

**CUADERNOS TIERRA Y JUSTICIA No. 4**

# **CIENCIA, TECNOLOGÍA Y AMBIENTE EN LA AGRICULTURA COLOMBIANA**

**TOMÁS ENRIQUE LEÓN SICARD**

Agrólogo M.Sc. Universidad Nacional de Colombia –  
Instituto de Estudios Ambientales, IDEA.

**LILIANA RODRÍGUEZ SÁNCHEZ**

Ingeniera de Producción Agroindustrial. Candidata Maestría  
en Medio Ambiente y Desarrollo – Universidad Nacional de  
Colombia.

ISBN 958-9262-15-5

© Tomás Enrique León Sicard  
© Liliana Rodríguez Sánchez

# CONTENIDO

## INTRODUCCIÓN

### **¿ES VIABLE UN NUEVO MODELO?**

#### **1. Revolución Verde: modelo ajeno**

- Condiciones del éxito
- Transnacionales: el poder en el modelo
- La transferencia

#### **2. VARIACIONES EN TORNO A UNA REVOLUCIÓN**

- Variaciones en el área sembrada
- Variaciones en la producción de los cultivos
- Variaciones en el uso de agroquímicos
- Variaciones en la mecanización agrícola
- Variaciones en el área irrigada
- Una variación nueva: la transgénesis

#### **3. GOLPES AL AMBIENTE**

- Conflictos de uso del suelo
- La erosión de los suelos
- Crece lo desierto
- Salinización y compactación e suelos
- Los plaguicidas
- Efectos socioculturales

#### **4. SIN LOS AIRES DEL TRÓPICO**

##### **Política de Ciencia y Tecnología**

- Tendencias y realidades

#### **5. Agricultura Ecológica**

##### **MODELO ALTERNATIVO**

- Principios de una nueva agricultura
- Su lugar en el mercado

# INTRODUCCIÓN

## ¿ES VIABLE UN NUEVO MODELO?

La Revolución Verde produjo crecimientos espectaculares en el rendimiento por hectárea de muchos cultivos, pero pronto se hicieron evidentes sus efectos negativos en el ecosistema y en la cultura. El reconocimiento de tales efectos entre numerosos grupos de productores e investigadores ligados al agro, condujo a la aparición, a mediados de los años ochenta, de varias escuelas alternativas de agricultura –opuestas a la Revolución Verde–, con pretensiones de constituirse en un nuevo modelo de desarrollo agrario.

Este documento analiza la viabilidad de tales propuestas en el contexto colombiano, a partir de un diagnóstico inicial sobre los resultados del modelo de agricultura de Revolución Verde tanto en la plataforma de sustentación ecosistémica, como en la sociedad en su conjunto. Igualmente, examina los presupuestos teóricos y prácticos de las escuelas de agricultura alternativa y su viabilidad como modelo de desarrollo agrario, en un probable escenario futuro de paz.

En consecuencia el trabajo se propuso los siguientes objetivos:

- Analizar las tendencias de las dos últimas décadas en la importación y consumo de agroquímicos, maquinaria agrícola y riego en algunos cultivos representativos de la economía campesina y del subsector agroindustrial.
- Estimar los posibles efectos globales de tales procesos tecnológicos sobre algunos componentes ecosistémicos (suelos, aguas) y sociales (salud humana).
- Explorar teóricamente la viabilidad de las propuestas de agricultura alternativa en términos ecosistémicos, económicos y sociales como aporte a la paz
- Estudiar las tendencias globales de la política nacional de ciencia y tecnología y su aplicación a través de los fondos de cofinanciación, en relación con la propuesta general de las agriculturas alternativas.

En términos generales, las estadísticas sobre la situación ambiental agraria del país son parciales, discontinuas y aisladas, mientras que algunos tópicos de carácter local, se encuentran mejor referenciados. Varios de los tópicos que se tratan en este texto poseen un buen acopio de literatura, en tanto que en otros, la información es deficiente o inexistente.

# 1

## Revolución Verde MODELO AJENO

**Al promediar la segunda mitad del** siglo veinte, el mundo subdesarrollado se convirtió en el objetivo de la mayor transferencia de tecnología agrícola realizada hasta entonces por los países avanzados. Esa transferencia se veía como una estrategia para contrarrestar una probable escasez mundial de alimentos, pues se tenían antecedentes de éxito en la aplicación de esas tecnologías en Estados Unidos y en Europa. En términos generales, se buscaba aumentar los rendimientos de los cultivos, mediante la incorporación de paquetes tecnológicos, basados principalmente en la utilización de agroquímicos, semillas híbridas, riego y maquinaria.

Durante los años 50 del siglo veinte, los rendimientos de muchos cultivos aumentaron con la Revolución Verde y se evitaron hambrunas en países asiáticos, en especial, en la India y Pakistán. Según el Fondo de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), entre 1950 y 1985, la producción cerealera en el mundo aumentó a un ritmo del 2,7% anual, la exportación mundial de carnes, 5,5 veces, y la producción agrícola mundial por habitante creció en el 12%, mientras la superficie cosechada *per cápita* disminuyó en el 25%. Es decir, se produjo más, en una superficie menor de tierra y a ritmos cada vez más acelerados.

El éxito productivo de la Revolución Verde se utilizó para justificar su rápida transferencia a otros países en donde también fuera posible su asimilación. Campesinos y agricultores de muchos lugares hicieron esfuerzos por acceder a semillas mejoradas, insecticidas, fungicidas, herbicidas, sistemas de riego, maquinaria agrícola en sus múltiples modalidades, porque rápidamente se obtenían retribuciones económicas, por la vía de mejores rendimientos de los cultivos y de la eficacia en el control de plagas y de enfermedades.

### CONDICIONES DEL ÉXITO

Las condiciones sociales y económicas de Estados Unidos y de los países europeos, bajo las que comenzó la Revolución Verde, eran privilegiadas. Eso permitió que se diera un gran respaldo a la producción y a la aplicación de conocimientos. Hubo considerables subsidios para la investigación en Universidades e Institutos, lo que se tradujo en dineros para laboratorios, equipos, reactivos, campos de experimentación, bibliotecas, contratación de personal auxiliar y además en gratificaciones sociales de los científicos, en términos de salarios altos, premios, viajes, pasantías y becas que le otorgaron al investigador agrario un elevado estatus dentro del cuerpo social.

También las condiciones ecosistémicas de las naciones en donde se originó la Revolución Verde, que a diferencia de las del trópico propician una mayor homogeneidad en los principales elementos y estructuras de los ecosistemas, favorecieron su aplicación, en los términos en los que se propuso. Esas condiciones 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, a 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 afecta también los procesos biológicos. En consecuencia, la diversidad vegetal y animal es menor que en la franja tropical.

### **También la cultura y la propiedad**

Hubo factores culturales que complementaron lo anterior. Ya se mencionó el poderío del aparato científico, a lo que se suma una concepción pragmática y utilitarista, para la que la tecnología adquiere un valor predominante como transformadora de la naturaleza y como factor de producción.

A partir de esa concepción, el contacto con las energías originales de la tierra desaparece paulatinamente y el agricultor campesino se desdibuja y se mimetiza en la forma de un productor agroindustrial. En las granjas aparecen dinámicas de transformación de materias primas, de manera que se diversifica 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 subsidios 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 Revolución Verde. En esos países, todos los productores son propietarios y eso les permite trazar planes de largo plazo, incluir mejoras en sus predios y adquirir préstamos. Es decir, se facilita la transferencia de tecnología desde los centros de investigación hasta los productores, porque tanto ellos como los científicos cuentan con las mismas posibilidades materiales para implementar las innovaciones tecnológicas. Existe disponibilidad inmediata de la tecnología y poder de compra para utilizarla rápidamente.

En la medida en que se aplicaron los nuevos preceptos en la agricultura, los consumidores también incentivaron su reproducción: se tornaron más exigentes en la presentación e higiene de los productos, en los que no admitían manchas, decoloraciones o heterogeneidad. El mercado comenzó a castigar esas características. Los contenedores y empaques se adaptaron a tales exigencias, lo mismo que las técnicas de transformación de alimentos y las prácticas de transporte.

## **TRANSNACIONALES: EL PODER EN EL MODELO**

La tecnología disponible para acrecentar los rendimientos por hectárea de la mayor parte de los cultivos comerciales exige enormes cantidades de dinero. Ellas se invierten en la investigación y en el desarrollo de cada producto destinado al mercado: aislar las moléculas, comprobar su efecto biocida, conocer su espectro de acción, definir las dosis, los momentos y las formas de aplicación, reconocer la compatibilidad con otras sustancias y decidir cómo debe presentarse. La experimentación dura en promedio entre 10 y 15 años.

Tal proceso solo han podido abordarlo las compañías que entendieron, al finalizar el siglo diecinueve y comenzar el siglo veinte, la magnitud del negocio. Entonces, ellas comenzaron a fabricar insumos agrícolas de síntesis, primero en pequeña escala y luego, con dimensiones internacionales

Estas compañías se han apoderado del negocio de venta de agroquímicos y de semillas y son hoy verdaderos monopolios, con un enorme poder económico. En 1994, las ventas de plaguicidas químicos en el mundo superaban los 27 mil millones de dólares (62 billones de pesos colombianos de hoy) y en 1998 esta cifra superó los 31 mil millones de dólares (71,3 billones de pesos colombianos) (cuadro 1) [Nivia 2000a].

Más de una decena de empresas multinacionales norteamericanas y europeas dominaban en 1994 el 75% de este multimillonario mercado. En 1996, cuando se fusionaron CIBA – Geigy y Sandoz, para crear Novartis, las 10 empresas dominaban el 59% del mercado y en 1999, su poder aumentó hasta apoderarse del 91% del mercado. En este último, se fusionaron AgrEVO y Rhone Poulenc, en la

compañía Aventis. En el año 2000, se estaba preparando la unión entre Novartis, Zeneca, BASF y Cyanamid, para reducir el monopolio a solo siete gigantes de la industria agroquímica. [Nivia 2000a].

## LA TRANSFERENCIA

### De tecnología, a modelo

La Revolución Verde se expresa fundamentalmente en factores tecnológicos, entre ellos, la química agrícola, el mejoramiento genético, los sistemas de irrigación y la mecanización de las labores del cultivo. Sin embargo, su origen, su finalidad y las dinámicas de apropiación de esos factores 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 de un modelo general de agricultura y ya no es posible efectuar separaciones entre lo tecnológico y los demás factores que definen ese modelo: sociales, económicos, políticos, científicos, institucionales o comerciales.

Ya hemos dicho cómo la Revolución Verde se originó en contextos ambientales específicos y se vinculó de manera orgánica con el desarrollo social, económico y cultural de los países industrializados. Por supuesto, otras son las condiciones y los contextos de los países del Tercer Mundo a los que se transfirió luego ese modelo. De allí que se desataran dinámicas que obstaculizaron su plena adopción y que originaron efectos adversos en el ecosistema y en la cultura. Ese también, como se verá más adelante, fue el caso de Colombia.

### A la tierra que fueres, como si no vieres

Merced a sus éxitos en la producción, el modelo se difundió rápidamente en los países subdesarrollados, 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 de plaguicidas.

Para que existiera una rápida y exitosa transferencia en los países tropicales, se requería que hubiera propietarios de empresas agrícolas con características semejantes a aquellas que exigía la reproducción de las tecnologías empleadas. Por ello, desde un comienzo, en los países subdesarrollados, el modelo dejó por fuera a los productores que no llenaban varios requerimientos:

- Determinada calidad del terreno.
- Propiedad de la tierra.
- Disponibilidad de capital.

Se trataba de encontrar, en primer lugar, áreas con suelos planos, en los que fuera posible el uso de tractores y de otras herramientas para mecanizar las labores del agro, desde la siembra hasta la recolección, y que tuvieran asegurado el suministro permanente de agua. Esas eran las condiciones de calidad. Allí donde tales condiciones se dieron, acompañadas de la propiedad sobre la tierra y de la capacidad de inversión del propietario, las tecnologías del nuevo modelo se pudieron introducir y replicar con cierta facilidad. Sin embargo, no eran condiciones extendidas en el país.

La selección de los terrenos debía acompañarse también de análisis de suelos, que desde la óptica fisicoquímica indicaban la deficiencia o el exceso de los principales macro y micronutrientes y, en consecuencia, se constituían en la base para la formulación de fertilizantes y de enmiendas. El modelo suponía que los suelos tropicales respondían de manera similar, a aquellos de las regiones templadas. En esa suposición está una de sus mayores equivocaciones.

En efecto, los instrumentos tecnológicos utilizados en el laboreo de los suelos colombianos nacieron en latitudes de países que tienen las cuatro estaciones. Varios aspectos relacionados con las características de esas zonas debieron influir en el diseño de máquinas, sistemas y herramientas:

- La exposición a la radiación solar.
- La 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.

Su aplicación a nuestro entorno se ha aceptado sin considerar la gran cantidad de diferencias que existe entre los trópicos y esas zonas templadas, diferencias siempre soslayadas, en aras de intereses económicos de corto plazo.

### **Unas, de cal; otras, de arena**

El modelo requiere igualmente de centros de investigación para probar, en primer término, la eficiencia de las tecnologías que se van a importar. Tales centros se instalaron alrededor del mundo y conformaron una red, cuyos recursos provienen de diversos financiadores. A la vez, se apoyaron en el Grupo de Consulta sobre Centros Internacionales de Investigación Agrícola, CGIAR, y abordan temas específicos.

El Cimyt, el CIP y el CIAT son tres de esos grandes centros dedicados en su orden al maíz y al trigo, a la papa y a la agricultura tropical. Actuando a veces coordinadamente y en ocasiones de manera aislada, generaron valiosas informaciones en diferentes campos de la ciencia, acogidas por las entidades nacionales de investigación.

El bache de la transferencia se produjo en relación con los agricultores campesinos, que pocas veces se beneficiaron de los adelantos científicos. El debate sobre el particular es extenso y rebasa los propósitos de estas líneas. No obstante, es importante resaltar que la transferencia de tecnología basada en este modelo ha sido extensamente revaluada por inconveniente y poco fructífera.

El modelo de Revolución Verde 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 el deterioro de ecosistemas y de recursos naturales, en el marginamiento de la población y en efectos decrecientes o estacionarios sobre los rendimientos, propició fuertes críticas y una reformulación progresiva de las bases teóricas y de la aplicación de los citados paquetes tecnológicos.

**Cuadro 1**  
Ventas de las principales compañías de agroquímicos del mundo  
En millones de dólares

<b>Compañía</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>
Monsanto*	2.224	2.472	2.555	3.126	4.032	5.102
Novartis*			4.068	4.199	4.152	3.757
Aventis*						4.320
Dupont*	2.132	2.322	2.472	2.518	3.156	3.020
Zeneca	2.105	2.363	2.630	2.674	2.897	2.657
AgrEVO (Aventis en 1999)	2.045	2.344	2.422	2.352	2.410	
Bayer	1.950	2.373	2.343	2.254	2.273	2.316
Rhone Poulenc (Aventis en 1999)	1.804	2.068	2.243	2.202	2.266	
Cyanamid	1.600	1.910	1.989	2.119	2.194	1.669
Dow*	1.735	1.962	2.010	2.200	2.132	2.273
Basf	1.258	1.450	1.503	1.855	1.945	1.856
Ciba (Novartis en 1996)	2.954	3.284				
Sandoz (Novartis en 1996)	1.001	1.125				
<b>Ventas principales compañías</b>	<b>20.808</b>	<b>23.676</b>	<b>24.235</b>	<b>25.499</b>	<b>27.457</b>	<b>26.970</b>
<b>VENTAS TOTALES</b>	<b>27.825</b>	<b>30.265</b>	<b>30.603</b>	<b>31.896</b>	<b>31.005</b>	<b>29.600</b>
<b>Porcentaje de estas compañías</b>	<b>75%</b>	<b>78%</b>	<b>59%</b>	<b>80%</b>	<b>89%</b>	<b>91%</b>

\*Incluye agroquímicos y semillas \*\* Agrow, 2000. No 39 p.8.  
Fuente: Dinham, Bárbara. Boletín Pesticide News. Pesticide Action Network (PAN) – Europa.  
Tomado de Nivia 2000a.

