

## LA DEGRADACIÓN DEL SUELO Su explicación mediante la teoría de la renta

Guillermo FOLADORI<sup>1</sup>  
Humberto TOMASSINO<sup>2</sup>

### RESUMO

A degradação do solo tem causas naturais, mas também tem causas originadas na ação humana. Estas últimas são as mais importantes e são consideradas as geradoras do processo de degradação "acelerado". As causas antrópicas da degradação do solo são comumente identificadas com práticas agrícolas erradas, o que é obviamente correto, mas isso só diz respeito às causas visíveis e imediatas. Por detrás destas práticas e técnicas, existem relações socioeconômicas que pressionam para que estas técnicas sejam aplicadas. Neste artigo vamos resumir as formas, causas e conseqüências da degradação do solo e mostrar a forma como as relações capitalistas de produção criam forças que conduzem à degradação do solo.

*Palavras-chave:* Degradação do solo; erosão; renda da terra.

### ABSTRACT

The degradation of the soil has natural causes, but it also has causes originated by human action. The last ones are the most important, and considering as generators of an "accelerated degradation". The antropic causes of soil degradation are commonly identified with wrong agricultural practices. This is obviously correct, but it only shows the immediate and visible cause. Behind these practices and productive techniques, there are socio-economic relations that put pressure for these techniques to be applied. In this article we will summarize the forms, causes and consequences of the degradation of the soil and show how the capitalist social relations of production create forces that conduce to soil depredation.

*Key words:* Land degradation; erosion; land rent.

<sup>1</sup> Pesquisador visitante CNPq, Programa de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento, UFPR. E-mail: foia@coa.ufpr.br.

<sup>2</sup> Professor da Facultad de Veterinaria, Universidad de la Republica, Uruguay. Doutorando, Programa de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento, UFPR.

## I. INTRODUCCIÓN

La degradación de los suelos es uno de los problemas ambientales contemporáneos más importantes. En los informes sobre la situación ambiental del mundo, aparece junto a la disminución de la capa de ozono, el calentamiento global del planeta, y la pérdida de la biodiversidad.

La degradación de los suelos tiene causas naturales, pero también causas originadas por la acción del ser humano. Estas últimas son las más importantes, y consideradas como generadoras de una degradación "acelerada". Las causas de la degradación del suelo de origen antrópico se identifican, comúnmente, con prácticas agrícolas o industriales perjudiciales. Esto es evidentemente correcto, no obstante, sólo enfoca la causa inmediata y visible de la cuestión. Por detrás de determinadas prácticas y técnicas productivas existen relaciones sociales de carácter económico, que presionan de diversas maneras para que dichas técnicas o prácticas se adopten. Estas relaciones sociales no son directamente visibles, y cambian según la estructura económica e histórica de la sociedad.

En este breve artículo haremos una revisión general de la degradación de los suelos y mostraremos cómo las relaciones económicas capitalistas generan fuerzas que conducen a la sobreexplotación del suelo y a la expansión salvaje de la frontera agrícola, que son, tal vez, los principales motores que llevan a las causas antrópicas de la degradación de los suelos.

En el apartado II y III exponemos de forma resumida y esquemática las diversas formas de degradación del suelo, así como sus causas y consecuencias. En los apartados IV y V veremos cómo las relaciones sociales económicas capitalistas inciden en la adopción de prácticas nocivas para un buen manejo del recurso suelo.

## II. DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS: PRINCIPALES FORMAS

Se entiende por degradación el proceso global de deterioro del suelo. Se trata de uno de los más serios problemas ambientales en el mundo contemporáneo, amenazando seriamente la agricultura y el ambiente natural. Esta importancia se hace evidente cuando se constata que el 97% de la alimentación humana mundial depende de las tierras productivas, correspondiendo solamente un 3% a la suministrada por los mares y sistemas acuáticos (PIMENTEL, 1993).

La dimensión de la degradación de la tierra es alarmante, alcanzando para fines del siglo XX de un 30 a un 50% de la superficie disponible. Sólo como resultado de la erosión, que como veremos es una de las formas de degradación, la tasa de pérdida de suelo en Europa es de 10 a 20 toneladas ha/año; en los EEUU de 16 ton. ha/año; y en Asia, África y Sud América entre 20 y 40 ton. ha/año. Como contraparte, la tasa de renovación anual de un suelo en regiones templadas es de tan sólo 1 t/ha/año (PIMENTEL, 1993). Cuando el deterioro de los suelos llega a extremos que los hacen prácticamente inútiles para el uso agrícola, se vuelven desérticos o "agri-deserti" (GILBO, 1995).

Las consecuencias de la degradación del suelo no se reducen a sus efectos "en sitio", también existen impactos derivados, a través de sedimentos y desechos poluyentes que terminan en las fuentes de agua y ambientes acuáticos, o en la atmósfera (PIMENTEL, 1993).

La degradación del suelo tiene causas tanto naturales como humanas. En este artículo nos referiremos exclusivamente a las causas humanas que, a su vez, facilitan la acción de los elementos naturales para acelerar dicha degradación.

