plaguicidas de uso agrícola en Colombia. Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). 1998.** El Medio Ambiente en Colombia. Bogotá. 495 p.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). 2001.** Degradación de suelos y tierras por erosión, remoción en masa y sedimentación. Subdirección de Geomorfología y Suelos.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). 2002.** Oferta y demanda del recurso hídrico en Colombia. Bogotá.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt” (IAvH). 1997.** Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad en Colombia. Tomo II. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) – Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuarias (CORPOICA). 2002.** Zonificación de los conflictos de uso de las tierras en Colombia. Estudio en 4 CD – Rom. CD1: zonificación agroecológica de Colombia CD2: cobertura y uso actual de las tierras CD3: vocación de uso de las tierras CD4: uso adecuado y conflictos de uso de las tierras en Colombia. Bogotá. El Instituto.
- Instituto Nacional de Adecuación de Tierras – INAT. 2001.** Sugerencia para la reglamentación art. 43 ley 99/93. Subdirección de adecuación de tierras, Bogotá.
- Instituto Nacional de Adecuación de Tierras (INAT), 1998.** Los sistemas de adecuación de tierras en Colombia: principales problemas encontrados. Estudios de caso en campo. Asesoría para el fortalecimiento institucional del INAT. Hidroestudios – Pbest. Asesores. Bogotá. 109 p. y anexos.
- James, C. 2006.** Global Status of Commercialized Biotech/GM crops: 2005. International Service for the Acquisition of Agro-Biotech Applications (ISAAA): Briefs No 34, ISAAA: Ithaca, N.Y.  
<http://www.isaaa.org/kc/>
- Kleter, G. and Peijnenburg, A. 2002.** Screening of transgenic proteins expressed in transgenic food crops for the presence of short amino acid sequences identical to potential, IgE-binding linear epitopes of allergens. BMC Structural Biology 2, 8-19.
-

- Kunik, T., Tzfira, T., Kapulnik Y., Gafni, Y., Dingwall, C., and Citovsky V. 2001.** Genetic transformation of HeLa cells by Agrobacterium. PNAS USA, 98, 1871-87.
- Leaky, R.E. 1986.** La formación de la humanidad. Ed. Orbis, S.A. España. 160 p.
- Leaky, R. y Lewin, R. 1994.** Nuestros orígenes. En busca de lo que nos hace humanos. Traducción de María José Aubet. Ed: Crítica. Barcelona. España. 300 p.
- Lacky, P. 2004.** ¿Cómo enfrentar la crisis del agro: ¿Lamentando los problemas insolubles o resolviendo los problemas solucionables? [www.http//polanlacky.com.br](http://polanlacky.com.br)
- León, S. T. y Rodríguez, S. L. 2002.** Ciencia, tecnología y ambiente en la agricultura colombiana. Cuadernos Tierra y Justicia No 4. Instituto Latinoamericano de Servicios Legales Alternativos. Bogotá. 44 p.
- León, S. T. 2003.** Factores tecnológicos y ambientales en la competitividad de la agricultura colombiana. Consultoría elaborada para el Ministerio de Agricultura Desarrollo Rural, el Programa de Cooperación de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Banco Mundial. Bogotá. 92 p.
- León, S.T. y Moreno, J.A. 1997.** Agricultura y biodiversidad- una reflexión ambiental. Instituto de Estudios Ambientales - Universidad Nacional de Colombia. 9 p.
- León, S. T., Sánchez, A. J., Cruz, M., Poveda, A., Díaz, O.A., Rubio, R., Silva, A, Valenzuela, E. Y Velandia A. 2003.** Incorporación de consideraciones de biodiversidad en la política sectorial agropecuaria de Colombia. Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt”. Bogotá, 276 p.
- León, S.T. y Espinoza, J. 2004.** Consideraciones ambientales del sector agropecuario y el medio rural colombianos. Consultoría elaborada para el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Banco Mundial. Bogotá. 94 p.