## Un caso de interés para Colombia

John Francis Queeny fundó la empresa Monsanto en 1901. Queeny era un químico autodidacta que había llevado de Alemania a Estados Unidos la tecnología de fabricación de la sacarina, primer edulcorante artificial. Monsanto tiene hoy por hoy una fuerte presencia en Colombia.

A finales de la pasada década del 40, *la Monsanto*, como suele llamársele, se introdujo de lleno en el negocio agrícola con la fabricación de herbicidas, que casi inmediatamente comenzaron a aplicarse en el terreno militar. Esta empresa transnacional es la responsable de casi la mitad de la producción del conocido *Agente Naranja* (nombre adquirido por el color de los bidones que utilizaba el ejército estadounidense, para su almacenamiento). Este herbicida altamente tóxico, mezcla de los ácidos 2,4-diclorodifenoxiacético (2,4-D) y 2,4,5-triclorodifenoxiacético (3,4,5-T), se utilizó en la guerra del Vietnam.

Alrededor de 2,5 millones de hectáreas del sur de ese país asiático se rociaron con unos 76 millones de litros del Agente Naranja. Algunas estimaciones elevan a 500 mil 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].

La Monsanto es actualmente la mayor productora mundial de glifosato, herbicida que Colombia utiliza para la erradicación de cultivos proscritos. El producto, introducido al mercado hace más de 25 años, con el rótulo comercial de *Round – Up*, es el agroquímico fundamental de esta empresa: sus ventas alcanzan, sin contar su utilización en erradicación de coca y amapola, la suma de 1.200 millones de dólares estadounidenses al año.

Se estima que solo en Estados Unidos se utilizan entre 19 y 26 millones de libras de glifosato, anualmente.

Es el octavo herbicida más usado en la agricultura de ese país y el segundo en usos no agrícolas. Por su amplio espectro de acción, se emplea en casi todos los cultivos comerciales, para acabar con las 'malezas'. Sus ventas crecen a un ritmo del 20% cada año, lo que ha llevado a decir a algunos analistas que "El *Round – Up* domina el mundo" [Mendelson 1998]. El lucro transnacional, es evidente, orienta los procesos de cambio tecnológico.

# 2

## VARIACIONES EN TORNO A UNA REVOLUCIÓN

**Colombia fue uno de los países que** adoptó el modelo de Revolución Verde, con el ánimo de incrementar su competitividad en los mercados internacionales. Entre 1960 y 1978, su principal objetivo se centró en aumentar la productividad de los cultivos comerciales (algodón, arroz de riego, sorgo, soya y caña de azúcar). Con ello, se incrementó la superficie total destinada a la agricultura y al uso intensivo de la maquinaria, los plaguicidas y los fertilizantes necesarios para alcanzar las productividades requeridas.

### VARIACIONES EN EL ÁREA SEMBRADA

En el corto lapso de 17 años, entre 1970 y 1987, las hectáreas dedicadas a la agricultura pasaron de ser 3,5 millones, a ser 5,3 millones (cuadro 2). Aunque es poco evidente que las razones de ese cambio sean de índole tecnológica, es claro que él representa una tendencia que se relaciona con el consumo cada vez mayor de los insumos provenientes de la Revolución Verde.

En la siguiente década, los años 90, esas hectáreas disminuyeron. Los 5,3 millones de hectáreas de 1987 cayeron a 4,4, en 1999. Mientras tanto, la superficie en pastos creció en forma sostenida, hasta finales del siglo veinte, cuando alcanzó un tope de 40 millones de hectáreas, que al parecer se mantiene en los últimos años (cuadro 2). Tales variaciones en el uso de la tierra, tanto en la agricultura, como en pastos destinados a la ganadería, aunque obedecen a variadas causas culturales, no han modificado las prácticas introducidas por la Revolución Verde en el país. Por el contrario, esas prácticas se han intensificado.

### VARIACIONES EN LA PRODUCCIÓN DE LOS CULTIVOS

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

El cultivo de arroz presentó incrementos anuales promedio, desde 2.700 kilogramos por hectárea, registrados a finales de los años sesenta, hasta casi 5.000 kilogramos por hectárea, en los años ochenta. En el caso del frijol, sus promedios nacionales pasaron de 600 kilogramos por hectárea, a casi 1.000, y el maíz registró incrementos desde 1.100, hasta 1.500 kilogramos por hectárea, en el mismo lapso.

No obstante, a pesar del uso continuo de agroquímicos y de contar con dotaciones más o menos similares de agua, en relación con los inicios de la segunda mitad del siglo veinte, la mayor parte de los rendimientos de los cultivos citados se estabilizó alrededor de ciertos valores, durante la última década.

Los rendimientos del arroz se mantuvieron en cerca de 4 toneladas por hectárea, durante los últimos cuatro años del período 1969-1994, luego de presentar incrementos promedio próximos a las 5 toneladas, en los años 86 y 87. El algodón no ha logrado superar los 1.800 kilos por hectárea y se sitúa en valores cercanos a la tonelada y media por hectárea, valores que pueden estar mostrando los límites ecosistémicos y culturales, de las tecnologías empleadas.

La soya se estabilizó en cerca de dos toneladas por hectárea; el maíz, en 1,5, y el frijol, entre 600 y 700 kilos por hectárea. Una posible explicación de tales comportamientos es la conjugación de factores ecosistémicos (clima, suelos, variedades), aunque también se podrían estar alcanzando umbrales relacionados con el factor tecnológico.

Es decir, la estabilización de los rendimientos por hectárea alrededor de valores determinados puede estar expresando situaciones de dos tipos:

- La influencia del manejo de suelos y los consecuentes cambios en varios de sus atributos fisicoquímicos (estructura, compactación, fertilidad), la aparición reiterada de plagas y de enfermedades limitantes, los efectos promedio de las variables climáticas o la pérdida de vigor de las semillas utilizadas.
- La incapacidad de los paquetes tecnológicos empleados (fertilizantes, semillas, plaguicidas, sistemas de riego), para remontar ciertos niveles máximos de producción, por área sembrada.

Su valoración rigurosa y continua bajo esquemas permanentes de monitoreo son, sin embargo, inexistentes en el país, a pesar que existen numerosos estudios puntuales sobre los cambios ocurridos en los parámetros señalados.

## VARIACIONES EN EL USO DE AGROQUÍMICOS

En Colombia, el consumo de agroquímicos se diferencia según sean plaguicidas o fertilizantes.

### Los plaguicidas

En 1963, la industria colombiana de plaguicidas nació con el proceso de formulación, que consiste en importar el ingrediente activo, al que luego se le adicionan solventes y emulsificantes, para venderlo a los agricultores.

En el país, la síntesis de los ingredientes activos se realiza solamente con los fungicidas Mancozeb y Cymoxanil, con los herbicidas Diuron y Propanil y con el desinfectante de suelos Metam Sodio. También se realiza la maquila, proceso mediante el que las empresas o agremiaciones de agricultores que no poseen fábricas propias importan los ingredientes activos y contratan la formulación [Nivia 1995].

En abril de 1995, se sabía del registro ante el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, de 747 plaguicidas comerciales, simples o en mezclas, formulados sobre la base de 307 ingredientes activos. Para ese año, de los 307 ingredientes activos, 52 (17%) estaban cuestionados en el ámbito internacional y se consideraban como prohibidos, severamente restringidos o de alto riesgo. No obstante, estos 52 ingredientes activos hacían parte de 156 productos formulados individualmente y de 36 mezclas, que se vendían en el país sin ningún tipo de restricción [Nivia 1995].

Para 1997, la cantidad de productos comerciales inscritos había aumentado a 918 formulaciones, 23% más que en 1995, entre insecticidas, fungicidas, herbicidas y otras categorías. En 1999, el ICA registraba más de 1.200 formulaciones, 95% de ellas constituido por productos químicos y 5%, por productos biológicos o naturales [Nivia 2000a].

El análisis de los datos disponibles para las dos últimas décadas del siglo veinte muestra tendencias interesantes, que reafirman la importancia del uso de venenos en la agricultura colombiana (véase cuadro 3).

En primer lugar, en los veinte años comprendidos entre 1975 y 1995 el país utilizó alrededor de 352 mil toneladas de agroquímicos (IA), de las que casi 100 mil fueron insecticidas, 120 mil, herbicidas y 132 mil, fungicidas. Las ventas de plaguicidas han experimentado caídas y repuntes temporales, probablemente ligados a la dinámica del área sembrada en el país.

En el cuadro 3 se observa un comportamiento irregular de la venta total de plaguicidas en el país, durante el período considerado. En efecto, hay dos picos de máximo consumo, en 1977 y en 1987, con

diez años de diferencia entre los dos. A cada uno le sigue una tendencia a la baja, que se estabiliza luego y vuelve a registrarse un alza.

Al parecer, los responsables del comportamiento descrito son los rubros de insecticidas, cuyas ventas se dispararon en el período 1976–1977, y los fungicidas, que aumentaron significativamente sus ventas, entre 1987 y 1988. Esos aumentos obedecieron probablemente a 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).

En 1991, el consumo de plaguicidas en los principales cultivos fue de 9,8 kilogramos por hectárea, que supera incluso zonas de Estados Unidos consideradas de alta demanda de plaguicidas (un promedio de 6,8 kilogramos por hectárea) [Ardila 1994].

Los herbicidas son los plaguicidas que más se consumen en nuestro medio. Durante 1996, su porcentaje de participación en el consumo total de agrotóxicos fue de 43,1%. En tanto, el de los fungicidas fue del 29,5%, el de los insecticidas, el 23,1% y el de los coadyuvantes y reguladores, del 4,4%. Los herbicidas se utilizaron 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 [MMA 1998a].

Una conclusión que puede derivarse de la información anterior es que la venta y el uso de agroquímicos en la agricultura lícita aumentó en 20%, en los veinte años analizados: en ese lapso, el uso se incrementó de 15.551 toneladas, a 19.806. Otra es que, salvo en el caso de los insecticidas, el uso tendió a incrementar las aplicaciones de herbicidas (que pasaron de 4.553 toneladas, 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%).

## Otros consumos de plaguicidas

Al consumo anterior, se suma el propio del contrabando y de la piratería y el relacionado con los cultivos proscritos, en los que se usan plaguicidas para su protección contra plagas y enfermedades y también para erradicarlos.

Sobre el primer punto no existen estadísticas oficiales. Algunos estudiosos afirman que en Antioquia, el Comité Departamental de Plaguicidas detectó ventas urbanas sin licencia, de productos para matar piojos, como Piorel y Fiscapín [Vergara 1995, citado por Nivia 1995]. A la vez, existe poca información disponible sobre el uso de agrotóxicos en los cultivos de coca. Se entregan cifras aproximadas del uso anual de 15,4 kilogramos de herbicidas, de 321,8 kilogramos de fertilizantes y de 7,7 kilogramos de plaguicidas, utilizados al mismo tiempo en el cultivo y erradicación de coca [Villa 1998].

En una extensión de 78.000 hectáreas, calculada para 1998, tales cifras del uso de agrotóxicos equivalían a aplicaciones de 1.200 toneladas de herbicidas, de 25.100 toneladas de fertilizantes y de 600 toneladas de plaguicidas (en total, 26.900 toneladas), bajo el supuesto de que la producción y la erradicación se dan simultáneamente en la totalidad del área calculada [Villa 1998, 52].

Otros cálculos muestran una utilización de 10,3 litros de glifosato por hectárea, en la erradicación química de la coca [Nivia 2001b]. Es decir, en casi 130 mil hectáreas que se estiman para el año 2001, se estarían utilizando cantidades cercanas a 1.340.000 litros de sal isopropilamina de glifosato, regados de manera concentrada, en un área que no alcanza a ser el 2,7% de la superficie agrícola del país. Este millón trescientos cuarenta mil litros de glifosato contrasta con las casi 8 mil toneladas de herbicidas que se utilizaron en todo el país, en 1995.

## Áreas afectadas

Sin incluir las zonas de conflicto armado, las áreas más afectadas por el consumo de agrotóxicos corresponden a los altiplanos cundiboyacense y de Río Negro, a las llanuras del Tolima y del Huila, a la zona Tocaima-Girardot-Espinal, al valle del río Sinú y a algunas zonas agrícolas de Boyacá y Norte de

Santander (Aquitania, Valle de Samacá, Ábrego y Lebrija). Eso también ha ocasionado deterioro en ecosistemas de importancia nacional, entre ellos, la Ciénaga Grande de Santa Marta (banano, palma africana y arroz), la Ciénaga de Zapatosa (palma africana), 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 Cundiboyacense (flores, papa, hortalizas), bosques alto andinos (amapola), parámetros y subparámetros (papa) y selvas de la Amazonia (coca).

## VARIACIONES EN LA MECANIZACIÓN AGRÍCOLA

Varias entidades están impulsando prácticas de labranza mínima, siembra directa, uso de herramientas manuales y de tracción animal. Se destacan los trabajos del convenio entre la oficina de cooperación alemana GTZ y la CAR (Corporación Autónoma Regional de la Sabana de Bogotá), también, los de la Fundación AgroBiológica, en el cañón del río Totorá (Tolima), apoyados por el Ministerio de Agricultura (Pronatta), que cubren cada vez más usuarios y superficies de siembra. Además, en casi todas las regiones y departamentos, los campesinos utilizan corrientemente la tracción animal.

No obstante, como ocurre con el abonamiento orgánico, el país carece de estadísticas confiables sobre estas valiosas prácticas. Se desconoce el número de animales de tiro, la superficie sobre la que laboran, los efectos que provocan en los rendimientos de los cultivos, o la forma en que incide su utilización, en los costos agrícolas.

### Uso de tractores, un indicador

La información que se tiene se refiere especialmente a la adquisición de tractores, un indicador limitado, puesto que se carece de información sobre los tipos de suelos a los que se asignan esos tractores, o sobre las condiciones de uso de la maquinaria. Aun así, el indicador refleja varias tendencias interesantes:

- Entre 1970 y 1992, la importación de tractores decreció a una tasa anual promedio de -5%, mientras que su *stock* disminuyó, con la hipótesis de un vida útil de entre 15 y 20 años, a un ritmo anual de -2.4% y -1.6%, respectivamente [Bustamante 1994]. Esa es la tendencia de la evolución de la mecanización, que se mide en valor de las importaciones y en parque de tractores.
- La edad promedio calculada del parque de tractores tiende a aumentar. Hoy oscila entre 11,2 y 13,9 años, según se considere que su vida útil es de 15 ó de 20 años. Esa tendencia refleja un problema de obsolescencia generalizada, de la que se desprenden altos costos de operación, por mantenimiento, reparaciones e ineficiencia técnica.
- La intensidad de la mecanización, medida como *área por tractor*, tiende a crecer. Es decir, un solo tractor tiene que atender cada vez más, 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 en especial de grandes y medianas explotaciones de cultivos transitorios y de terrenos con ganadería intensiva o semiintensiva, Predios menores de 10 hectáreas y otros con agricultura de ladera, casi la tercera parte del área bajo explotación, no formaron parte de esa demanda [Bustamante 1994].
- En 1990, se importaron 891 tractores, y siete años más tarde, la importación fue menor: 413 unidades. También disminuyó la potencia de las máquinas, que de 86,5 HP en 1990, pasó a ser 38,8 HP, en 1997. Ambos elementos muestran la reducción de la mecanización del suelo en el país, durante el periodo evaluado, por lo menos en relación con este tipo de maquinaria.