Existen varias formas de degradación del suelo. En el cuadro que sigue exponemos las principales, así como las causas antrópicas asociadas, y los principales efectos o consecuencias. En la elaboración del cuadro consideramos exclusivamente la degradación del suelo derivada del uso agrícola (en sentido amplio) del suelo. Dejamos de lado el deterioro del suelo resultado de su uso como asiento de habitación, industria, comunicación o transporte, o minería. Como se aprecia en el cuadro, los procesos que provocan la degradación y desertificación son: 1) la erosión; que se puede subdividir, a su vez, en a) hídrica, y b) eólica; 2) la salinización; 3) la degradación de la cubierta vegetal; 4) la compactación del suelo; 5) la acumulación de sustancias tóxicas. Los tres primeros procesos son "determinantes principales", en el sentido de que tienen efectos más extendidos y repercuten más en la productividad. Los dos últimos son subordinados (CARRERA, 1997).

Degradación del suelo. Formas, principales causas antrópicas, y efectos

Formas de erosión	Principales causas antrópicas	Principales efectos
Erosión hídrica	Roturación de terrenos en pendiente. Uso de agricultura en forma indiscriminada. Equipos inadecuados.	Perdida de estructura grumosa, condiciones físicas y fertilidad. Disminución de la producción vegetal. Colmatación. Generación de sedimentos que se depositan en lechos de ríos, represas, reservorios. Contribución a efecto estufa
Erosión eólica	Sobrepastoreo, agricultura indiscriminada en regiones áridas.	Cambio en textura, condiciones físicas y fertilidad de los suelos. Disminución de la producción vegetal.
Salinización	Irigación mal efectuada. Destrucción de vegetación nativa. Ausencia de drenajes adecuados. Manejos que llevan a compactación del suelo.	Cambios en la estructura, disminución de la infiltración y aumento de la erosión. Disminución en la producción vegetal.
Degradación de la cubierta vegetal	Sobrepastoreo. Desmatado.	Cambios en la estructura del suelo. Favorece los fenómenos erosivos. Contribución a efecto estufa.
Compactación del suelo	Procesos de labranza mal realizados. Pisoteo animal.	Cambios en la estructura del suelo. Disminución de la fertilidad y la producción vegetal. Favorece los fenómenos erosivos.
Acumulación de sustancias tóxicas	Liberación de residuos industriales. Lixiviados ácidos. Fertilización nitrogenada.	Inhibición del crecimiento de las plantas y de la cobertura vegetal. Al destruir la cobertura vegetal favorece la erosión. Asociada con erosión hídrica puede generar contaminación de aguas para consumo humano y afectar flora y fauna de reservorios.

Fuente: Elaboración propia

1) LA EROSIÓN

La erosión puede ser definida como

... un proceso de desprendimiento y arrastre acelerado de las partículas del suelo causado por el agua y el viento (BERTONI y LOMBARDI NETO, 1990, p.68).

CARRERA (1997) distingue dos tipos básicos de erosión. Por un lado, la que denomina de "geológica", que constituye el proceso natural que ha contribuido a moldear la superficie de la tierra y que genera un porcentaje de pérdidas de suelo de poca significación. Por otro lado, la erosión "antrópica o acelerada" que es causada por el uso inadecuado de los recursos naturales por el hombre, básicamente la roturación de terrenos en pendiente y el uso de agricultura indiscriminadamente, tanto en prácticas de cultivo como en el uso de equipos y maquinarias inadecuadas. Esta última, ocasiona graves pérdidas de suelo por ha/año, amenazando con la degradación del suelo a extensas áreas del Planeta, con su culminación, muchas veces, en desertificación. La magnitud de la erosión de los suelos es influenciada por varios factores interactuantes, incluyendo clima, relieve, suelo, vegetación, perturbaciones humanas, inestabilidad tectónica y actividad volcánica.

Las dos principales modalidades de erosión, la eólica y la hídrica, se manifiestan en 3 etapas: remoción de partículas, transporte del material efectuado por el viento o el agua, y depósito cuando no existe energía suficiente para continuar con el transporte. La erosión hídrica es la más amplia, la cual, en forma moderada o severa afecta 562 millones de hectáreas. La erosión eólica afecta, por su parte, 204 millones de hectáreas (Crawwell, 1993).

a) La erosión hídrica. Los mayores problemas de erosión hídrica se encuentran en los trópicos húmedos en donde hay lluvias muy intensas, y las propiedades del suelo y las prácticas agrícolas favorecen o predisponen el proceso.

La erosión induce a un amplio rango de restricciones en el suelo para el crecimiento de los cultivos, incluyendo reducción de la profundidad de las raíces, aumento de la densidad, seca, deficiencia de nutrientes, y toxicidad del aluminio (Crawwell, 1993).

b) La erosión eólica. Generalmente el viento desplaza las partículas más finas, permaneciendo las más gruesas y menos productivas. Queda el material arenoso, más erodible y se limita el crecimiento vegetal, aumentando así la erodibilidad (BERTONI y LOMBARDI NETO, 1990).