- León, S.T., Burgos, S.J., Toro, P.C., Luengas, B.C., Ruiz, R. C., y Romero, H. C. 2005.** Observaciones al “Estudio de los efectos del programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos mediante la aspersión aérea con el herbicida Glifosato (PECIG) y de los cultivos ilícitos en la salud humana y en el medio ambiente”. Bogotá, Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) – Universidad Nacional de Colombia, 35 p.
- Lipton, M. y Longhurst, R. 1989.** New seeds and poor people. Londres, Unwin Hyman.
- 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.
- Magarey, R.C., Yip, H.Y., Bull, J.I. y Johnson, E.J. 1997.** Effect of the fungicide mancozeb on fungi associated with sugarcane yield decline in Queensland. Mycological Research. 101: 7, 858-862.
- Malagón D. C., Pulido, R. C., Llinás, R. R. y Chamorro, B. C. 1995.** Suelos de Colombia: origen, evolución, clasificación, distribución y uso. Instituto Geográfico “Agustín Codazzi” Bogotá. 632 P.
- Maldonado, A. 2003.** Daños genéticos en la frontera de Ecuador por las fumigaciones del Plan Colombia. Informe de investigación. Acción Ecológica Ecuador – Comité Andino de Servicios. Rapal Ecuador. 48 p.
- Márquez, G. 2001.** “De la abundancia a la escasez: La transformación de los ecosistemas en Colombia” en: Palacio, Germán (Editor) Naturaleza en disputa UNIJUS, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C. 323-480pp.
- Martínez, A., J. 2004.** El ecologismo de los pobres. Conflictos ambientales y lenguajes de valoración. Ed: Icaria, Barcelona - España. 363 p.

- Martínez, R. E. 2001.** Lineamientos metodológicos para la evaluación del impacto de los distritos de riego en pequeña escala. Maestría en Economía Agrícola. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Colombia.
- Matamoras, R. M. 2000.** Consideraciones biológicas y ecológicas sobre cultivos transgénicos. En: Cultivos transgénicos implicaciones ambientales en Colombia. Seminario. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales. Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo. Pp 23 - 37
- Mendelson, J. 1998.** Round Up: el herbicida más vendido del mundo. *The Ecologist*. Vol 28 No 5. Pp 23 – 27.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), 2001.** Secretarías de Agricultura Departamentales URPA – UMATA. Hojas de evaluación de costos de producción.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), 2002 a.** Proyecto de marco regulatorio para la implementación de un sistema de incentivos a la producción agropecuaria – ECOS. Bogotá. Convenio con el Instituto Alexander von Humboldt. Informe final de consultoría.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), 2002.** Anuario estadístico del sector agropecuario y pesquero 2001. Dirección de Política Sectorial – Grupo Sistemas de Información. Bogotá. 209 p.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), 2004.** Situación actual de la agricultura y la ganadería ecológica en Colombia. Direcciones de Política Sectorial y de Desarrollo tecnológico – Grupo de Sostenibilidad Agropecuaria y Gestión Ambiental. Bogotá. 21 p.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 1998. Anuario Estadístico.**
- Ministerio de Educación Nacional (MEN), 2002.** Estadísticas educativas. Oficina Asesora de Planeación y Finanzas. Bogotá.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2001.** Política nacional para humedales interiores de Colombia y estrategias para su conservación y uso racional. Bogotá.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2003.** Lineamientos de Política para el Manejo Integral del Agua, Bogotá.
- Ministerio de Salud Pública.** Decreto 1843 de 1991 por el cual se reglamentan parcialmente los títulos III, V, VI, VII y XI de la Ley 09 de 1979, sobre uso y manejo de plaguicidas.
- Ministerio del Medio Ambiente, 1998.** Lineamientos de política para el uso y manejo de plaguicidas En: Política ambientales de Colombia. Bogotá. El Ministerio. Pp 425 –477.