La superficie mecanizada en el país en 1985 era de 2,1 millones de hectáreas; en 1990, el número ascendió a 2,8 [Bustamante 1994, 360], y en 1996, descendió a 1,8 millones de hectáreas [Corpoica

1998]. La mecanización convencional, caracterizada por el uso de tractores para labranza, labores de cultivo y cosecha mecánica, tiene un potencial de 10,3 millones de hectáreas [IGAC].

## **VARIACIONES EN EL ÁREA IRRIGADA**

Los sistemas de aprovechamiento, conducción y aplicación de agua para aumentar la productividad de las tierras también son parte de los paquetes de la Revolución Verde. 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 tener sistemas eficientes de riego, que son incorporados a los predios, en función de sus posibilidades económicas 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, superficiales o subterráneas. A pesar de su importancia, estas últimas tampoco aparecen en las estadísticas.

### **Inversión, en manos privadas**

En Colombia, la United Fruit Company construyó el primer sistema moderno de irrigación a gran escala, en la última década del siglo diecinueve. A partir de entonces, el sector privado ha realizado las principales inversiones en este campo. Se estima una expansión promedio anual de 10 mil hectáreas a lo largo de la década del 80, realizadas en gran parte por la industria azucarera desde 1974, con inversiones entre 3 millones y 8 millones de dólares anuales.

En 1990, la irrigación privada atendía aproximadamente 463 mil hectáreas, equivalentes a un poco más del 60% de la superficie total irrigada (alrededor de 750 mil hectáreas), principalmente en los departamentos del Valle (202 mil hectáreas), Meta (57 mil), Cesar (46 mil), Cauca (35 mil), Tolima (25.700) y Cundinamarca (18 mil).

Esa irrigación privada servía especialmente a cultivos de caña de azúcar, de flores, de banano de exportación, de arroz, de sorgo, de frijol soya, de algodón y de palma africana. Excepto Cundinamarca, los departamentos con áreas de irrigación privada, no contaban con importantes sistemas de irrigación financiados con inversión pública [Ramírez 1994, 381].

### **La irrigación pública**

El Estado colombiano ha respondido a la demanda de pequeños productores por sistemas de riego. Para hacerlo, ha desarrollado cerca de 1.094 Drepes (Distritos de Riego a Pequeña Escala), de los que 535 están terminados, para beneficio potencial de 26 mil familias, en un área con riego de 37 mil hectáreas.

Sin embargo, debido a problemas de funcionamiento, por fallas en los estudios y diseños, por errores en la construcción o por mala operación, solo están activos cerca de 353 Drepes (66%), que benefician a 17.000 familias y a 24.500 hectáreas [Martínez 2001].

La inversión en irrigación pública comenzó en 1960 y fue estimulada, en parte, por la Ley de Reforma Agraria (ley 153 de 1962). En 1990, se contaba con 22 distritos de riego, que cubrían 337 mil hectáreas, de las que 288.400 se utilizaban con fines agrícolas.

Alrededor del 62% de las parcelas tenía áreas inferiores a 5 hectáreas y el 79% de ellas, áreas con menos de 10 hectáreas. 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 hectáreas. Pastizales y cultivos anuales de bajo valor relativo comprendían el patrón de siembras en estos distritos y su

rentabilidad no permitía cubrir los costos de un sistema de irrigación diseñado originalmente para un uso intensivo, con suministro constante de agua.

Los departamentos del Valle, Tolima, Huila y los de la Costa Atlántica, son los que concentran el riego en el país, principalmente en los cultivos de caña de azúcar, palma africana, arroz, hortalizas, banano, algodón y flores.

Finalmente, el monto correspondiente a los créditos aprobados por Finagro (Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario) entre 1992 y 1998, siempre fue mayor para la adecuación de tierras (riego), que para la adquisición de maquinaria agrícola [Minagricultura 1998].

En resumen, el modelo de desarrollo agrícola en Colombia durante los últimos 20 años se orienta en especial 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, que asumen principalmente el sector privado y los grandes propietarios.

## UNA VARIACIÓN NUEVA: LA TRANSGÉNESIS

La reciente aparición de los cultivos transgénicos en el mundo, plantea una serie de interrogantes nuevos relacionados con la práctica de la agricultura. Se trata de una *nueva revolución verde*, basada en la manipulación genética para crear nuevos tipos de plantas con características especiales, como la resistencia a herbicidas, la capacidad para generar insecticidas propios u otras características relacionadas con la defensa contra patógenos o rendimientos.

La transgénesis es una tecnología que libera plantas transformadas irreversiblemente, en un ambiente biofísico que le pertenece a toda la sociedad y con altos grados de incertidumbre sobre sus efectos tanto sociales como económicos y ecosistémicos. En esto se diferencia la polémica del uso de la biotecnología en plantas transgénicas de aquel uso, por ejemplo, en producción de insulina.

Uno de los mayores cuestionamientos que hay en torno a estas tecnologías es el acaparamiento de las semillas. Estas pasan a ser propiedad exclusiva de las empresas transnacionales que las producen, vía patentes y marcas, de manera que se excluye a los campesinos del derecho a producir e intercambiar sus propias semillas, acción básica en el acto agronómico. Las pregunta principal, en este sentido son entonces las siguientes: ¿cuál es el papel del campesinado y del Estado en la protección de tales derechos? ¿Qué pasará en el futuro cuando las compañías multinacionales demanden a los agricultores que por alguna razón no compran sus semillas, pero que en sus campos de cultivo tienen plantas transformadas?

En consecuencia, para que las tecnologías de plantas transgénicas sean sostenibles, deberían resolver satisfactoriamente, entre otros, cuestionamientos como los siguientes:

- ¿Solucionan efectivamente las causas por las que aparecen enfermedades o plagas en los cultivos?
- ¿Incrementan o no el uso de agroquímicos a corto, mediano y largo plazo?
- ¿Son compatibles con la valoración de la biodiversidad?
- ¿Generan o no erosión genética?
- ¿Aumentan significativamente la producción de alimentos en comparación con sistemas de agricultura ecológica o incluso del modelo convencional?
- ¿Mejoran la calidad nutricional de los alimentos y por ende representan un incremento en la calidad de vida de los consumidores?
- ¿Agudizan o por el contrario resuelven desequilibrios económicos de la población rural?

- ¿Aumentan la dependencia tecnológica de los grupos de productores o los liberan de la importación obligada de insumos?
- ¿Afectan otros componentes estructurales y/o funcionales de los agroecosistemas y de los ecosistemas?
- ¿Resuelven problemas centrales de manejo de suelos, como desequilibrios nutricionales, procesos de compactación o deficiencia de materia orgánica entre otros?

**Cuadro 2**  
Evolución en el uso de la tierra en Colombia 1970 – 1999  
(Millones de hectáreas)

Actividad	1970	1980	1987	1999
Agricultura	3,5	4,1	5,3	4,4
Pastos	20,8	25,2	40,1	41,2
Bosques y otros	89,9	84,9	68,8	68,6
<b>TOTAL</b>	<b>114,2</b>	<b>114,2</b>	<b>114,2</b>	<b>114,2</b>

Fuentes: Balcázar y Orozco [1998], cuadro 8 página 92; Ministerio de Agricultura y otros [2001], cuadro 3, página 16. Los datos para 1999 tienen como fuente Ministerio de Agricultura, DANE– Sisac 1999.

Elaborado por Elcy Corrales. ⑤

## Los fertilizantes

El abono orgánico que se produce a partir del reciclaje de residuos de las fincas, del aprovechamiento de las coberturas vegetales o del *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 es una grave falencia del sistema de información, pues el abonamiento orgánico es una práctica extendida en varios subsectores agrícolas y que cada vez se está impulsando más, incluso desde el mismo sector oficial.

Además, el país está reduciendo el uso de fertilizantes de síntesis química en sus presentaciones de venta (fertilizantes sólidos o líquidos) y en sus modalidades de composición química (fertilizantes 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 (nitrogenados, fosfóricos y potásicos). La tendencia es similar en los fertilizantes líquidos.

Esta tendencia decreciente del uso de fertilizantes químicos de síntesis puede atribuirse en parte a los factores de violencia que afectan las posibilidades de vida de los propietarios agrícolas y a su capacidad económica, para adquirir tales insumos. Otra explicación puede ser que el país no cuenta con estadísticas sobre utilización de materiales orgánicos, que bien pueden utilizarse como sustitutos de la fertilización química, dado sus bajos costos de adquisición.

**Cuadro 3**  
Ventas nacionales de plaguicidas en Colombia por tipo de producto durante el período 1975 – 1995

Año	Insecticidas <sup>1</sup>			Herbicidas <sup>2</sup>		Fungicidas	
	Total	Toneladas	%	Toneladas	%	Toneladas	%
1975	16.551	7.519	45,4	4.553	27,5	4.479	27,1
1976	17.462	10.338	59,2	3.356	19,2	3.768	21,6
1977	23.656	15.223	64,4	3.532	14,9	4.901	20,7
1978	15.766	6.127	38,9	5.165	32,8	4.474	28,4
1979	12.927	4.138	32	4.880	37,8	3.909	30,2
1980	12.572	3.641	29	4.621	36,8	4.310	34,3
1981	12.211	3.159	25,9	4.599	37,7	4.453	36,5
1982	12.853	2.836	22,1	5.203	40,5	4.814	37,5
1983	14.354	3.237	22,6	5.672	39,5	5.445	37,9
1984	15.460	3.523	22,8	6.001	38,8	5.936	38,4
1985	17.046	3.912	22,9	6.113	35,9	7.021	41,2
1986	16.229	3.671	22,6	6.257	38,6	6.301	38,8
1987	23.379	3.912	16,7	6.530	27,9	12.937	55,3
1988	21.484	4.705	21,9	6.098	28,4	10.682	49,7
1989	19.968	3.694	18,5	7.207	36,1	9.067	45,4
1990	17.602	4.006	22,8	6.573	37,3	7.023	39,9
1991	16.396	3.507	21,4	6.368	38,8	6.521	39,8
1992	14.947	2.645	17,7	6.067	40,6	6.235	41,7
1993	14.718	2.250	15,3	5.719	38,9	6.749	45,8
1994	16.358	2.534	13,8	7.454	45,6	6.736	40,6
1995	19.806	4.204	21,2	8.322	42,0	7.280	36,8
<b>TOTAL</b>	<b>351.745</b>	<b>98.781</b>		<b>120.290</b>		<b>133.041</b>	

1 Incluye insecticidas, fumigantes y desinfectantes del suelo, molusquicidas, acaricidas, nematocidas y rodenticidas.

2 Incluye desfoliantes

Fuentes: Bustamante [1994, 334] y MMA [1998a].

Cuadro elaborado por los autores del cuaderno.

## **CAE LA MECANIZACIÓN**

Sólo el 1,01% de las tierras en Colombia, las de clases I y II, pueden someterse sin limitaciones a un uso agrícola mecanizado. Las zonas mecanizables de Colombia se concentran en el Altiplano Cundiboyacense y en el Valle del Cauca, el Tolima y Córdoba, cuya topografía es plana. Con el resto de tierras, se deben tener consideraciones especiales de manejo y de conservación de suelos.

Algunas de las razones que han restringido la mecanización en el país tienen relación con:

- La estructura de la tenencia y distribución de la tierra.
- Los patrones de uso del suelo.
- Las condiciones agroecológicas.
- La topografía.
- El alto costo de la maquinaria.
- Las altas tasas de interés de los créditos.
- La falta de seguridad en el campo, para las inversiones.
- Los altos costos de oportunidad de la inversión.
- La disminución del área mecanizada, para cultivos transitorios.
- El menor uso de tractores en la producción de pastos y en cultivos permanentes
- La introducción de labranza mínima o reducida en los cultivos de rotación.

En síntesis, hay una disminución real en la adquisición de tractores y probablemente, de los implementos de trabajo (arados, rastrillos, sembradoras y otros). Eso afecta esencialmente a la agricultura comercial, pero también incide en la economía campesina, pues algunos pequeños agricultores utilizan estas tecnologías.

Este cambio no obedece a nuevas orientaciones tecnológicas, dirigidas hacia la agricultura ecológica (que además 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 sufre el país.

# 3

## GOLPES AL AMBIENTE

**Interesa ahora, reconocer y presentar** más detalladamente las relaciones que se dan en doble vía, entre la sociedad y la naturaleza, en el sector agrario y en el marco del modelo agrícola que domina en el país. Para ello nos servimos de un enfoque ambiental.

Las interrelaciones naturaleza-sociedad se expresan en conflictos sociales y en procesos degradativos de tipo biofísico, que afectan la base de sustentación ecosistémica (suelos, aguas, fauna, flora). Estas dos expresiones pueden explicarse mutuamente y pueden considerarse como los efectos ambientales del modelo agrícola.

Para examinar algunos de los más relevantes efectos ambientales de dicho modelo, comencemos con la descripción de los principales problemas biofísicos que afectan la producción agraria y abordemos luego los efectos en el ámbito social y cultural.

### CONFLICTOS DE USO DEL SUELO

#### *Vocación versus uso*

Cuando se habla de conflicto del suelo, se hace referencia a la contradicción que existe entre su vocación y el uso real que se hace de él. Hoy es evidente ese conflicto, que se expresa en el uso inadecuado del suelo y que toma la forma de *sobreutilización* o *subutilización* de las tierras.

En Colombia, el estudio oficial más reciente sobre los conflictos de suelo se publicó en los primeros meses de 2002 [IGAC, Corpoica 2002], que actualiza y reconceptualiza el anterior, hecho en 1987.

#### *Actividades agrícolas*

En el año 1987 se reportó oficialmente que las tierras aptas para la agricultura correspondían al 12,7% del territorio del país, es decir, a 14 millones 362 mil hectáreas. Sin embargo, las actividades agrícolas solo utilizaban 5 millones 318 hectáreas, cerca del 4,6% [IGAC, ICA 1987]. Eso significaba, un potencial de casi 9 millones de hectáreas, para aumentar la frontera agrícola. Parte de esta superficie se dedicaba equivocadamente, desde el punto de vista técnico, a otros usos de menor productividad (en especial, pastos para ganadería).

En el año 2002, la situación se registra un cambio sustancial. Ahora se reporta que las tierras con usos predominantemente agrícolas ocupan el 3,6% (4.166.034 hectáreas) de la superficie total nacional, lo que indica una disminución considerable de esta actividad productiva en los últimos 15 años (4,66% en 1987). Este decrecimiento es más marcado si se analizan las tierras que se han caracterizado por una agricultura intensiva con cultivos transitorios como algodón, sorgo, soya y arroz, en donde el descenso fue del 39% con respecto al área registrada en 1987 [IGAC, Corpoica 2002].

#### *Tierras dedicadas a pastos*

En el año 1987, el porcentaje de tierras dedicadas a pastos era considerablemente alto: 35% del territorio, 40 millones de hectáreas, en comparación con el potencial de tierras aptas para este uso: 16,8%.

En el 2002, las tierras en pastos presentan una superficie de 41.669.796 hectáreas, que corresponden al 36,7% del área del país. De este porcentaje, el 26% es de pastos naturalizados o introducidos, con o

sin árboles y con grado variable de manejo de la cobertura; el restante 10,7% está representado por las gramíneas y otras herbáceas de la vegetación natural y seminatural de sabanas.

El área cubierta por pastos y dedicada actualmente a actividades ganaderas de diversa intensidad y propósito aumentó, desplazando áreas agrícolas y forestales en todas las regiones naturales de Colombia.