Las estimaciones de la erosión causada por el viento son dificultosas. Según PIMENTEL (1993), puede estimarse que en la región oeste de los EEUU se mueven 850 millones de toneladas de suelo por año. En los países no desarrollados, la más seria amenaza para la productividad del suelo es en las tierras montañosas áridas (Sahara y oeste de Asia). En estas áreas la erosión eólica es exacerbada por la salinización que reduce la cubierta vegetativa, exponiendo el suelo a la acción del viento.

## 2) LA SALINIZACIÓN

Los problemas de salinización y acidificación del suelo dependen de la relación entre la infiltración y evaporación de agua que en él se establece. Cuando la infiltración es mayor, los suelos son "lixiviados" y tienden a la acidificación, mientras que si el proceso predominante es la evaporación, se acumulan sales en la camada superior, salinizándose.<sup>2</sup>

A los efectos de comprender las razones de la salinización es necesario entender que el agua de irrigación a pesar de ser considerada como "dulce", posee sales. El agua "dulce" posee al menos 0,6 milimoles, lo que equivale en lo máximo a 380 mg de sales disueltas por litro de agua. Si bien esta cantidad es poca, su efecto acumulativo es importante. Por el contrario, en el agua pluvial existen pocas sales disueltas salvo en regiones próximas al océano (PRIMAVESI, 1979).

La salinidad aparece generalmente en tierras irrigadas, donde los efectos sobre la producción vegetal pueden ser devastadores. En algunos casos, la deforestación (v.g. Tailandia) ha cambiando el balance hidrológico causando que las aguas subterráneas sean saladas a partir de las capas más profundas de la superficie del suelo. Algunas de estas áreas quedan imposibilitadas de sustentar producción vegetal (CRASWELL, 1993).

Los suelos afectados por salinidad son propensos a severa erosión porque la vegetación ha sido destruida y porque el deterioro en la estructura del suelo disminuye la infiltración, aumentando el "runoff" y, por lo tanto, la erosión.

Las causas de la salinización son: a) irrigación mal realizada, generalmente cuando se irrigan áreas mayores de las que sería aconsejable (recursos insuficientes de agua), b) destrucción de la vegetación

<sup>2</sup>Se entiende por "lixiviación" la remoción o migración de materiales del suelo en disolución, arrastados por las aguas de percolación.

nativa; c) ausencia de drenajes adecuados; d) conservación deficiente de los sistemas de drenaje; e) camada superficial del suelo compactada o encostrada, lo que no permite suficiente infiltración; f) suelo compactado después de la pérdida de materia orgánica; g) manejo inadecuado del suelo y agua (PRIMAVESI, 1979).

## 3) LA DEGRADACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL

La cobertura vegetal es la defensa natural del suelo contra la erosión. El efecto de la vegetación puede ser resumido en los siguientes ítems: a) protección directa contra el impacto de la lluvia; b) dispersión del agua interceptándola y evaporándola antes de que alcance el suelo; c) formación de canaliculos en el suelo que surgen de la descomposición de la estructura de las raíces; d) aumento de la infiltración; e) mejora de la estructura por la adición de materia orgánica; f) aumento de la capacidad de retener agua; g) disminución de la velocidad del "runoff" por aumento de la presión de la superficie (BERTONI y LOMBARDI NETO, 1990)

La degradación de la cobertura vegetal ocurre generalmente por quiebra en el equilibrio ecológico natural. Sus causas más frecuentes son la tala de árboles, la excesiva roturación para cultivos, la quema y el pastoreo excesivos. Todos estos agentes tienen mayor impacto en climas áridos, en donde existe menor potencial de recuperación y exponen el suelo a otros agentes generadores de degradación o desertificación.

## 4) LA ACUMULACIÓN DE SUSTANCIAS TÓXICAS

La acumulación de varias sustancias tóxicas puede tener efectos perjudiciales sobre los suelos. Generalmente son debidas a la liberación de residuos industriales. Los ejemplos más importantes son los metales pesados, los plaguicidas, residuos derivados del petróleo y aerosoles ácidos. La acumulación de sustancias ácidas o la acidificación puede ser causada por varios factores. Entre ellos: a) lluvias ácidas por emisiones industriales, con impacto en vegetación y pH del suelo; b) en áreas tropicales los suelos son naturalmente ácidos, por tasas de alta lixiviación. En suelos donde se cortan bosques y donde se practica agricultura se puede pasar a tierras ácidas sobre todo si se utiliza fertilización nitrogenada. La acidificación aumenta la concentración de aluminio y manganeso en el suelo, inhibiendo el crecimiento de las plantas y de la cobertura vegetal.

### 5) LA COMPACTACIÓN DEL SUELO

El suelo se compacta como resultado de procesos de labranza mal realizados. La compactación y el ecostramiento toman más impermeable la superficie de los suelos y, por tanto, al disminuir la infiltración, se favorece la creación del "runoff". Esta compactación también provoca déficit de agua en las capas internas del suelo, mayor dificultad para la germinación de las semillas y penetración de las raíces.