- Morales, C. 2001.** Las nuevas fronteras tecnológicas: promesas, desafíos y amenazas de los transgénicos. Comisión Económica para América Latina (CEPAL) - Santiago de Chile. 77 p.
- Morales, C. 1992.** Comercialización y consumo de plaguicidas en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Bogotá.
- Morris, H. M.1980.** Geología: actualismo o diluvianismo? Institute of Creation Research. Creation research Society. Ed: Terrassa. Barcelona. 129 p.
- Nivia, E. 1992.** Peligros del uso de plaguicidas en la degradación de los suelos. Rapalmira. Palmira.
- Nivia, E. 1995.** Efectos ambientales de los plaguicidas en Colombia. Anexo 1 del documento: “Estudio sobre sostenibilidad en el sector agropecuario”. Universidad Nacional de Colombia. Centro de Investigaciones para el Desarrollo (CID) – Instituto de Estudios Ambientales (IDEA). 91 p.
- Nivia, E. 2000a.** Mujeres y plaguicidas. Una mirada a la situación actual, tendencias y riesgos de los plaguicidas. Estudios de caso en Palmira (Colombia). Rapalmira – Ecofondo – Pesticide Action Network.
- Nivia, E. 2000b.** Algunos riesgos toxicológicos de plaguicidas de acuerdo con estudios en animales. Rapalmira. Palmira.
-

- Nivia, E. 2001a.** Algunos riesgos toxicológicos de plaguicidas aplicados en arroz en la Orinoquia colombiana de acuerdo con estudios en animales. Rapalmira. Palmira.
- Nivia, E. 2001b.** Las fumigaciones aéreas sobre cultivos ilícitos sí son peligrosas – Algunas aproximaciones. Conferencia: Las guerras en Colombia: Drogas, armas y petróleo. Instituto Hemisférico de las Américas – Universidad de California, Davis. 17 a 19 de mayo, 2001.
- Odum, H.T. 1980.** Ambiente, energía y sociedad. Ed: Blume, Barcelona. 409 p.
- Palacios, M. T. 2001.** Agricultura ecológica. Memorias del primer taller nacional sobre investigación y transferencia en agricultura ecológica. Bogotá. Octubre de 2000. Pronatta – IICA.
- Pinheiro Sergio L. G. 1999.** La participación en las acciones de investigación, extensión y desarrollo rural con enfoque de sistemas: una visión constructivista. EPAGRI, Brasil.
- Prescott, V.E. Campbell, P.M., Moore, A., Mattes, J., Rothenberg, M.E. Foster, P.S., Higgins, T.J.V. | and Hogan, S.P. 2005.** Transgenic Expression of Bean r-Amylase Inhibitor in Peas Results in Altered Structure and Immunogenicity. J. Agric. Food Chem. 53, 9023 – 9030
- Programa Nacional de Transferencia de Tecnología (PRONATTA) 1999.** Escenarios regionales de las zonas Centro Oriente, Occidente, Amazonia, Costa Caribe y Orinoquia.
- Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria – PRONATTA, 2003.** La experiencia Pronatta un caso exitoso de reforma en la gestión pública, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Bogotá.
- RAPAL, 2003.** Por la eliminación de los plaguicidas extremada y altamente tóxicos. Documento en Internet. [www.vidasana.org/pdfs/no\\_uso\\_plaguicidas.pdf](http://www.vidasana.org/pdfs/no_uso_plaguicidas.pdf) 8p.
- Reason T., Heron H. 1986.** The uncertain promise: value conflicts in technology transfer. IDOC/ North America. Inc.
- Ribeiro, S. 2005.** Los dueños del planeta: corporaciones 2005. En: La Jornada. México ([www.etcgroup.org](http://www.etcgroup.org)).