Si al área delimitada claramente en pastos se le adicionan las áreas en pastos presentes en las asociaciones de cultivos y en el bosque fragmentado, el incremento sería preocupante, ya que oscilaría entre un 5% y 10% del área en pastos registrada en 1987 [IGAC, ICA 1987]

### *Áreas con bosques*

Mientras que hay una sobreutilización en pastos, se presenta un déficit en bosques. En 1987 se registró un déficit de 11 millones de hectáreas en bosques. En ese año, el área ocupada por bosques primarios era de 51.220.000 de hectáreas (44,9% del territorio) que, sumada a la superficie con bosques intervenidos y plantados, arrojaba un total aproximado de 56 millones de hectáreas con cobertura arbórea (49%). En ese estudio se estimó que 67 millones de hectáreas admitían solo uso forestal.

En 2002 se habla de que las tierras con bosques naturales poco y moderadamente intervenidos por el hombre cubren el 50,7% de la superficie nacional, siendo muy notorio el incremento de bosques fragmentados que contribuyen con el 8,6% de este porcentaje. Los bosques plantados solamente cubren 167.533 hectáreas, lo que confirma, una vez más, que la actividad forestal de producción en el país depende primordialmente del aprovechamiento y explotación de las masas boscosas naturales.

### *Nuevos criterios para establecer la vocación y los conflictos del suelo*

La clasificación de uso potencial arroja en el año 2002 cifras diferentes a aquellas establecidas en 1987.

Las tierras con vocación agrícola, que incluyen aquellas para usos silvoagrícolas, cubren una superficie de 21.493.538 hectáreas, que corresponden al 18,9% de la superficie del país. La vocación agroforestal y en especial el uso agrosilvopastoril, presenta una superficie de 6.908.398 hectáreas, que abarcan al 6,1% de la superficie del país. Las tierras con vocación ganadera, que incluye aquellas para usos silvopastoriles, abarcan una superficie de 14.223.774 hectáreas, correspondientes al 12,5% del total del territorio nacional.

Las tierras con vocación forestal para producción y protección-producción tienen una superficie de 21.591.025 hectáreas, que corresponden al 19% del área total del país.

Las tierras para conservación presentan una cobertura de 49.652.300 hectáreas, correspondientes al 43,6% de la superficie del país. Incluyen, en su gran mayoría, áreas apropiadas para usos forestales de protección y áreas para la conservación y recuperación de los recursos hídricos e hidrobiológicos.

Por supuesto que los conflictos de uso por sobre o subutilización también han variado, tanto por la inclusión de nuevas categorías en el análisis realizado por las dos entidades citadas, como por la dinámica de los cambios ocurridos.

Si se observa con detenimiento lo anterior se puede concluir que el país cuenta con suficientes tierras con vocación agrícola para satisfacer su seguridad alimentaria y para evitar la colonización de los bosques húmedos y de otros territorios, no aptos para la agricultura.

El problema agrario en Colombia no se refiere entonces a la capacidad de uso de sus tierras, sino a que hay sobreutilización o subutilización de las tierras, lo que se opone al logro de actividades agropecuarias óptimas, desde el punto de vista ambiental y productivo. Y esto tiene íntima relación con el verdadero problema: la propiedad desigual de la tierra.

Según el IGAC [2002] una de las principales causas del conflicto de usos del suelo radica en la muy alta concentración de la tierra en pocas manos. solamente el 0,4% de los propietarios (15.273), poseen el 61,2% del área predial rural registrada en Colombia, equivalente a 47.147.680 ha, las que en su totalidad corresponde a predios mayores de 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 son predominantes aquellos con predios menores de 3 ha (57%) [información del Catastro Nacional, IGAC 2001].

## **Expresiones regionales**

El desequilibrio en el uso del suelo es específico en cada región y se liga íntimamente con los procesos sociales, que deben incluirse en su magnitud en los análisis de la configuración espacial de los usos de la tierra.

Desde el punto de vista de las condiciones edáficas (del suelo), en 1987 se decía que casi la mitad de los 10 millones de hectáreas de la Llanura Caribe (4.880.000 hectáreas) tenía vocación agrícola, con tierras clasificadas en las clases agrológicas I a IV, es decir, limitadas únicamente por la necesidad de riego supletorio y por manejos cuidadosos, para evitar la salinidad. No obstante, en la región predominaba la subutilización del suelo, con ganadería extensiva.

En el 2002 se ratifica esa situación [IGAC, Corpoica 2002], pues la región Caribe se presenta como un ejemplo de subutilización de tierras. Mientras el 39% del área corresponde a tierras con vocación agrícola, el uso agrícola solo llega al 4%. A la vez, el 22% de las tierras tienen vocación ganadera y sin embargo predominan las tierras actualmente dedicadas a actividades de ganado, con coberturas de pastos que alcanzan el 69% del área total de la región.

Los cultivos comerciales se localizan especialmente en el valle del río Cesar, en el piedemonte de Urabá y al sur de Bolívar. En la zona, las áreas más desarrolladas, con mayores núcleos de población, mejor dotadas y de economía más fuerte muestran también las mayores concentraciones de los bienes de producción, en este caso, el recurso suelo. Más del 80% de la tierra es propiedad de menos del 25% de los productores, lo que significa el predominio de latifundios de tierras subutilizadas.

Por otra parte, para comprender la deforestación de los bosques húmedos tropicales amazónicos y su reemplazo por ganaderías extensivas de mala calidad y por cultivos proscritos de coca, es necesario revisar los fenómenos de expulsión y de migración campesina, ocurridos durante la primera época de la violencia en los años cincuenta, al igual que los imaginarios que sobre el desarrollo se ha trazado la sociedad occidental y las acciones que se derivan de esta percepción.

Es ineludible también referirse a la aparición reciente de grupos no tradicionales de propietarios, ligados al narcotráfico, en Antioquia, en la Costa Atlántica, en el suroccidente y el centro del país, en la Orinoquia y en el eje cafetero. Algunos autores afirman que es imposible conocer cuánta tierra adquirieron los narcotraficantes en las décadas del setenta y el ochenta, puesto que los registros catastrales de propiedad tienen un retraso notable y muchas transacciones se realizan a nombre de terceros.

## **Planes, en medio de realidades**

En las circunstancias actuales, el ordenamiento territorial debería ser una de las principales estrategias estatales para regular el uso de la tierra. Pero los fenómenos sociales han rebasado al Estado en la definición sobre la ocupación del espacio productivo. Por ello, las propuestas a ese respecto solo son excelentes intenciones, de algunos planificadores aislados.

La elaboración de mapas de ordenamiento territorial, con o sin participación comunitaria, se tropiezan con la permanente desecación intencional de ciénagas, que se convierten en praderas; con la quema de los páramos, con áreas de ganadería extensiva de baja producción, que son de vocación agrícola; con diferentes tipos de agricultura, localizados en áreas inapropiadas y con la invasión permanente de zonas de reserva forestal o de parques nacionales, para los que se han diseñado cuidadosos planes de manejo, que rara vez se cumplen.

La deforestación también rebasa los planes. En la década del 80, se deforestaban anualmente 2.400.000 hectáreas, distribuidas así: 137.000 (5,7%) en tierra cultivable; 11.000 (0,5%), en cultivos perennes; 2.030.000 (85%), en pastos, y 222.000 (9%), en otros usos [López y Ocaña 1994]. En 1998, la

deforestación oscilaba entre 300 mil y 400 mil hectáreas al año [MMA 1998b] y hoy se habla de cifras mucho más severas: la deforestación de 850 mil hectáreas anuales [Revista 2000].

## ¿Por qué la deforestación?

La deforestación puede considerarse como un efecto del modelo de desarrollo agrario del país, bien por la apropiación de tierras boscosas, para incluirlas en la frontera agrícola (colonización), o bien por cambios en el uso de la tierra, a nivel predial (reemplazo de bosques por cultivos, al interior de la frontera agrícola). Es, dicho de otra manera, una situación originada en presiones humanas, especialmente debidas a procesos de colonización y a intereses particulares de algunos medianos y grandes propietarios, que recurren a este mecanismo la deforestación para aumentar la tierra productiva disponible.

Hay cinco factores que provocan la deforestación en Colombia: la expansión de la frontera agrícola y la colonización, son responsables del 73% de ella. La producción maderera causa el 12%; el consumo de leña, el 11%; los incendios forestales, el 2%, y los cultivos proscritos, el 2% [CGR 2000-2001].

## LA EROSIÓN DE LOS SUELOS

Las proyecciones mundiales sobre el fenómeno erosivo son preocupantes: se calcula que, al actual ritmo de degradación de suelos, la superficie cultivable del planeta pasará de 1.500 millones de hectáreas que se poseían en 1975, a 1.000 millones, en el año 2025. Es decir, la pérdida de suelos afectará posiblemente a una tercera parte de la superficie arable de la Tierra.

En Colombia, las previsiones pueden ser del mismo orden, aunque el país todavía no tiene claro cuál es la superficie de suelos que se pierde por año por efecto de las actividades agropecuarias. Las estimaciones de las entidades encargadas de suministrar esta información varían mucho, de una entidad a otra (cuadro 4).

Mientras el Ideam reporta que en el año 2000 el país tenía cerca del 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, 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, muestra que la erosión no es un problema tan serio. Algo similar ocurre, si se comparan las cifras de erosión ligera, o las de zonas sin erosión. Tales contradicciones tienen varias explicaciones:

- Es probable que cada entidad utilice su propia metodología. El grado de conocimiento y de experiencia de quien interpreta las imágenes de radar o las fotografías aéreas puede ser un factor decisivo, en el momento de obtener y cualificar la información. A esto se agrega la insuficiencia de personal capacitado y la ausencia de recursos económicos, para establecer las respectivas comprobaciones en el campo.
- El país realiza esta clase de inventarios sin continuidad. Entre uno y otro, hay lapsos de tiempo muy amplios. 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. Luego, el país debió esperar otros 11 años, para actualizar la información.

Lo más conveniente es que los mapas de erosión en el país se elaboren cada tres o cada cinco años y que se hagan sobre la base de comprobaciones de campo. Así, pueden tenerse mejores ideas de la pérdida de este importante recurso, pueden seleccionarse áreas que requieran intervención prioritaria y pueden implementarse las respectivas soluciones.

## Otra mirada a las cifras

Los datos de todas las entidades mencionadas se refieren a los porcentajes de erosión total del país. En esos cálculos se incluyen la Amazonia y el Chocó biogeográfico, regiones cubiertas por bosques o sabanas, en las que no existe la erosión, o es un proceso muy débil. Si se descartaran los 33 millones de hectáreas cubiertas principalmente por bosques de la Amazonia y los casi 5,6 millones de hectáreas del Chocó, las cifras relativas de la erosión en Colombia, cambian sustancialmente (cuadro 5).

En la región del Caribe, la erosión cubre alrededor del 94% de su territorio. Casi el 52% de su superficie total está afectada por procesos erosivos que oscilan entre altos y muy altos. Es decir, el problema es muy severo e indica la magnitud del esfuerzo que la sociedad debe realizar para recuperar tierras agrícolas.

Los porcentajes absolutos de pérdida de suelos por erosión en la región Andina muestran que el 93% de la zona está afectada por algún grado de erosión. La tercera parte del área total enfrenta fenómenos erosivos muy altos o altos, es decir, corresponde a superficies de difícil recuperación para usos agrarios.

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 originada por procesos antrópicos es relativamente baja. Esto demuestra la fragilidad de sus suelos, 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 síntesis, las pérdidas de suelos por erosión afectan la mayor parte del territorio nacional, inclusive la frontera agrícola.

El Estado colombiano no posee información continua sobre el fenómeno erosivo y existe una duplicación de funciones entre el Ideam y el Igac, cuyos datos, además, no coinciden. La erosión edáfica tiene que abordarse seriamente en el país, con políticas claras que incentiven la conservación del recurso. De otra manera, en el largo y mediano plazo, la productividad agraria se afectará severamente, igual que muchos procesos relacionados con la preservación del suelo, como el suplemento de agua para consumo humano, la irrigación de las áreas planas y el mantenimiento de la infraestructura eléctrica del país, que depende de las cuencas hidrográficas.

## **CRECE LO DESIERTO**

La degradación de las tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas, resultante de diversos factores que actúan en forma individual o colectiva, como las variaciones climáticas y las condiciones topográficas, se conoce como *desertificación*. Ella se acentúa con las presiones humanas (antrópicas): la colonización, las explotaciones mineras, la construcción de vías, el urbanismo y las prácticas equivocadas del manejo del suelo.

En Colombia, la desertificación se presenta con mayor intensidad en los departamentos de La Guajira, Santander, Boyacá, Norte de Santander, Cauca, Nariño, Huila, Tolima, Atlántico, Magdalena, Sucre y Cesar. El primero de ellos, La Guajira, se considera, por sus condiciones climáticas, una verdadera región desértica.

## **SALINIZACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUELOS**

Es poco lo que se conoce en el país acerca de la severidad y del grado de afectación de las tierras agrícolas por la presencia de sales, originada en la acción natural o en la humana. Sin embargo, algunos estudios han permitido identificar los suelos que en Colombia presentan con mayor frecuencia problemas de salinidad.

En la región Caribe, hay alrededor de 3.506.033 hectáreas salinizadas (28,3% de su superficie), repartidas entre amplias zonas del departamento de la Guajira, planicies marinas de los departamentos de

Atlántico, Bolívar, Magdalena y Sucre, zonas de Ciénaga y Fundación y los valles de los ríos Cesar, Ariguaní y Magdalena. En el resto del país, hay áreas con problemas de sales en el altiplano cundiboyacense, en la zona de Tocaima y Girardot, en las llanuras del Tolima y en el valle del río Cauca.

En muchos de estos lugares, la salinización es un proceso inherente a la génesis del suelo, ya que en amplios sectores de la región privan condiciones de sequedad, durante periodos prolongados, y de altas temperaturas a lo largo del año. Estas condiciones, unidas a relieves cóncavos, planos y plano-cóncavos, proporcionan el ambiente propicio para la acumulación de sales.

### **Otras causas**

En otras áreas, la salinización se deriva del uso inadecuado del riego, bien sea porque se utilizan aguas salinas, o porque existen deficientes sistemas de drenaje, situación que favorece el ascenso capilar de las sales y su posterior acumulación en las capas superficiales del suelo.

El país tampoco cuenta con una política de recuperación y manejo de suelos salinos. Más aún, los inventarios realizados son de carácter general y no se posee un sistema de información que evalúe la intensidad y la evolución del proceso. Muchas sales, entre ellas los nitratos, pueden migrar a través del suelo y llegar a los acuíferos profundos, de modo que estos se contaminan de manera irreversible. Este fenómeno es preocupante en áreas que, como la Sabana de Bogotá, en el futuro, podrían tener escasez de agua y en ese caso no podrían utilizar sus acuíferos, para el abastecimiento humano.

Por otra parte, la compactación de los suelos, por degradación de su estructura y por pérdida de materia orgánica, ocurre en la mayor parte de los suelos colombianos sometidos al uso intensivo de maquinaria agrícola, en condiciones no apropiadas de humedad. La compactación afecta severamente las posibilidades de oxigenar las zonas de raíces y por lo tanto incide negativamente en la producción agraria.

Con excepción de varios estudios realizados en sitios puntuales del país, Colombia no posee el inventario de sus tierras degradadas por compactación o pérdida de estructura. Ese trabajo es urgente, pues una vez identificadas las causas de estos fenómenos, que son reversibles, el país puede promocionar una serie de prácticas adecuadas de manejo de suelos, tendientes a recuperar las zonas degradadas.

## **LOS PLAGUICIDAS**

### **La muerte y otras sorpresas**

Los insecticidas, fungicidas y herbicidas han sido, sin lugar a dudas, los agrotóxicos de mayor desarrollo comercial en el mundo. Su participación en el mercado mundial de estas sustancias fue cercana al 95%, entre los años 1960 y 1990, a pesar de los impactos ambientales que se derivan de sus características toxicológicas [Ideam 1998].