### III. PRINCIPALES CONSECUENCIAS DE LA DEGRADACIÓN DEL SUELO

Suelen considerarse dos tipos de consecuencias de la degradación del suelo: 1) las directas sobre la actividad agrícola en términos amplios; y la indirecta, sobre los cursos de agua o la atmósfera.

#### 1) LA CONSECUENCIAS DIRECTAS: PÉRDIDA DE RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS

La productividad natural de algunos suelos se ha reducido debido a la erosión entre 8 y 100%. En algunos suelos la productividad no logra ser restaurada, a pesar de usar alta aplicación de fertilizantes y otros insumos; mientras que en otros suelos procesos de severa erosión pueden ser revertidos con el agregado de 200 t/ha de suelo de calidad, o 500 t/ha de excrementos bovinos (PIMENTEL, 1993).

Desde una óptica económica, se puede sostener que cada año alrededor de 20 millones de hectáreas se aproxima a un retorno económico negativo neto, debido a la degradación de los suelos. Complementariamente, 11,6 millones de hectáreas de bosque son cortadas anualmente, más de la mitad de las mismas debido al proceso general de degradación del suelo que obliga a la subsecuente expansión de la frontera agrícola hacia nuevas tierras (PIMENTEL, 1993).

PRIMAVERI (1979) entiende que la falta de conocimiento sobre los factores que condicionan la productividad hace que ésta sea rápidamente perdida. Sostiene que,

...o agricultor se vê obrigado a abandonar sua terra e procurar outra, onde a bioestrutura está intacta e onde as técnicas agrícolas ainda compensam. Quarenta por

cento da agricultura brasileira ainda é itinerante ou nômade; seguindo o sistema: roçar, plantar, abandonar, para que a terra se recupere abaixo de capoeira ou pastagem. A terra é abandonada segundo a zona por 8 a 20 anos (PRIMAVERI, 1979, p.234-235).

La erosión afecta adversamente la productividad de los cultivos por la reducción de la disponibilidad de agua, nutrientes, N, P, K y Ca y materia orgánica y restringe la profundidad de las raíces en suelos finos. En el período comprendido entre 1975 al 2000, la degradación de tierras puede disminuir la productividad entre 15 a 30% a nivel global (PIMENTEL, 1993).

#### 2) LA CONSECUENCIAS INDIRECTAS: PÉRDIDA DE RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS EN OTRAS ÁREAS, CONTAMINACIÓN Y DETERIORO ATMOSFÉRICO

Cuando los sedimentos del suelo incluyen pesticidas y son arrastrados a ríos, lagos y reservorios de agua, se afecta adversamente la producción de peces. Los sedimentos interfieren además con el desove. Contrariamente a la creencia popular, los depósitos de sedimentos dejados por las inundaciones no necesariamente aumentan la productividad en tierras bajas.

De acuerdo con BERPSCH *et al.* (1991), durante 1982 aproximadamente 12,5 millones de toneladas de sedimentos fueron conducidos por el sistema fluvial hasta la represa de Itaipú. Para el Estado de Paraná, que aportó aproximadamente la tercera parte de los sedimentos, si consideramos los nutrientes más importantes contenidos en el sedimento (N, P, K, Ca, Mg), representó un valor perdido de 419 millones de dólares/año. Los valores más altos de sedimentos fueron coincidentes con la preparación de las tierras para los plantíos de diferentes cultivos.

Los efectos indirectos de la degradación del suelo también alcanzan la atmósfera. El promedio de temperaturas en la superficie de la Tierra es de 15° C. Este valor es controlado por la composición gaseosa de la atmósfera. Los gases más importantes con efecto estufa son el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso, los óxidos de nitrógeno, el ozono troposférico, el monóxido de carbono, y los clorofluorocarbonos.

El dióxido de carbono atmosférico reconoce como fuentes principales la quema de combustibles fósiles (77%) y el desmonte (23%), la contribución de este gas para el calentamiento global es de 55%. Los

clorofluorocarbonos y gases relacionados tienen como fuente principal los procesos industriales y su contribución para el fenómeno global se estima en 24%. El metano tiene como fuentes fundamentales los arrozales, la fermentación entérica y los escapes de gas, contribuyendo al fenómeno global en un porcentaje que se estima en 15%. El óxido nitroso reconoce como fuentes básicas la quema de biomasa, el uso de fertilizantes y la quema de combustibles fósiles, estimándose que su contribución al efecto global es del orden del 15% (LEGGET, 1992, p.15).