- Ribeiro, S. 2006.** Transgénicos, amenaza para los bebés. En: La Jornada, México. <http://www.jornada.unam.mx/2006/01/24/026a1pol.php>
- Rogers A., Andrea C. 1983.** Retos metodológicos para la investigación y la transferencia de tecnología agrícola: Valorando los procesos. Institute of development studies, California.
- Ruiz, N. 2006.** Efectos ecosistémicos de los cultivos de uso ilícito en el Magdalena Medio (Colombia). Tesis de Grado. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia - Instituto de Estudios Ambientales. Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo.
- Rulli, J.E. 2002.** La biotecnología y el modelo rural en los orígenes de la catástrofe que sufre la Argentina. Grupo de Reflexión Rural. ([rtierra@infovia.com.ar](mailto:rtierra@infovia.com.ar))
- Rusell B., 1989.** Educación, participación y transferencia en la agricultura Americana: manual del investigador. IICA/MEC/ - SEPS.
- 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.
- Sahai, S. 2005.** OGM's y salud humana. Gene campaign. [www.ecoportel.net](http://www.ecoportel.net).
- Sahai, S. 2005.** Un desastre llamado algodón Bt. The Times of India, diciembre 1 de 2005.
- Sánchez, J. 2003.** Los instrumentos de política agropecuaria en Colombia y su relación con la biodiversidad. En: Incorporación de criterios de biodiversidad en la política agropecuaria de Colombia. Bogotá. Instituto Alexander von Humboldt – Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad Nacional de Colombia. Documento de trabajo.
- Sánchez, P.A. 1994.** Tropical soil fertility research: towards the second paradigm. 15º Congreso Mundial de Edafología, Acapulco, México. Vol.1, págs. 65-88.

- Sands, D.C., Ford, E.J., Miller, R.V., Sally, B.K. McCarthy, M.K., Anderson, T.W., Weaver, M.B., Morgan, T.C., Pilgeram, A.L. y Darlington, L.C. 1997.** Characterization of a vascular wilt of *Erythroxylum coca* caused by *Fusarium Oxysporum* f. sp. *Erythroxyli* Forma Specialis Nova. *Plant Disease*. The American Pathology Society. Vol. 81, No. 5. Pp 501-504. Publication no. D-1997-01312-04R.
- Solomon, K., Anadón, A., Luiz, C.A., Marshall, J. y Sanin, L.H. 2005.** Estudio de los efectos del programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos mediante la aspersión aérea con el herbicida Glifosato (PECIG) y de los cultivos ilícitos en la salud humana y en el medio ambiente. Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas (CICAD) – División de la Organización de los Estados Americanos (OEA). 143 p.
- Tamames, R. 1980.** *Ecología y Desarrollo. La polémica sobre los límites al crecimiento.* Ed: Alianza. Madrid. 207 p.
- Toledo, V.M., 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.* 118 p. Ed: Siglo veintiuno.
- Universidad Javeriana. 2002** *Lineamientos de Política de Cambio Climático,* Bogotá.
- UNODC, 2005.** *Colombia: coca cultivation survey.* United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). Gobierno de Colombia. 94 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.
- Vásquez, C.L. 2001.** *La dimensión ambiental de la gestión en agroecosistemas.* Boletín Ecofondo No. 22 pp 42 – 51.
- Villa, L.A. 2001.** *Sostenibilidad y medio ambiente. Políticas, estrategias y caminos de acción.* Misión Rural. Vol. 4. Eds: IICA – FINAGRO – Tercer Mundo Eds. 95 p.
- Warwick, H. 1998.** *Agente Naranja: el envenenamiento de Vietnam.* *The Ecologist.* Vol 28 No. 5. Pp 17 – 18.
- Windels, C.E. 1991.** *Current Status of Fusarium Taxonomy. Symposium. Recent advances in Fusarium Systematics.* *Phytopathology* 81: 1048-1051.
- Yunlog, A y Smith, E. 1994.** *Ecosystems and environment* 49: 209 –307.
-