En efecto, debido a su misma naturaleza y a la obligatoriedad de ser efectivos para la muerte, postulado en el que se basa el desarrollo y la aplicación de plaguicidas en la agricultura, estas sustancias generan diversos tipos de impacto en las cadenas tróficas de los agroecosistemas. Afectan por igual organismos benéficos y aquellos considerados como plagas o vectores de enfermedades.

Varios de esos efectos se expresan en la resistencia que los insectos y otros patógenos desarrollan para defenderse de los agrotóxicos, en la contaminación de suelos, agua y aire y en la intoxicación crónica o aguda de los seres humanos que se colocan en contacto directo o indirecto con estas sustancias, en calidad de productores o de consumidores.

### **Efectos sobre la salud**

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. Se han comprobado efectos de carácter

cancerígeno, mutagénico, somático y reproductivo. Se presentan también trastornos en el sistema nervioso, manifiestos en neuropatías, encefalopatías, perturbaciones visuales, delirios y convulsiones, entre otros [Ideam 1998]. Las víctimas no son solamente los trabajadores del campo: los son igualmente los consumidores finales de los productos agrícolas, es decir, la totalidad de la población.

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.

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. Desde que se empezó a utilizar este insecticida en la región cafetera (1992) y hasta septiembre de 1999, 583 personas, entre campesinos y trabajadores, principalmente de los municipios de Palestina y Chinchiná (Caldas) y de Balboa (Risaralda), sufrieron los efectos del endosulfán. [Servicio de Salud de Risaralda, Instituto de Seguro Social (ISS) del Quindío y Hospitales municipales de Caldas].

En Antioquia, Huila, Quindío, Risaralda, Tolima y Caldas se afectaron 106 personas con el producto, durante el año 2000 [Ministerio de Salud]. Ya en 1998, el número de personas intoxicadas había sido de 70, hecho que contrastó con la reducción hasta el 2% de la presencia de broca en los cafetales de la región, la más baja de la historia [El Espectador, 22 abril 2001].

El Paraquat (actualmente comercializado como Gramoxone) es otro de los herbicidas más utilizados en Colombia, para el control de malezas y para erradicar cultivos proscritos. Su uso causa lesiones pulmonares fibróticas de rápida progresión, en forma irreversible. Además, puede provocar lesiones renales, hepáticas, miocárdicas y cerebrales [Ideam 1998]. Cuando se comercializa, se advierte: “este producto es tóxico para la vida silvestre y no es apropiado para uso masivo y aéreo”.

## **La experiencia no hace maestros**

Así pues, los efectos adversos de los agroquímicos sobre la salud humana y animal se presentan con diferentes intensidades en varias regiones del país. Sin embargo, aún se siguen comercializando plaguicidas ya prohibidos o de uso restringido, según la Lista Consolidada de Naciones Unidas, bajo la aprobación del ICA (registros de agosto de 1998). Algunos de ellos son: Alaclor, Benomil, Carbofuran, Dimetoato, Hexazinona y Mancozeb [Nivia 2000].

El subregistro de los casos de intoxicación a causa de estos productos impide establecer la magnitud real del problema y por lo tanto diluye la atención que se debe prestar al respecto. De esa manera, también se aplazan decisiones, como la relativa al endosulfán, que demoró 8 años en tomarse (el 23 de marzo del 2001, el Consejo de Estado expidió un fallo en el que determina retirar el uso del endosulfán, en todos los cultivos), debido en parte, según la Asociación Colombiana de Toxicología y Farmacodependencia, a la inexistencia de un sistema de vigilancia epidemiológica para intoxicaciones por plaguicidas.

## **Efectos sobre los ecosistemas**

Los agrotóxicos atacan también los insectos benéficos, la biota edáfica y las cadenas de alimentos que afectan organismos superiores. El país carece de registros sistemáticos o monitoreos continuos sobre estos fenómenos, aunque existe una abundante literatura mundial y nacional que demuestra el surgimiento de problemas ecológicos, como consecuencia del uso de plaguicidas sintéticos.

En la mayoría de las zonas productoras de papa, por ejemplo, se hace un uso inadecuado de los agroquímicos, especialmente, de los plaguicidas [Rodríguez 1996]. Eso se expresa en el elevado número de aplicaciones y de dosificaciones que están por encima de las recomendaciones técnicas, en el empleo de mezclas de varios productos y en graves descuidos de manejo, tanto en la aplicación, como en el almacenamiento de los agroquímicos. El 95% de los agricultores de papa del país realiza aplicaciones de plaguicidas, sin la indumentaria apropiada para protegerse.

## Las aguas

La contaminación de aguas de superficie y subterráneas es un fenómeno que se registra en todas partes del mundo. En Europa, ese es tal vez uno de los principales problemas ambientales. Sin embargo, ha sido poco estudiado en Colombia, a pesar de sus innegables efectos ecosistémicos.

Esa contaminación tiene varios orígenes:

- El arrastre del material contaminante, en terrenos sometidos a la acción de biocidas, ya sea por aguas lluvias o por el agua de riego.
- La fumigación aérea realizada cerca de los cursos de agua.
- La precipitación de aguas lluvias que lavan las partículas de plaguicidas suspendidas en la vegetación.
- Los derrames accidentales que ocurren en fábricas o depósitos de plaguicidas.
- La utilización de las corrientes de agua para la limpieza y el lavado de materiales sobrantes, entre otros [MMA 1998b].

Algunos de los ecosistemas que han sido más afectados por el uso de agroquímicos en el país son:

- La cuenca de la Ciénaga Grande de Santa Marta, como consecuencia del cultivo de banano, la palma africana y el arroz, en la región.
- La Ciénaga de Zapatoza, asociada con la producción de palma africana.
- La Cuenca Alta y Media del río Meta, por la siembra de arroz y de algodón.
- La Cuenca del río Ariari, debido al arroz y a otros productos.

La contaminación generada por la presencia de estas sustancias, sobre los cuerpos de agua no solo afecta la vida que depende directamente de ellos, sino que trasciende a otros escenarios. Por ejemplo, se convierte en un grave peligro para la salud humana, cuando se consume el agua a través de los sistemas de suministro de agua potable y/o de alimentos regados con agua en estas condiciones.

Un estudio realizado en 1996 por el Laboratorio Químico de Monitoreo Ambiental (entidad privada), con el fin de determinar la presencia de *trihalometanos* (THM) y de plaguicidas en agua de consumo humano en el país, evidenció que en la mayoría de los acueductos, el agua contenía varios de los plaguicidas seleccionados para dicho trabajo, entre ellos, endosulfán y malathion, y algunos metabolitos con el endosulfán sulfato y etilentiourea, que resultan letales para la salud humana. Además, se estableció que el sistema de potabilización o tratamiento convencional, utilizado hasta la época de la realización del estudio, no removía las sustancias orgánicas contaminantes, de modo que quedaba gran parte de sustancias como los plaguicidas y los THM. [MMA 1998].

En la Ciénaga de Santa Marta se encuentran apreciables concentraciones de plaguicidas organoclorados, prohibidos desde hace 15 años, entre ellos, Aldrín y DDT. Esa situación persiste, según lo muestran estudios recientes [Invemar 1995, 1999, 2000].

Los plaguicidas tienen una acción muy fuerte sobre las cadenas tróficas. Algunas especies de peces, en especial los que habitan en los cuerpos más quietos, como lagos y lagunas, pueden acumular estas sustancias, en niveles que los hacen poco aptos para el consumo humano.

Hay múltiples trabajos que se realizan para evaluar algunos efectos de los agrotóxicos en los microorganismos del suelo. Los agrotóxicos generan muchos efectos aún no documentados en el medio colombiano, cuyo conocimiento debería ser tema de preocupación por parte del mismo Estado.

Falta por incluir datos sobre la persistencia de estos compuestos dentro del medio edáfico, su desdoblamiento en nuevas moléculas de mayor toxicidad, su aparición en los cuerpos de agua, su magnificación biológica y su presencia residual en los alimentos de consumo diario.

El uso de plaguicidas de síntesis artificial representa un reto para Colombia, pues por una parte han sido extensamente utilizados para la protección de cultivos de la Revolución Verde y por otra es un

hecho que su utilización provoca graves impactos en la salud de la población. Promocionar o limitar su utilización dependerá del camino que el país quiera seguir en relación con el modelo de agricultura.

## EFFECTOS SOCIOCULTURALES

Como se indicó en los capítulos anteriores, el factor tecnológico no puede considerarse independiente de la estructura simbólica, ni de la organización social, es decir, debe analizarse dentro del conjunto de relaciones de poder, dominación política, concepciones del desarrollo, intercambios económicos, capacidad científica o normatividad existente, entre muchos otros aspectos. La tecnología no es neutra. Responde y expresa el conjunto de presiones e intereses de la sociedad, en la transformación y el uso de la base natural.

Por lo tanto, la perspectiva ambiental implica un análisis integral del sector agrario que no se refiere exclusivamente al factor tecnológico. Desde este punto de vista, el modelo de desarrollo agrario seguido por Colombia (que incluye los principios generales de la Revolución Verde), ha generado efectos socioculturales relevantes, tanto positivos como negativos.

En los primeros pueden anotarse la apertura y consolidación de nuevos mercados de maquinaria, insumos y productos agrícolas, generación de empleos calificados, aumentos en rendimiento de los cultivos agrícolas e inserción de productores en rubros competitivos.

Pero, por otra parte, puede indicarse que el modelo ha generado fuertes dependencias de los agricultores en relación con la compra de insumos (semillas, maquinaria, agroquímicos), polarización social en relación con el acceso a la tecnología y pobreza rural por exclusión, efectos que pueden expresarse de manera diferente en cada región del país.

En 1985, año del penúltimo censo de población, alrededor de 13 millones de personas, equivalentes al 45% de colombianos, vivían en pobreza absoluta y 6 millones (20% del total) en condiciones de miseria. Siete de los 13 millones habitaban en zonas rurales [Jordán y Londoño, citados por León y otros 1993, basados en datos del DANE].

La adopción desde los años 50 de un modelo tecnológico fundamentado en el uso intensivo de capital ha alejado cada vez más la posibilidad de incrementar el nivel de ingresos de la población rural. Para el periodo 1950 - 1987, por ejemplo, la tasa anual de crecimiento de utilización de capital en el sector agropecuario fue de 2,8%, de manera que el sector contribuyó con el 1,15% del Producto Interno Bruto (PIB); mientras tanto, la tasa de crecimiento anual del empleo rural fue sólo de 0,57%, equivalente al 0,24% del PIB [DNP 1994, 10]

El porcentaje de personas pobres en el país, pasó de ser 59%, en 1978, a ser 55%, en 1999 (cuadro 6). Eso no representa una mejoría del indicador en sí mismo, porque en ese mismo lapso, la población total aumentó desde casi 26 millones, a finales de la década de los setenta, a alrededor de 40 millones de personas, al finalizar el siglo veinte, es decir, el número de pobres aumentó en términos absolutos.

La situación es peor en relación con el sector rural. De porcentajes cercanos al 76% de pobreza y de 41% de indigencia en 1978 se pasó a cifras del 80% y 46% para los dos indicadores. Es decir, tanto el número relativo, como el número absoluto de pobres rurales aumentaron en ese lapso.

La pobreza en el sector rural está entonces directamente relacionado con la concentración del ingreso que se da allí. En Colombia, el 10% de la población más rica obtiene un ingreso equivalente a 30 veces el del 10% más pobre.

## **Bosque fragmentado**

Esta cobertura incluye áreas con bosques naturales que tienen una intervención del 40% representada en parcelas de otras coberturas, especialmente de pastizales, cultivos, rastrojos y matorrales de menor tamaño en proceso de sucesión. En esta cobertura se concentra la gran mayoría de los cultivos ilícitos en el país. Ocupa una extensión de 9.753.968 hectáreas, correspondientes al 8.6% del total nacional. Los bosques fragmentados se localizan principalmente a lo largo de los sectores aledaños a los grandes ríos de las regiones de la Amazonia, Pacífico y Orinoquia, lo que ha facilitado históricamente la expansión de la colonización, actuando éstos como vías de penetración y de extracción de los recursos madereros más valiosos. De igual forma se encuentran en el piedemonte amazónico y llanero.

IGAC, Corpoica 2002, volumen 2, página 34

## **En el 2002: conflicto de uso del suelo**

En Colombia, más del 60% del área continental intervenida con usos agropecuarios presenta conflictos tanto por sobreutilización como por subutilización en diferentes grados de intensidad.

Predomina la sobreutilización de las tierras con el 32,7%, frente al 29,7% para la subutilización. Las tierras sin conflictos de uso o en uso adecuado tienen una extensión de 22.669.660 hectáreas, que equivalen al 37,7% del área total intervenida del país y al 19,9% del área total continental de Colombia.

Las tierras sin conflictos de uso, por estar poco o nada intervenidas, corresponden al 48% del total nacional continental.

Las regiones donde se presentan las mayores extensiones de tierras subutilizadas en el país son: Andina (27%), Caribe (24%) y Orinoquia (22%).

En Colombia el 32,7% del área parcial e intensamente transformada presenta conflictos por sobreutilización en algún grado de intensidad, lo cual equivale a 19.652.641 hectáreas. En estas áreas, el uso actual de los recursos no se ajusta a las limitaciones impuestas por la naturaleza.

Las tierras sobreutilizadas en grado moderado y severo, participan con el 68% relativo del área total sobreutilizada, lo que se traduce en 13.349.178 hectáreas en alto riesgo de sufrir degradación o pérdida de sus cualidades y, por ende, de la capacidad para cumplir funciones ecológicas y sociales. Las tierras con sobreutilización severa cubren una extensión de 7.713.598 hectáreas, correspondientes al 12,8% del área intervenida de Colombia.

Las regiones naturales del país donde se presentan las mayores extensiones de tierras sobreutilizadas son, en su orden, las siguientes: Andina (61%), Amazonia (12%) y Caribe (10%).

## **ASPECTOS SOBRESALIENTES ASOCIADOS A LOS CONFLICTOS DE USO**

- El abandono de las tierras por el desplazamiento forzado de la población rural.
- Baja difusión y generación de tecnologías agropecuarias apropiadas, acordes con las condiciones biofísicas y socioeconómicas del sector rural colombiano.
- Alto índice de pobreza en el campo.
- Tamaño y tenencia de las tierras, con alta subdivisión de predios, propiciando el incremento del minifundio y microfundio.
- Procesos de colonización mal organizados y dirigidos sobre territorios ambientalmente frágiles y, generalmente, sin vocación de uso agropecuario.
- Sistemas de producción agropecuarios intensivos en tierras de ladera, sin la implementación de adecuadas prácticas de manejo y conservación de suelos.
- Concentración de la población en la región Andina, ejerciendo alta presión sobre los recursos naturales ante la demanda de alimentos y servicios ambientales.
- Deforestación de grandes extensiones de tierras de vocación forestal protectora.
- Intervención de ecosistemas frágiles, generalmente en zonas apartadas y poco accesibles, para la siembra y producción de cultivos ilícitos y de subsistencias, que agrava la problemática ambiental y social.

Las consecuencias de la sobreutilización de las tierras se reflejan principalmente en la degradación de los recursos naturales, cuya expresión más evidente es la erosión hídrica. En Colombia el 35% del total de las tierras se encuentran afectadas por erosión, con más de 4.300.000 hectáreas erosionadas severa y muy severamente y 12.916.000 hectáreas, en grado moderado [IGAC 1999].

**Cuadro 4**  
 Porcentajes de suelos erosionados en Colombia, por fuente de información  
 1977 – 2000

<b>Evaluación de la erosión</b>	<b>Inderena 1977</b>	<b>IGAC 1987</b>	<b>Ideam 1998</b>	<b>IGAC 1998</b>	<b>Ideam 2000</b>
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	
<b>TOTALES</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fuente: Datos ordenados por Carlos Gómez, Ideam 2000.