Para EHRlich (1992), la agricultura es responsable del 14% del total del efecto estufa a través de la emisión de gases que lo producen. Las principales causas de las emisiones de gases con efecto estufa son: para el caso del dióxido de carbono, la energía usada por la agricultura y el desmonte para utilizar el suelo con fines agrícolas; para el metano, las emisiones de los arrozales, la fermentación entérica de los rumiantes y la quema de biomasa; para el óxido nitroso, la quema de biomasa, el desmonte, y la desnitrificación y nitrificación relacionadas al uso de fertilizantes agrícolas. Ehrlich, en su trabajo, describe la contribución de la agricultura al efecto estufa a través de los gases metano y óxido nitroso, no haciendo mención al aporte de dióxido de carbono que se genera como resultado de los fenómenos erosivos. Pero, según LAL, KIMBLE, LEVINE y WHITMAN (1995), el flujo de carbono hacia la atmósfera generado por la erosión es del orden de 1.14 Pg/año.

Se puede concluir que, el pool atmosférico de carbono y otros gases está aumentado a costa del pool del suelo, ya que pequeños cambios en el pool de C y N del suelo pueden tener grandes cambios en concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono, de metano y de óxido nitroso.

A los efectos de tener una visión global de los fenómenos degradativos relacionados con las actividades agrícolas, para algunas regiones del Brasil, se presenta la tabla Degradación del suelo como resultado de prácticas agrícolas. Regiones Sur, Sudeste y Centro-Oeste de Brasil.

Las acciones del ser humano sobre el suelo han generado procesos de degradación a lo largo de la historia de su ocupación. No obstante, desde la explotación agrícola mercantil, y con mucho mayor profundidad desde el moderno período capitalista, este proceso de degradación del suelo se ha intensificado. Esto no es casual, las relaciones capitalistas generan una serie de fuerzas que presionan para un uso exacerbado de los recursos naturales. Una de estas fuerzas ha sido teorizada a través de lo que se conoce como la teoría de la renta capitalista del suelo. Con el interés de profundizar en las causas de la degradación del suelo hemos de pasar a analizar cómo operan estas leyes socio económicas.

#### IV. QUÉ ES LA RENTA DEL SUELO?

La teoría de la renta de la tierra analiza los efectos de la inversión de capital sobre el suelo. En estas páginas vamos a mostrar su utilidad en un caso concreto, el de la degradación del suelo resultado de prácticas agrícolas depredatorias.

La inversión de capital en la tierra (agricultura, ganadería, explotación forestal, construcción urbana, minería, etc.) obedece, además de las leyes comunes a la inversión de capital en la rama industrial, a la especificidad derivada de que la tierra es un medio de producción monopolizable, heterogéneo y no reproducible a voluntad. El monopolio del suelo, por un lado, impide que se invierta capital sin pagar por ello una renta. Cuando el inversor capitalista es, al mismo tiempo, el dueño del terreno, pagó de antemano la renta bajo la forma de renta capitalizada, o lo que es lo mismo, precio del terreno. De manera que la venta del producto del suelo debe permitirle al inversor pagar los siguientes elementos: el costo de producción, la renta de la tierra, y aún debe restarle su ganancia o beneficio capitalista.

El carácter heterogéneo del suelo, tanto en cuanto a su ubicación geográfica, como en cuanto a su fertilidad natural (o históricamente acumulada), hace que dos parcelas nunca sean exactamente iguales desde el punto de vista económico. O, dicho de otra forma, la misma inversión de capital rinde productos diferentes en dos parcelas. Sea debido a que una es más fértil que la otra, sea que la ubicación espacial le implica costos de transporte menores; o bien una combinación de ambas. Estas diferencias de fertilidad hacen que los propietarios de suelos relativamente más fértiles exijan una renta especial, o renta diferencial, derivada de la ventaja comparativa de su suelo. Renta diferencial que se superpone a la renta de propiedad o monopolio anterior.

El hecho de que el suelo no sea reproducible a voluntad permite que tanto la propiedad del suelo, como las diferencias de fertilidad, se conviertan en renta. O sea, permite que relaciones jurídicas así como diferencias físicas se transformen en ventajas económicas para el dueño del terreno. Si, por el contrario, una parcela de suelo pudiese ser reproducida a voluntad, no habría tal ventaja para el propietario y, al igual que acontece en la industria, el producto no tendría que pagar además de los costos de producción y la ganancia del capital, renta alguna.

Degradación del suelo como resultado de prácticas agrícolas.  
Regiones Sur, Sudeste y Centro-Oeste de Brasil.