**Cuadro 5**  
 Porcentaje de erosión por regiones en Colombia, de acuerdo con datos  
 elaborados por el Ideam, 2001, a partir de su propia información

<b>Erosión</b>	<b>Caribe</b>	<b>Orinoquia</b>	<b>Andina</b>	<b>Pacífico</b>	<b>Amazonia</b>
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
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fuente: Ideam 2001. Subdirección de suelos.

## SITUACIÓN PREOCUPANTE

De acuerdo con estudios recientes realizados por el Ideam, el 4,26% de los suelos del territorio nacional, equivalentes a casi cinco millones de hectáreas, presentan desertificación: el 0,45% es muy alta, el 0,19%, alta; el 0,73%, moderada; el 1,77%, baja y el 1,12%, muy baja. Además el estudio concluye que el 7,42% del territorio nacional se encuentra en proceso de desertificación. El problema es aún más grave si a estas cifras se le adicionan los porcentajes de tierras erosionadas.

Es posible que la abundancia de agua que hay en Colombia haga ver la desertificación como algo de menor importancia. Sin embargo, en muchas zonas, la escasez de agua, bien sea porque allí sus volúmenes son bajos, o porque se han contaminado las fuentes superficiales o subterráneas, comienza a ser un problema serio, que desborda el mero interés académico.

## A merced de los plaguicidas

Un estudio realizado por investigadores de la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia, que cubrió el período comprendido entre 1978 y 1986, encontró 3.988 casos de intoxicación por agroquímicos, provenientes en su mayoría de cascos urbanos, afectando principalmente a hombres con edades entre 15 y 59 años.

Los productos organofosforados y los carbamatos (inhibidores de la colinesterasa) aparecieron como los principales causantes de dichas intoxicaciones, con una participación del 84%, mientras que los organoclorados (DDT (difenildiclorotolueno) y DDE (difenildicloroetano) fueron responsables del 3,6% de las mismas. En el mismo periodo, el número de muertes por plaguicidas en Antioquia fue de 568, dando como promedio 63 personas al año (Colciencias 1990).

En la leche vacuna también han aparecido evidencias de contaminación por pesticidas, principalmente de DDT. Un estudio realizado por Vallejo y Vargas, del Departamento de Toxicología de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional, calcula que aproximadamente entre el 36% y el 40% de la población colombiana está directamente expuesta al contacto directo con plaguicidas (Colciencias, 1990). Estudios más recientes en leche vacuna y humana han encontrado residuos de organoclorados como DDT, lindano y dieldrín en Espinal y Guamo (Ideam 1998).

De otra parte, un estudio epidemiológico realizado por el Instituto de Salud Pública de México y el Instituto Nacional de Cancerología de Colombia con el fin de evaluar la asociación entre el cáncer de seno y niveles de DDT, Lindano y Bifenilos Policlorados (PCB), encontró que de un total de 288 mujeres que participaron en el estudio, 144 presentaron dicho cáncer y las otras 144 tuvieron que someterse a controles clínicos (MMA 1998b).

Otro estudio realizado en los corregimientos de Rozo, La Torre y La Acequia (municipio de Palmira) durante 1997, demostró efectos de los agroquímicos sobre la salud de 166 personas (de una muestra inicial de 755) por exposición aguda o reciente a insecticidas organofosforados y carbamatos. Lo que más llama la atención de este estudio es que tales resultados fueron obtenidos en un grupo heterogéneo en edades y oficios, que incluía además de los agricultores y trabajadores del campo, amas de casa y menores de edad, con lo que se puso en evidencia la contaminación del ambiente por agroquímicos [Nivia 2000a].

## CULTIVOS DE PAPA, AL GARETE

Entre los cultivadores de papa, hay también confusión en la identificación de plagas y enfermedades [Rodríguez 1996]. Los productos químicos corresponden a diferentes grados de toxicidad y de ingredientes activos y las dosis de aplicación varían mucho entre agricultores, sin que medie ningún criterio técnico.

La mayoría de los agricultores decide la frecuencia de aplicaciones con base en el calendario, cada ocho, diez o doce días, independientemente de la población de insectos, de la presencia de la enfermedad o de las condiciones climatológicas favorables para su desarrollo [Rodríguez 1996] Existen productores que realizan más de 10 aplicaciones para controlar plagas y más de 15, para combatir enfermedades. En el control de la 'gota' de la papa ocasionada por *Phytophthora infestans*, se hacen en promedio 12 aplicaciones.

Los efectos de tales prácticas son diversos: inducción de resistencia de algunos insectos plaga, como el tostón (*Lyriomyza quadrata*) y los áfidos *Mysus persical* y *Macrosiphum euphorbiae*, a insecticidas que tienen como ingrediente activo el dimetoato; disminución de poblaciones de fauna benéfica, como las moscas *Tachinidae* y de *Eriopsis connexa*; resurgencia de plagas, como *Phthorimaea operculella*, *Lyriomyza quadrata* y *Trialeurodes vaporariorum*; detección de residuos de plaguicidas en tubérculos, contaminación de fuentes de agua y aumento de casos de intoxicación de seres humanos.

# Los estudios

Los efectos que genera el uso de agroquímicos sobre la microbiota edáfica han sido poco abordados en Colombia, aunque en la literatura mundial abundan los trabajos que muestran resultados variables, ya se trate de fertilizantes solubles, abonos orgánicos, herbicidas, fungicidas o insecticidas. Los ejemplos siguientes solamente dan una idea de los tipos de trabajos realizados:

En relación con fertilizantes, por ejemplo, varios experimentos realizados en Polonia entre 1987-1989 por Kurzwinska (1994), mostraron que dosis mayores de nitrógeno (150 y 200 kg/ha N) favorecen la ocurrencia de la pudrición seca de los tubérculos de papa.

Por su parte Deb y Bora (1996) estudiaron el efecto de fertilización NPK sobre la micoflora de rizosfera y formación de nódulos en arveja (*Pisum sativum*) bajo suelos aluviales arenos arcillosos. El número y el crecimiento de las bacterias fueron bajos en todos los tratamientos y no mostraron diferencias significativas, produciendo finalmente nódulos menores y más dispersos e irregulares.

Kravchenko et al (1996) estudiando en cebada el efecto de varias dosis de potasio sobre la densidad y la actividad de la nitrogenasa de *Azospirillum brasilense* inoculada dentro del suelo, demostraron que una de las razones para la poca supervivencia y la baja efectividad de los organismos fijadores de nitrógeno introducidos, pueden ser los altos contenidos de potasio en los suelos.

Comparando la fertilización foliar y edáfica en dos variedades de caña azucarera, Ali et. al. (1996) demostraron que las poblaciones bacterianas se reducen con las aplicaciones foliares de nitrógeno en comparación con aquellas realizadas al suelo, cuando se realizan en dosis iguales. Estas diferencias se debieron a la alteración de la naturaleza de los exudados de las plantas asperjadas.

En cuanto a los efectos causados por herbicidas en las poblaciones microbianas del suelo, la literatura también es extensa y ofrece una amplia colección de situaciones diferentes:

Por ejemplo, Heydari et al (1997), encontraron que los herbicidas pendimethalina, prometryna y trifluralina en dosis de 1, 2 y 4 mg/g de suelo causan reducciones significativas en la población de la mayor parte de los aislamientos de *Pseudomonas fluorescens* y *Burkholderia cepacia* en la rizosfera de plántulas de algodón mientras que en otro experimento encontraron reducción en las poblaciones bacterianas 15 y 25 días después de la siembra en suelos tratados con pendimethalina y prometryna y 25 días después en suelos tratados con trifluralina.

Por su parte, Shetty y Magu (1997) estudiaron el efecto de la pendimethalina en la respiración y las actividades de las enzimas deshidrogenasa y fosfatasa en la rizosfera de trigo, encontrando inhibiciones significativas de las actividades respiratorias del suelo y de las enzimas citadas en la rizosfera de trigo.

Yassir et al (1999) demostraron que, entre 15 suelos con diferentes prácticas de cultivo, siete de ellos que presentaban una historia de aplicaciones repetidas con atrazina mostraban degradación acelerada del herbicida. Áreas en praderas o bajo agricultura en donde no se habían realizado aplicaciones continuas de atrazina al menos en los últimos tres años, presentaron baja degradación potencial.

En relación con los fungicidas e insecticidas también se encuentran amplias informaciones:

El Mancozeb, fungicida de amplio espectro, aplicado a suelos bajo monocultivos de caña de azúcar, afectó la colonización de las raíces por los hongos del suelo, particularmente de hongos estériles pertenecientes a la familia Dematiaceae. Altas dosis de Mancozeb (superiores a 400 mg/kg), algunas veces conduce a incrementos en la población de *Penicillium spp.* (Magarey et al, 1997).

Kremer et al. (1996), por su parte, concluyeron que el fungicida Benomil afecta la composición de las poblaciones bacterianas en las rizosferas de *A. adiantiformis*, promoviendo la presencia de bacterias fitotóxicas. El-Shanshoury (1995) investigó el efecto directo de los insecticidas Dicofol y Dimetoato, sobre el crecimiento de *Streptomyces atroolivaceus* en varios cultivos. Ambos insecticidas en todas las concentraciones disminuyeron la germinación de esporas, la extensión de los tubos germinativos, el crecimiento micelial, la biomasa seca del micelio y los contenidos de proteínas.

**Cuadro 6**  
 Porcentaje de personas bajo línea de pobreza e indigencia en Colombia. 1978 – 1999

<b>Concepto</b>	<b>1978</b>	<b>1988</b>	<b>1991</b>	<b>1993</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>
<b>Total Nacional</b>								
Línea de pobreza	59,13	59,23	53,8	51,7	52,8	50,3	51,47	55,0
Línea de indigencia	25,11	27,22	20,4	19,4	18,7	18,1	17,85	20,9
<b>Cabeceras municipales</b>								
Línea de pobreza	49,63	48,23	47,3	43,6	42,8	39,1	41,8	45,2
Línea de indigencia	15,94	15,92	13,8	11,6	9,9	8,3	10,1	11,0
<b>Resto</b>								
Línea de pobreza	75,97	74,92	68,4	70,7	77,4	78,9	75,81	79,7
Línea de indigencia	41,36	43,33	35,2	37,7	40,3	42,9	37,4	45,9

Fuente: CGR 2000, 10.

# 4

## SIN LOS AIRES DEL TRÓPICO

### Política nacional de ciencia y tecnología agraria

1994 - 2000

**La Revolución Verde se propuso** solucionar los problemas mundiales de seguridad alimentaria, objetivo que cumplió adecuadamente en su momento. No obstante, el proceso generó una serie de externalidades negativas no previstas, entre ellas, la degradación de suelos y aguas, la intoxicación de seres humanos por agroquímicos y el surgimiento de nuevas y más virulentas plagas, enfermedades y malezas. La necesidad de solucionar esos problemas presentó nuevas urgencias a la investigación científica agrícola. No obstante, el sector de ciencia y tecnología del país no ha podido afrontar los retos que coloca la agricultura tropical, pues se basa en los paradigmas formulados desde los países templados y el país no ha otorgado suficiente apoyo económico a los procesos investigativos y de transferencia de tecnología.

### TENDENCIAS Y REALIDADES

En términos generales, el modelo de Revolución Verde ha dominado históricamente las políticas de ciencia y tecnología en Colombia. Incluso, hasta hace poco, ese dominio se tradujo en concepciones predominantemente tecnológicas y económicas, que excluían casi por completo factores sociales o ecosistémicos. La diversidad de orientaciones de los fondos de cofinanciación del sector agrícola refleja, en cierta medida, la poca claridad que hay en Colombia, en relación con los objetivos fundamentales del sector agrícola.

#### Miradas a la investigación

En Colombia, hay tres fondos de financiación: Colciencias, Ecofondo y Pronatta. Su visión acerca de la investigación es diferenciada.

La exigencia fundamental de la asignación de recursos de cofinanciación en Colciencias es que haya apoyo de un gremio productivo, de manera que se garantice que los investigadores tendrán dinero 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 de plazo de aumentar la competitividad y la rentabilidad de las explotaciones agropecuarias: es esa la reducida visión del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial.

El sistema ha girado hacia la agroindustria y hacia la biotecnología, a las que considera como lo que debiera ser la agricultura colombiana. En ese camino, se rechazan las investigaciones que no encajen en esta filosofía, es decir, que propongan, por ejemplo, la conservación de los recursos naturales, la capacitación sobre formas alternativas de agricultura, los análisis teóricos sobre el campesinado, los avances sobre estudios ecológicos de los suelos o temas similares, que no sean del interés de los gremios financiadores.

Lo agrícola se percibe de una forma aislada. Así lo refleja la división que existe en Colciencias, con los programas de Medio Ambiente y Hábitat, por un lado, y el de Ciencias y Tecnologías Agropecuarias, por el otro.

## Otros enfoques

Por fortuna, el mayor volumen de aportes del Estado para el sector agrario se maneja a través de Pronatta (Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria) y de Ecofondo, entidades que han acogido concepciones alternativas de la agricultura.

En Pronatta, el eje central de su filosofía es que el pequeño productor sea el beneficiario principal de las investigaciones y para ello se exigen alianzas o uniones temporales entre asociaciones campesinas y universidades, centros de investigación u otras entidades. Se apoya la libre concurrencia de la oferta y se impulsan redes temáticas para el fortalecimiento institucional. Una de ellas es la Red de Agricultura Ecológica (RedAE), que gana terreno en el país, gracias al apoyo de Pronatta.

Ecofondo ha recogido completamente la visión ambiental en la gestión de los agroecosistemas e impulsa, desde 1994, proyectos que ofrecen salidas concretas para atender aspectos de orden tecnológico, organizativo, productivo y económico, mediante la utilización de los preceptos de la *agricultura ecológica* [Vásquez 2001].

## La inversión

El análisis sobre los montos de inversión de cada uno de los estos fondos de cofinanciación puede ayudar a observar las tendencias que ha seguido el país en los últimos 6 años, en materia de ciencia y tecnología.

La inversión en Ciencia y Tecnología (C&T) agropecuaria, para el periodo 1994-2000 en el país, analizada a partir de los presupuestos destinados a Pronatta y a los programas Agropecuario y del Medio Ambiente de Colciencias, se incrementó desde 6.070 millones de pesos, en 1994, a 47.200 millones, en 1997. Sin embargo, desde este año, la inversión disminuyó significativamente, de manera que en 1999, Pronatta no contó con recursos de inversión, debido en gran parte a la crisis fiscal del país.

Pronatta ha sido la principal fuente de recursos de inversión en C&T agropecuaria, con una participación del 49,37%, de los 171 mil 256 millones de pesos que se invirtieron durante el periodo [1994-2000], mientras que Colciencias tuvo una asignación del 45,35% y Ecofondo, 5,28%.

### *Áreas más atendidas*

Las áreas de inversión en C&T del sector agrícola, que tuvieron recursos durante el periodo 1994-2000 fueron: sistemas de producción, genética, agua, componentes socioeconómicos, prácticas sostenibles, control de plagas, suelos, gestión empresarial y fortalecimiento institucional.

Las inversiones durante el periodo mencionado se dirigieron principalmente al control de plagas y enfermedades, tópico que contempla principalmente acciones de evaluación y diagnóstico de enfermedades, de control epidemiológico, de control biológico y de control integrado. Las dos últimas acciones tienen una connotación de sostenibilidad ambiental, que solo podría confirmarse mediante un análisis de los proyectos.