REGION	ACTIVIDAD	AREAS OCURRENCIA	TIPOS DE DEGRADACIÓN
Centro-Oeste	Grandes proyectos agropecuarios. Cerrados-cultivos.	Toda la región. Pecuaria extensiva. Quemadas de soja. Pantanal. Pecuaria extensiva.	Deforestación de áreas nativas. Drenajes-erosión-alteración de varios cursos de agua. Obstrucciones por sedimentación. Monocultivo extensivo. Desequilibrio ecológico.
	Agroindustria de azúcar y alcohol.	Mato Grosso	Uso de grandes dosis de agroquímicos - contaminación ambiental. Uso de mecanización tréctora - compactación de suelos.
	Pecuaria extensiva.	Pantanal	Contaminación de las aguas en las cabeceras del Pantanal. Competición con fauna nativa. Desequilibrios.
Sudeste	Agricultura mecanizada con alto consumo de agroquímicos y grandes áreas homogéneas.	Sur de Minas Gerais. Todo el Estado de San Pablo.	Compactación, erosión y contaminación del suelo. Desequilibrio ecológico. Caída de la fertilidad del suelo. Perjuicios socioeconómicos. Obstrucción de los cursos de agua.
	Agroindustria de azúcar y alcohol, papel y celulosa.	Todos los estados. San Pablo 50% de producción nacional.	Polución de las aguas, suelo y aire. Desequilibrio ecológico. Monocultivos.
Sur	Agricultura mecanizada con alto consumo de agroquímicos y monocultivos.	Paraná. Rio Grande del Sur. Santa Catarina.	Deforestación de remanentes forestales. Compactación y erosión de los suelos. Contaminación de suelos y aguas por agroquímicos. Desequilibrio ecológico. Plagas. Obstrucción por sedimentos de los cursos de agua.
	Industrias que utilizan como materia-prima.	Todos los Estados.	Destrucción de bosques nativos. Desequilibrio ecológico. Disminución de la capacidad de absorción de agua por el suelo. Extinción de especies nativas. Reducción de Biodiversidad.

Fuente: Documento Marco, *Sub Programa de Recursos Naturales y Sustentabilidad Agrícola* (p.37), IICA, PROCISUR, 1995.

Para resumir, lo que el propietario del suelo recibe como renta, o como precio cuando vende el terreno, es la combinación en un sólo valor de dos tipos de excedente económico: la renta de propiedad, y la renta diferencial. Son excedentes económicos que adquieren el status de renta del suelo, o sea que van a parar a manos del terrateniente (en

lugar de mayor ganancia para el capitalista, o mayor salario para los obreros asalariados, o mayor ingreso para el campesino) debido a que el capital se invierte en un medio monopolizable y heterogéneo. De manera que una cosa es la generación de un excedente de producción y otra muy diferente quién se lo apropia.

En lo que sigue vamos a ver cómo esta conversión del excedente agrícola en renta genera dinámicas y barreras que explican en gran medida la depredación y consecuente degradación del suelo.

## V. LA RENTA CAPITALISTA Y SUS IMPLICACIONES EN LA DEGRADACIÓN DEL SUELO

La teoría de la renta capitalista del suelo es un instrumento inigualable de análisis de la dinámica de explotación y uso del espacio por el capital. Aquí vamos a limitar su aplicación a explicar la degradación del suelo como resultado de dos posibilidades concretas: la sobreexplotación del suelo; y el avance sobre suelos vírgenes.

### 1) LA SOBREEXPLOTACIÓN DEL SUELO

Utilizamos el término sobreexplotación en su sentido más vulgar, como la utilización a un ritmo e intensidad mayores a las posibilidades naturales de reposición de su riqueza intrínseca. Si se revisa la historia agrícola de cualquier país, es fácil descubrir superficies agrícolas que fueron sometidas durante determinado tiempo a cultivos que a la larga degradaron significativamente el suelo, convirtiendo suelos aptos para la agricultura en semiáridos durante años, u obligando a un uso agrícola o ganadero o forestal menos rentable. En México, durante la década de los 70s, fueron destacables las inversiones de capital en frutilla en la región de Guanajuato. Después de 10 años las tierras quedaron prácticamente inutilizadas. En el Uruguay la remolacha azucarera, fue explotada durante 25 años en una región adyacente a la capital del país, con consecuencias desastrosas una vez que los suelos comenzaron a menguar en su productividad.

¿Cuál es la causa de esta sobreexplotación del suelo? ¿Acaso no se trata de un fenómeno previsible?, ¿no hay otras actividades agrícolas, o técnicas productivas que puedan evitar tal degradación? Por cierto que las hay. Los libros de agronomía rebozan de explicaciones detalladas de cómo debe trabajarse la tierra para no llevar los suelos a la degradación.

El problema no es técnico o de desconocimiento. Es social, derivado de la vigencia de la aplicación del capital a la tierra. La selección de modalidades agronómicas, de tecnologías de producción, de cultivos para cada parcela nunca es un resultado exclusivamente agronómico. Ni siquiera es prioritariamente agronómico. Es primera-mente económico. El inversor capitalista produce en la agricultura para obtener una ganancia, al igual que lo hace su compadre industrial. Por ello está sujeto a las reglas de juego impuestas por el mercado capitalista. Aquí no vale argumentar que no sólo los capitalistas producen la tierra, que también existen llamárselos. Estos también se ven sometidos a las leyes del mercado, les guste o no. Y, ¿qué nos dicen las leyes del mercado? En lo que a la degradación respecta, nos dicen dos cosas simples pero fundamentales: a) que ningún productor puede producir por debajo de la norma vigente; y, b) que si produce a un ritmo mayor o con una intensidad mayor a la norma vigente puede apropiarse de una parte del excedente económico que de otra forma iría a parar a manos del terrateniente.