La implementación de prácticas sostenibles ocupó el segundo lugar, con una participación del 23,65%. En esta categoría se incluyen la incorporación de abonos verdes, la recuperación de prácticas tradicionales y el desarrollo de sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles, entre otros. Hay que mencionar que en este grupo también se incluye la controvertida *agricultura sostenible*. Algunos investigadores consideran que esta modalidad de agricultura no es más que una manera de disfrazar el uso de agroquímicos, bajo el concepto de *sostenibilidad*, y de eludir alternativas realmente sanas para el ambiente, como la agricultura ecológica. El auge en la inversión en proyectos de este tipo puede encontrar su origen en la trascendencia que adquirió lo ambiental en el país, a partir de 1993, con la expedición de la ley 99.

Es decir, las prácticas agrícolas sostenibles y el control de plagas y enfermedades son las áreas que están canalizando la mayor cantidad de recursos en C&T en el país. Uno de los componentes que recibe más dineros es el de *agricultura sostenible*, rubro en el que se mezclan proyectos de agricultura

ecológica, biológica, orgánica, biodinámica y sostenible. El uso continuo de agroquímicos y de tecnologías de Revolución Verde en esta última categoría impide identificar con claridad la orientación real que se le está dando a la inversión en C&T, cuyo análisis sin comprobación en campo de los efectos de cada proyecto puede originar conclusiones equivocadas.

### *La gestión de Pronatta*

A través de Pronatta se ha encauzado aproximadamente el 49,37% de los recursos de inversión en C&T para la actividad agropecuaria, durante el periodo 1994–2000. Su programa tiene tres fundamentos: competitividad, equidad y sostenibilidad.

Los componentes que emplea Pronatta para desarrollar su misión son:

- Desarrollo tecnológico, encargado del manejo de las convocatorias y el seguimiento y evaluación de proyectos.
- Fortalecimiento Institucional, que pretende aumentar la capacidad propositiva de las organizaciones y de los actores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial, desde las regiones. Para hacerlo cuenta con la Red de Capacitación y Fortalecimiento Institucional, escenario en el que se analizan, discuten y aportan soluciones a problemas específicos para la construcción de espacios o políticas que den lugar a enriquecer los quehaceres del desarrollo tecnológico en temas particulares.

Es justamente en ese contexto que la comunidad reconoce la Agricultura Ecológica (AE), como una alternativa de desarrollo tecnológico agrícola para el país. Este hecho se evidencia en la demanda de diferentes instituciones en las convocatorias públicas para acceder a cofinanciación de propuestas presentadas bajo diferentes conceptos (agricultura biológica, orgánica, biodinámica) y que para la última convocatoria representaron el 65% de los proyectos presentados.

Actualmente, en la Unidad Coordinadora Regional de Centro Oriente de Pronatta están en ejecución 144 proyectos. De ellos, 55 son investigaciones en agricultura ecológica y 62 desarrollan capacitación tecnológica en el mismo tema. Sus ejecutores son gremios, universidades, organizaciones de productores, corporaciones de investigación y ONG. Estas últimas son las que más demandan proyectos en este tema y las siguen las organizaciones de base.

De esta manera, los 84.557 millones de pesos que canalizó este programa para la inversión en C&T agropecuaria, 54.059 millones se orientaron al subsector agrícola<sup>1</sup>. Los proyectos que promueven las prácticas sostenibles tuvieron la mayor asignación (31,84% de los 54.059 millones de pesos), hecho que tiene varias explicaciones:

- 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 Agricultura Ecológica, que represente a los productores, investigadores-técnicos y a los industriales, en la definición de políticas y programas en este tema.
- Debilidad en la investigación que se requiere en este tema, como quiera que aún existen vacíos tecnológicos que deben atenderse con un rigor científico y técnico que garantice una confiable reconversión en fincas de economía campesina.

### *La gestión de Colciencias*

---

<sup>1</sup> 15,22% de los \$84.557 millones destinados a la inversión en C & T agropecuaria durante el periodo 1994 - 2000, se orientaron al subsector pecuario, 13,65% al multisectorial, 4,22% al pesquero y el 2,99% restante al forestal.

Colciencias canalizó 77.655 millones de pesos, entre 1995 y 2000 para investigación en el sector agropecuario. El 53,10% de esos recursos los destinó a proyectos de tipo agrícola<sup>2</sup>, bajo cuatro líneas de política, que aunque no son aún oficiales, están operando y se ajustan a la propuesta del gobierno de convertir a las exportaciones en una de sus cuatro estrategias para alcanzar el crecimiento del país:

- Promoción de cultivos altamente exportables –promisorios.
- Apoyo a economías campesinas.
- Gestión de empresas del sector rural.
- Investigación en cultivos promisorios en biodiversidad.

Lo anterior se ratifica al revisar los dineros canalizados por esta entidad en investigación agrícola por áreas temáticas durante el periodo 1995-2000 (41.239 millones de pesos), teniéndose que 24,92% se dirigieron a sistemas de producción y 23,38% a gestión empresarial y fortalecimiento institucional siendo estas categorías las que concentraron la mayor cantidad de recursos. El control de plagas y enfermedades fue el rubro de mayor incidencia (26,50%).

De los 151 proyectos cofinanciados por los programas Agropecuario y del Medio Ambiente y Hábitat de Colciencias durante el periodo 1995 - 2000 por un monto total de 93.439 millones de pesos, solamente 5 se dirigieron a temas de Agricultura Ecológica, con un valor de 4.987 millones (5,34% de tal presupuesto), lo que indica la poca preferencia de los investigadores agrarios por Colciencias como fuente de cofinanciación, o el efecto de las políticas agrarias de la institución.

Por lo demás, existe una baja participación del componente prácticas sostenibles (12,90%) en los recursos orientados para el subsector agrícola en esta entidad.

Es de anotar que Colciencias registró una baja significativa de los aportes que recibe del Estado: de 5.026 millones de pesos que recibió en 1996 (cifra de por sí ya muy baja), pasó en el 2000 a 1.537 millones de pesos. Sin embargo, el mayor descalabro se presentó en los recursos suministrados por las contrapartidas, que de 8.191 millones pesos en 1996, pasaron en el 2000a ser 1.852 millones, lo que puso de manifiesto la poca trascendencia que se le otorga al sector agropecuario, en el contexto general de la economía nacional, a pesar de su reconocida importancia para la paz nacional.

### *La gestión de Ecofondo*

En el lapso comprendido entre 1994 y 2000, esta entidad cofinanció ochenta y seis proyectos, aproximadamente el 43% del total de los proyectos cofinanciados, dentro del eje temático Gestión Ambiental en Agroecosistemas, con un valor de 9.043 millones [Vásquez 2001].

De la ejecución de estos proyectos, se han derivado importantes procesos ambientales, entre ellos:

- La recuperación de suelos y aguas, ecosistemas estratégicos para la alimentación y la agricultura.
- El establecimiento de bancos de germoplasma, de variedades de cultivos tradicionales, en fincas de agricultores.
- Integración del componente forestal, a las actividades productivas y las de conservación.
- Recuperación y validación de tecnologías sostenibles.
- Diversificación de la producción, orientada fundamentalmente a garantizar la seguridad alimentaria de las comunidades involucradas en los proyectos de interés.

Con esta gestión se han beneficiado aproximadamente 90 mil personas, en once de las doce unidades regionales definidas por Ecofondo. También se han abordado temas como la recuperación de la

---

<sup>2</sup> 29,82% de los \$77.655 millones destinados a la investigación en C & T agropecuaria durante el periodo 1995 - 2000 se orientan al subsector pecuario, 14,09% al pesquero, 2,79% al multisectorial y 0,19% al forestal.

biodiversidad mediante el establecimiento de bancos de germoplasma *in situ*, principalmente con variedades de cultivos de importancia alimenticia y medicinal, como el maíz, el frijol, la papa, las hortalizas, el ají, plantas medicinales y tradicionales en peligro de extinción (quinua, oca, ulluco).

Las propuestas de modelos de fincas sostenibles ecológica y culturalmente han tenido una gran acogida por parte de las comunidades. Es de resaltar que la mayoría de los proyectos aprobados (42) se proponen la reconversión de modelos de fincas de monocultivos y de tecnologías de Revolución Verde, tendencia que ha sido más recurrente desde 1998, a raíz de la redefinición de la estrategia de cofinanciación por parte de esta entidad.

Algunos proyectos también ofrecen estrategias y mecanismos concretos de comercialización comunitaria de productos orgánicos. Sin embargo, este aspecto sigue siendo uno de los puntos críticos de la gestión.

Desde esta perspectiva, se puede concluir que las prácticas agrícolas sostenibles, entre ellas, la agricultura ecológica, han tomado fuerza en el ámbito nacional. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados hasta el momento, éstos no pasan de ser débiles intentos frente a los daños ambientales y sociales que el uso inadecuado de la tierra le está ocasionando al país, hasta tanto no se promuevan procesos de desconcentración de la tierra y cambio de los modelos de desarrollo tanto agrícola como ganadero.

# 5

## Agricultura Ecológica MODELO ALTERNATIVO

**Las discusiones en torno al modelo** Revolución Verde, que partieron de críticas al factor tecnológico y a sus implicaciones culturales y ecosistémicas, pronto generaron nuevas propuestas para el quehacer agrícola. Estas propuestas introdujeron enfoques holísticos, con los que se busca superar los meros propósitos de lucro personal y sembrar valores diferentes que, sin perder de vista la rentabilidad de las unidades productivas, se traduzcan en externalidades positivas y en dinámicas de recomposición de la sociedad y de la base de sustentación ecosistémica.

Muchas de esas propuestas alternativas se conocen como *agricultura orgánica*, *agricultura ecológica* o *agricultura biológica* y promueven prácticas agrícolas, de organización, de reestructuración institucional, de mercadeo, de comercialización, hábitos de consumo y políticas estatales o privadas, tendientes a cambiar el actual modelo de desarrollo agrario.

La experiencia no ha sido fácil, ni en una sola vía. Se trata prácticamente de lograr un cambio cultural profundo, que afecta a toda la población y que tiene connotaciones mundiales. Por fortuna, son muchos los países desarrollados que han incluido expresamente metas de reconversión de la agricultura convencional a la ecológica, presionados por la opinión pública, por los cambios en los patrones de producción y de consumo y por el mercado.

### PRINCIPIOS DE UNA NUEVA AGRICULTURA

La *agricultura ecológica* (AE) es un sistema holístico de gestión de la producción, que realza y fomenta la diversidad de los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo y que se basa en un reducido uso de insumos externos y en la no utilización de fertilizantes y de plaguicidas de síntesis química. Además, tiene en cuenta que las condiciones regionales requieren de sistemas adaptados localmente [Palacios 2001].

#### Las raíces

En términos generales, la agricultura ecológica se sustenta en los siguientes principios:

- La defensa de la salud humana y de la continuación de la vida en los agroecosistemas. Por ello, la agricultura ecológica se opone al uso de venenos en la agricultura.
- El suelo es una conjunción íntima e indivisible de organismos que se interrelacionan de manera continua, con una interfase órgano-mineral, igualmente compleja. El suelo contiene vida y es vida en sí mismo. Es una interfase viviente, entre lo vegetal y lo mineral.
- El conocimiento y el manejo de los equilibrios naturales encaminados a mantener los cultivos sanos tienen una importancia preponderante. Por ello, la agricultura ecológica trabaja con las causas y no con los síntomas, por medio de la prevención.
- El uso integral de los recursos y de la diversidad biológica es fundamental para evitar a la humanidad la pérdida de especies valiosas.

- La reducción del uso y el consumo de aportes energéticos ligados a insumos externos y, en consecuencia, la disminución de dependencia exterior de los mismos, permiten eliminar el uso de plaguicidas y de fertilizantes sintéticos.
- La rentabilidad económica y ecológica de los sistemas de cultivo es de gran importancia y por ello conviene promocionarla.
- El rescate del conocimiento ancestral campesino e indígena y su simbiosis con los aportes realizados por la ciencia y la tecnología contemporánea son la base de una nueva forma de producción. Por ello, la agricultura ecológica hace un esfuerzo de síntesis en el diálogo de saberes.

⑤

Tales principios se expresan en una serie de prácticas agronómicas, que constituyen alternativas reales al modelo de agricultura de Revolución Verde. Hablemos de situaciones específicas. La agricultura ecológica promueve la *labranza cero* o la *labranza reducida*, estrategias para no arar los suelos, pues hacerlo se considera que no es adecuado en las zonas tropicales, en las que la radiación solar directa afecta la vida microbiana, la humedad del suelo y los contenidos de materia orgánica, además de otros factores edáficos.

Otro caso: la utilización de maquinaria pesada, por ejemplo, arados de vertedera, rastras y rastrillos, se ha cuestionado por sus efectos sobre la estructura de los suelos y la aparición de fenómenos degradativos (compactación y pisos de arado). En su lugar, la agricultura ecológica promociona la *labranza invertida*, técnica basada en el manejo de las plantas adventicias (antiguamente llamadas *malezas*) y en el uso de herramientas de mano o de tracción animal.

Algunas experiencias promovidas por ONG (Fundación Agro-Biológica Colombiana, en Ibagué, o el Cipav, en el Valle del Cauca) han mostrado su efectividad, tanto en la conservación de suelos y aguas, como en el mantenimiento de rendimientos vegetales altos y en la disminución del esfuerzo físico de las labores de cultivo. Sin embargo, aún no se masifican, por los bajos presupuestos asignados a su difusión y a la investigación.

En relación con los arreglos de los cultivos, la agricultura ecológica propone la diversificación de los campos agrícolas, en respuesta al uso exclusivo de monocultivos, típico del modelo de Revolución Verde. Muchas experiencias nacionales e internacionales demuestran las ventajas de los cultivos múltiples: su rendimiento (el índice de Uso Eficiente de la Tierra compara los rendimientos de los monocultivos, con los que se obtienen en los cultivos asociados), sus efectos en el control de plagas y enfermedades, el reciclaje de elementos y la conservación de suelos.

Otras técnicas contribuyen a evitar que el suelo permanezca desnudo, durante la preparación de los terrenos: el uso de coberturas vivas o muertas y los abonos verdes. Ellas también han sido probado suficientemente en diversas condiciones agroecológicas y hoy se considera que los agricultores pueden adoptarlas en el marco de la práctica de reconversión de la agricultura convencional a la ecológica.

Con el uso de abonos orgánicos sucede algo similar, aunque allí subsisten variados intereses y obstáculos que impiden su masificación. Son reconocidos los efectos benéficos que producen diferentes tipos de compost, residuos de cosechas y de estiércoles (fermentados o no) y de caldos trofobióticos (bokashi, caldo súper 4 y caldo microbiano de rizosfera de finca). Estos efectos se observan en la reactivación de la actividad biológica de los suelos, en la restitución de nutrientes, en la conservación de la materia orgánica, en los aumentos de producción de los cultivos y en su protección contra plagas y enfermedades.

En relación con el manejo de plagas y enfermedades, la agricultura ecológica 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 aleopatía y con base en ellos definen ciclos de rotaciones de cultivos y arreglos espaciales

entre plantas que son afines entre sí. Además, la agricultura ecológica comenzó a utilizar extractos de plantas que se usan como purines o hidrolatos, para prevenir y/o controlar enfermedades y plagas.

## **Algunos muros**

Las prácticas agronómicas alternativas enfrentan todavía a diversas dificultades. En su aplicación se entrecruzan móviles culturales muy complejos, en los que confluyen y se oponen diversos intereses económicos, sociales, políticos y tecnológicos

La posibilidad de reemplazar fertilizantes químicos de síntesis, por abonos orgánicos tropieza con varios muros: 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 fisicoquímica de los suelos se han mostrado muy eficientes en varios contextos.

Las principales dificultades para utilizar masivamente técnicas de manejo de suelos provienen de la falta de investigaciones sistematizadas de obtención de los biopreparados, principios activos, dosis, épocas de aplicación, estandarización de resultados y efectos ecosistémicos de los mismos. Algunas escuelas de agricultura alternativa están en desacuerdo con el uso de tales extractos, porque los consideran parte de paquetes tecnológicos y de recetas universales. Otras, en cambio, avanzan en su conocimiento, antecedidas por las prácticas cotidianas de agricultores, que experimentan en sus fincas.

En Colombia, el aparato científico y la academia van a la zaga de las investigaciones, debido al peso de la tradición y a las presiones de productores convencionales y de fabricantes de agroquímicos, que tienen en estos renglones poderosos intereses económicos.

## **SU LUGAR EN EL MERCADO**

### **El mundo acoge la nueva agricultura**

Aún con las dificultades a las que se enfrenta, la agricultura ecológica se acepta cada vez más en el mundo entero. Los productos ecológicos ingresan a nuevos mercados, que satisfacen cada vez mayores franjas de pobladores demandantes de alimentos sanos, libres de residuos tóxicos.

En la actualidad, el 67% de los consumidores europeos demanda productos ecológicos, mientras que en Estados Unidos esta cifra se eleva al 87%. La oferta, entre tanto, es insuficiente. En 1998, el comercio de estos productos se cuantificó en 4.200 millones de dólares [Palacios 2001].

En 1990, una encuesta de opinión mostró que el 49% de los consumidores británicos estarían dispuestos a pagar un 5% de sobreprecio, por productos de agricultura ecológica y el 25% de ellos compra alimentos ecológicos. El sobreprecio oscila entre un 20% y un 100%, según el producto y el país de consumo [Revista Dinero, Febrero 11 del 2000].

El crecimiento anual de los productos ecológicos en el mundo es aproximadamente de 20%, mientras que el de los convencionales es del 1,2%. El valor del mercado ecológico en Europa es de unos 3.200 millones de dólares, de los que corresponden a Alemania 1.600 millones (el 52%), y 420 millones a Francia y al Reino Unido. Se espera que en el 2002 la participación del sector ecológico en la agricultura europea oscile entre el 5% y el 10% (actualmente es del 1,5%).

En Argentina, durante 1992, se cultivaron 5 mil hectáreas, con prácticas ecológicas, cifra que aumentó a 300 mil hectáreas, en 1996. El 61% de esta producción se exporta hacia la Unión Europea, el 26% lo absorbe el mercado nacional y el 13% va a Estados Unidos y a Canadá.

### **Colombia**

En 1997, el Inventario Nacional de Agricultura Ecológica arrojó resultados importantes, sobre el número de iniciativas puntuales, en producción ecológica en Colombia. El país contaba en 1999 con 20 mil hectáreas certificadas como ecológicas y generaba 5 millones de dólares en exportaciones, con un crecimiento anual previsto entre el 10% y el 20% del área.

El café tiene claras oportunidades en el mercado de productos ecológicos. Su mercado potencial es de 50 millones de dólares y presenta un crecimiento anual del 10%. Si Colombia mantiene el crecimiento actual, puede alcanzar el 30% de las ventas globales en 5 años, lo que representaría unos 24 millones de dólares.

Hoy existen varias empresas exportadoras, entre ellas, Eco-bio Colombia y Café Mesa de los Santos, que suman exportaciones por casi 2 millones de dólares. Sus mercados son Estados Unidos, Europa y Japón, que están dispuestos a pagar el café con un sobre precio del 15% al 40%, según la calidad del producto.

La agricultura ecológica tiene inmensas potencialidades en la generación de empleo en el campo, en la apertura de nuevos mercados, en el desarrollo de tecnologías propias y como catalizadora de la independencia económica de los agricultores. Además, tiende a utilizar integralmente los recursos, característica muy favorable para los ecosistemas.

Sin embargo, todavía falta un largo camino por recorrer tanto en investigaciones básicas, como en estudios aplicados, que den cuenta de sus efectos ambientales y de los ajustes que se requieren para equilibrar la producción agrícola, tanto en volumen, como en calidad. Igualmente, se requiere un movimiento cultural que enfrente las presiones transnacionales y que cambie los actuales patrones de consumo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, S.A., Afridi, M. y Singh, R.G. 1996. "Soil Bacterial Population as Influenced by Soil and Foliar Application of Nitrogen in Sugarcane", *Bharatiya Sugar*. 22, 3, 9-10.
- Ardila, S. 1994. *Los agroquímicos y la relación agricultura y el medio ambiente*, mimeo, Universidad de los Andes, Bogotá.
- Balcázar y Orozco 1998. Misión Rural, IICA – Finagro – Tercer Mundo Editores
- Benavides, E. y otros. 1997. "Estado de la resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a piretroides sintéticos y organofosforados en fincas de Norte de Santander", *Memorias Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, volumen 10, Suplemento, Encuentro Nacional de Investigadores de las Ciencias Pecuarias, ENICIP, 6 y 7 de noviembre de 1997.
- Bustamante de Henao, R. 1994. "Insumos y maquinaria agrícola", DNP [1994], Bogotá.
- Colciencias. 1990. Perfil ambiental colombiano. Bogotá.
- Colciencias. 1999. Plan estratégico 1999 – 2004, Programa de Ciencias del Medio Ambiente y del Hábitat, Bogotá.
- Contraloría General de la República, CGR. 2000. "Abramos campo al sector rural", *Revista Gestión Fiscal* No. 12, diciembre.
- Contraloría General de la República, CGR. 2000-2001. "Estado del recurso suelo", *Informe sobre el estado de los recursos naturales y del ambiente*, Bogotá.
- Corpoica. 1998. *Grandes transformaciones del sector agropecuario colombiano en la última década: una visión regional*, produmedios, Bogotá.
- Cortés, L. A. 1987. "Tierras fecundas para la paz: Llanura del Caribe", *Revista La Tadeo*, volumen III, No. 16, 22 – 25.
- Deb, B. y Bora, N. 1996. "Effect of Chemical Fertilizer on the Rhizosphere Mycoflora and Nodulation of Pea Plant", *Environment and Ecology*, 14: 4, 747-751.
- Departamento Nacional de Planeación, DNP. 1994. *Competitividad sin pobreza, Estudios para el desarrollo del campo en Colombia*, Clara González y Carlos Felipe Jaramillo, coordinadores, Fonade – Tercer Mundo Editores, Bogotá.
- Departamento Nacional de Planeación, DNP. 2001. *Política de Desarrollo Agropecuario Ambientalmente Sostenible*, versión preliminar, abril, Bogotá.
- El-Shanshoury, A.R. 1995. "Effect of Two Insecticides Dicofol and Dimethoate on the Growth of *Streptomyces Atroolivaceus*, a Rhizosphere Strain Promoting Plant Growth", *Acta Microbiologica Polonica*. 44: 2, 135-148.
- Heydari, A. y otros. 1997. "Effects of Three Soil-Applied Herbicides on Populations of Plant Disease Suppressing Bacteria in the Cotton Rhizosphere", *Plant and Soil*, 195, 1-75.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Ideam. 1998. *El medio ambiente en Colombia*. Bogotá.
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, Invemar. 1999. *Rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta*, Informe técnico No. 1, octubre.
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, Invemar. 2000. *Rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta*, Informe técnico No. 4, agosto.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Igac 1987. Mapa de Uso Actual de la Tierra en Colombia. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Igac; Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica. 2002. *Zonificación de los conflictos de uso de las tierras en Colombia*, Bogotá.

- Kravchenko, L.V. y otros. 1996. "Effectiveness of Inoculating Barley with *Azospirillum Brasilense* as Dependent on the Application Rate of Potassium Fertilizers", *Microbiology*, Nueva York, 65, 1, 111-114; traducida de *Mikrobiologiya* (1996) 65 (1) 125-129.
- Kremer, R.J., y otros. 1996. "Promotion of Phytotoxic Bacteria in Rhizospheres of Leatherleaf Fern by Benlate DF", *Journal of Plant Nutrition*, 19, 6, 939-953.
- Kurzawinska, H. 1994. "Fungal Communities of the Soil Environment from Potato Rhizosphere and their Effect on Agents of Dry Rot of Tubers Depending on Nitrogen Fertilization. Department of Plant Protection, Agricultural Academy, Krakow, Poland", *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im.-Hugona Kollataja w Krakowie, Rozprawy* No. 192, 82.
- León S.T. y otros. 1993. "Uso de lisímetros para detectar la transferencia de nitratos y fosfatos del suelo hacia acuíferos y aguas superficiales", *Ecotrópica*, No 26. 38 53.
- León, S. T., Zárate, C. 1993. *Programa de Estudios Ambientales Agrarios*, Instituto de Estudios Ambientales, Universidad Nacional de Colombia.
- López, R. y Ocaña, C. 1994. *Crecimiento agropecuario y deforestación: el caso Colombia* Universidad de Maryland, Estados Unidos de América.
- Magarey, R.C. y otros. 1997. Effect of the Fungicide Mancozeb on Fungi Associated with Sugarcane Yield Decline in Queensland, *Mycological Research*, 101, 7, 858-862.
- 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.
- Mendelson, J. 1998. "Round Up: el herbicida más vendido del mundo", *The Ecologist.*, volumen 28, No. 5, 23 – 27.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 1998. *Anuario Estadístico*.
- Ministerio de Agricultura. 1974. *Anuario estadístico del sector agropecuario*, República de Colombia.
- 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, 1998b. "Informe final de gestión del ministro del Medio Ambiente Eduardo Verano de la Rosa, Bogotá, agosto.
- Ministerio del Medio Ambiente. 1998a. *Lineamientos de política de plaguicidas*, Políticas Ambientales de Colombia.
- Negocio de Verdes, Revista Dinero (Febrero 11 del 2000), citado por Palacios, M.T [2001].
- Nivia, E. 2000 a. *Mujeres y plaguicidas. Una mirada a la situación actual, tendencias y riesgos de los plaguicidas. Estudio de caso en Palmira, Colombia*, Rapalmira – Ecofondo – PAN.
- 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", *Estudio sobre sostenibilidad en el sector agropecuario*, Anexo 1, Centro de Investigaciones para el Desarrollo, CID – Instituto de Estudios Ambientales, Idea, Universidad Nacional de Colombia.
- Nivia, E. 2000 b. *Algunos riesgos toxicológicos de plaguicidas de acuerdo con estudios en animales*, Rapalmira, Palmira.
- Nivia, E. 2001 b. *Las fumigaciones aéreas sobre cultivos ilícitos si 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.
- Nivia, E. 2001. *Algunos riesgos toxicológicos de plaguicidas aplicados en arroz en la Orinoquia colombiana de acuerdo con estudios en animales*, Rapalmira, Palmira.

- Palacios, M.T. 2001. "Agricultura Ecológica", *Memorias del Primer Taller Nacional sobre Investigación y Transferencia en Agricultura Ecológica*, Bogotá, octubre de 2000, IICA – Pronatta (en prensa).
- Ramírez, A. 1994. "Estudios sobre adecuación de tierras", DNP [1994], Bogotá.
- Revista de la Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. 2000. *Suelos ecuatoriales*, vol. 30 No.1. Bogotá.
- Rodríguez, A. 1996. *Consideraciones al manejo de plagas y enfermedades de la papa en Colombia. Papas Colombianas con el Mejor Entorno Ambiental*, Editorial Comunicaciones y Asociados-Fedepapa.
- Shetty, P.K. y Magu, S.P. 1997. "Effect of Pendimethalin on soil respiration and Enzyme Activities in the Rhizosphere of Wheat", *Indian Journal of Environment and Toxicology*, 7, 1, 39-41.
- Vásquez, C.L. 2001. "La dimensión ambiental de la gestión en agroecosistemas", *Boletín Ecofondo* No. 22.
- Villa, L.A. 2001. "Sostenibilidad y medio ambiente. Políticas, estrategias y caminos de acción", *Misión Rural*, volumen 4, IICA – Finagro – Tercer Mundo Editores.
- Warwick, H. 1998. "Agente Naranja: el envenenamiento de Vietnam", *The Ecologist.*, volumen 28, No. 5.
- Yassir, A. y otros. 1999. "Microbiana Aspects of Atrazine Biodegradation in Relation to History of Soil Treatment", *Pesticide Science*, 55(8), 799-809.

# GLOSARIO

**Acto agronómico:** proceso integral del cultivo de plantas, que incluye además de aspectos biofísicos o ecosistémicos, los culturales (simbólicos, de organización socioeconómica y tecnológicos).

**Agente Naranja:** nombre que se da el herbicida 2,4 D (2,4 diclorofenoxiacético) utilizado como defoliante por Estados Unidos en la guerra del Vietnam. Se conocía con este nombre, por el color de los recipientes en que se almacenaba.

**Agricultura alternativa:** todas las formas de agricultura que se oponen a la agricultura de Revolución Verde

**Agricultura ecológica:** también se conoce como agricultura orgánica o biológica. Se refiere a los sistemas de producción agrícola que, entre otras cosas, no utilizan sustancias tóxicas de síntesis artificial y se basan en una concepción integrada de manejo, en la que el suelo es un componente esencial.

La diferencia entre agricultura biológica, orgánica y ecológica es su origen idiomático: la primera viene del francés (*agriculture biologique*); del inglés viene *organic farming*, y en español se habla de *agricultura ecológica*.

**Agroquímicos:** sustancias químicas de síntesis artificial que se utilizan en las labores agrícolas. Incluye fertilizantes y plaguicidas.

**Agrotóxicos:** sustancias de síntesis química y/o natural, dirigidas a controlar patógenos, por la vía de la muerte.

**Base de sustentación ecosistémica:** conjunto de recursos naturales que posibilitan el acto agronómico. Se refiere al suelo, al agua, a la fauna y a la flora y además a sus interacciones.

**Biodiversidad:** riqueza y abundancia de genes, especies y ecosistemas en una zona determinada.

**Biotechnología:** procedimientos tecnológicos de transformación y aprovechamiento de los seres vivos. La ingeniería genética es parte de la biotecnología, pero no es toda.

**Cadenas productivas:** integración económica de los procesos y componentes de la producción agraria, que incluyen tanto los procesos agronómicos como los comerciales y los de transformación.

**Características biofísicas:** se refiere a las particularidades biológicas y físicas de la base de sustentación ecosistémica.

**Ciclos biológicos:** Procesos que integran suelos, plantas, animales y microorganismos regulados por sus características internas y externas.

**Condiciones edáficas:** se refiere a las condiciones de suelo (*edafón* = suelo)

**Conservación de suelos:** Principios y técnicas que evitan el deterioro del recurso suelo

**Ecosistema:** Unidad funcional de la naturaleza compuesta por elementos vivos e inertes en interrelación constante a través de flujos de energía, ciclos de materiales y de información.

**Efecto invernadero:** calentamiento de la atmósfera, producto de la acumulación de ciertos gases que poseen la capacidad de absorber radiaciones infrarrojas.

**Ganadería intensiva, ganadería semiintensiva, ganadería extensiva:** se refiere a 3 tipos de actividad ganadera que se diferencian por la intensidad de utilización de los recursos, especialmente de la tierra.

**Gases efecto invernadero:** sustancias volátiles generadas por la industria y la agricultura, que poseen capacidad de absorber radiaciones infrarrojas y calentar la atmósfera.

**Hábitat:** conjunto de condiciones geológicas, geomorfológicas, geográficas, de suelo y clima que define las características de los sustratos en que se desarrolla la vida.

**Paquete tecnológico:** conjunto de prácticas agronómicas desarrolladas para manejar suelos, seleccionar semillas, controlar plagas y enfermedades y en general para garantizar determinados rendimientos de los cultivos.

**Seguridad alimentaria:** derecho de los pueblos a acceder a alimentos sanos y suficientes, que se garantiza con políticas estatales.

**Semillas híbridas:** parte de los paquetes tecnológicos de la Revolución Verde. Son semillas no aptas para reproducirse en ciclos nuevos de cultivo.