Vamos a suponer el siguiente ejemplo. En él consideramos 3 tipos de suelo "A", "B", "C" que tienen, obviamente, fertilidades desiguales ("A" es el suelo más pobre, y "C" el mejor). Los suelos son de la misma dimensión, por lo que omitimos el tamaño de superficie en el cuadro. Los tres invierten el mismo volumen de capital. La ganancia la suponemos aquí en un 30% sobre el capital invertido. Por razones que no tiene caso explicar aquí, la ganancia media se establece en la industria, y es asumida como tal por el capital agrícola; de manera que en un momento determinado, la ganancia media "está dada". El contador capitalista la considera como un costo, al igual que la compra de materiales; si no fuese así, no invierte. Como es un porcentaje sobre la inversión, es común a los tres predios. Debido a la fertilidad natural diferencial, los tres rinden un producto físico distinto (70, 90 y 120 toneladas en nuestro ejemplo); por ende, la renta diferencial es distinta para cada suelo, al igual que la renta total. La renta de "propiedad" es igual, ya que se deriva del monopolio jurídico y se corresponde exclusivamente con la superficie del predio. El precio de mercado está dado, y corresponde con la productividad más baja, o sea con el suelo "A". En nuestro caso el precio es 2 (dólares, reales, pesos o lo que fuese) por tonelada; o sea que el suelo "A" obtiene un valor económico total de 140 (70 toneladas x 2). El valor total es la multiplicación del precio del producto por la cantidad. La renta diferencial es la multiplicación de la diferencia de producto por el valor. O sea, en el caso del suelo "B", la renta diferencial es la diferencia entre 90 producidos por su suelo, respecto de los 70 producidos por el suelo que determina el

precio de mercado, esto es, 20 toneladas, que multiplicadas por el precio de 2, da 40 de renta diferencial. En el caso del suelo "C" es de 100 (120-70 x 2). La renta total es la suma de la renta de "propiedad" y la renta diferencial.

Suelo	Capital	Ganancia	Producto	Renta de "propiedad"	Precio de mercado	Valor total	Renta diferencial	Renta total
A	100	30	70	10	2	140	0	140
B	100	30	90	10	2	180	40	220
C	100	30	120	10	2	240	100	340

En el ejemplo hicimos coincidir el suelo "A" con el peor suelo en explotación. Es de sentido común que el dueño del suelo peor puede cobrar una renta de propiedad para permitir el uso de su suelo. De la misma manera que si lo vende será por el menor precio, pero no lo va a regalar. Pero, siendo el peor, no puede cobrar por una ventaja de fertilidad. Por esta razón los suelos peores rinden renta de propiedad pero no rinden renta diferencial. Pero, todos los suelos algo mejores ya rinden ambos tipos de renta.

La primera conclusión que podemos extraer del ejemplo anterior es que un inversor capitalista no puede producir por debajo de la norma para ese terreno. En este ejemplo, la norma para el suelo "C" consiste en obtener como mínimo 240 de valor. Con ello apenas logra recuperar la inversión y la ganancia media, el resto, los 110, son los exigidos por el arrendador como tributo por el uso del suelo. En el caso del suelo "B" la norma es de 180 de valor. En el caso del suelo "A" es de 140 de valor. Si obtienen menos o bien no pagan al terrateniente; o bien no alcanzan la ganancia media, con lo cual van a la ruina; o bien no pagan la deuda del banco por los insumos y maquinaria, y quedan morosos; o bien no pagan a sus asalariados. En cualesquiera de los casos no funcionan como las leyes del mercado les exigen.

La segunda conclusión que podemos extraer es que existe una "trampita" legal, mediante la cual el inversor capitalista puede apropiarse de una parte de la renta de la tierra; o sea hacer que el excedente de su suelo en lugar de ir a parar a manos del terrateniente se quede en sus manos. La "trampita" legal consiste en la diferencia entre la renta jurídica, legal, y la renta económica o real. Cuando el capitalista arrienda un predio establece con el propietario un compromiso legal, un contrato de alquiler por un determinado tiempo y monto. Si en lugar de alquilar la tierra la compra sucede lo mismo, paga un precio determinado. Este

monto se fija según la "norma" de producción de la zona en ese tipo de tierras (modificado por la oferta y la demanda cuestión que aquí omitimos porque no hace al caso). El propietario del suelo "B", por ejemplo, acostumbrado a que en su suelo y en suelos vecinos de la misma calidad se siembren determinados productos con inversiones de capital de 100 y rendimientos medios en valor de 180, estipula una renta de 50. Por su parte el propietario del suelo "C" estipula una renta de 110, y el del suelo "A" una de 10. Ahora bien, ¿qué sucede si el arrendatario del suelo "B" en lugar de invertir 100 de capital invierte, digamos, el doble? El resultado puede ser de lo más diverso. Hay casos en que una inversión suplementaria de capital rinde rendimientos decrecientes, en otros casos crecientes, en otros casos proporcionales. Vamos a suponer, en este caso, que su rendimiento sea decreciente por unidad de capital, pero creciente en magnitud absoluta. Veamos el ejemplo:

Suelo	Capital	Ganancia	Producto	Renta de "propiedad"	Precio de mercado	Valor total	Renta al arrendatario	Renta total	Renta convertida en ganancia
A	100	30	70	10	2	140	0	10	0
B	100+100	30+30	80+75	10	2	330	40	50	20
C	100	30	120	10	2	240	100	110	0

Nuestro capitalista "B" invierte el doble de capital, obtiene un rendimiento decreciente, ya que en lugar de sacar 90 toneladas cada 100 de capital invertido, ahora saca 82.5 (165 cada 200). Como su contrato de alquiler estaba hecho sobre la base de la inversión "normal" de 100, la renta efectiva que paga es la jurídica, de 50 en total. Pero, mediante este ardido, logra que parte del excedente físico que debiera ser renta del suelo, se transforme en ganancia capitalista. Su ganancia en lugar de ser del 30% pasa a ser del 40% (30+30+20/200).

¿Como debe interpretarse este ejemplo en la práctica agrícola? ¿Como una tendencia natural a incrementar las inversiones de capital aún con rendimientos decrecientes, lo cual puede estar fácilmente ligado a una pérdida de los rendimientos agronómicos relativos. Aquí está una de las causas más comunes de explicación de la tendencia a la degradación del suelo bajo explotación capitalista de la tierra.

Lamentablemente nuestra historia no termina aquí. Todos sabemos que las técnicas y procesos productivos se copian. Una vez realizada tal "trampa", los colegas capitalistas vecinos copiarán la técnica, para aprovecharse también de la posibilidad de una ganancia suplementaria. Al tiempo, todos los inversores de tierras calidad "B"

estarán invirtiendo un mínimo de 200 de capital en el mismo periodo de tiempo y para la misma superficie que antes invertían 100. El resultado es que los terratenientes ya no alquilarán más sus propiedades a 50, sino que ahora exigirán 80, según la nueva "norma". Nuevamente la renta de la tierra volvió a manos de sus originales dueños, los terratenientes, en forma completa. Pero, tampoco aquí termina la historia. Habrá un capitalista, que descubra nuevas técnicas, mediante las cuales con una inversión de 300 logra, aún con rendimientos decrecientes (y también pueden ser crecientes) apropiarse de parte de la nueva renta del suelo. Otra vez sus vecinos lo copiarán y por último los terratenientes aumentarán las rentas.

El resultado final es una tendencia hacia las inversiones siempre crecientes de capital en el suelo, aún con rendimientos decrecientes, hasta que en un determinado momento acontece una crisis ecológica. El suelo ya no sirve como suelo agrícola, y debe quedar en reposo durante años o décadas. El perdedor a largo plazo es el terrateniente, ya que el capitalista invertirá en otros suelos. A mayor largo plazo es la sociedad humana en su conjunto, que por dejar en manos de las leyes del mercado la planificación del uso del suelo ha perdido para las futuras generaciones la posibilidad de un suelo antes fértil.

## 2) LA COLONIZACIÓN DE NUEVAS TIERRAS POR EL CAPITAL

La expansión de la agricultura a zonas vírgenes, o el avance de la frontera agrícola, prácticamente se estancó a partir de los años setenta a nivel mundial. Entre 1971 y 1988 se incrementó en tan sólo un 1%. Pero este relativo estancamiento mundial debe matizarse en las diferentes regiones. En América Latina, y en el mismo periodo, la frontera agrícola ha avanzado un 10%. Y, si se observa con mayor detenimiento, se verá que dos países, Brasil y Paraguay, explican casi todo este aumento de la superficie en explotación.\*

\* Todos los países de la Amazonia expandieron su frontera agrícola considerablemente durante las décadas del 70 y 80. Pero en algunos casos la información no es fácilmente accesible. Perú, por ejemplo, aparece en las estadísticas internacionales de la FAO casi sin variaciones en su superficie en explotación entre 1972 y 1987, cuando se sabe de importantes áreas de colonización como es el caso del valle del río Paicazú. La situación en Bolivia es similar: un diagnóstico gubernamental del Departamento de Santa Cruz de la Sierrá (Cordocruz, 1982) en el oriente boliviano, muestra que de 1971 a 1978 el comité Nacional de Reforma Agraria dotó con cerca de 6 700 000 de hectáreas a colonizadores agotando, prácticamente toda la superficie del departamento, datos que tampoco aparecen en las estadísticas internacionales.

En quince años (1972-1987) Brasil incorporó 40 millones de hectáreas al cultivo, mientras que Paraguay lo hizo con 6.5 millones en el mismo período (en Brasil, mitad en pastos para el ganado y mitad en cultivos; en el Paraguay 4/5 partes en pastos y 1/5 en cultivos); entre ambos países aumentaron en más de 46.6 millones de hectáreas (2.6 veces el tamaño del Uruguay) la extensión de superficie explotada.

La causa inicial del boom sobre la frontera agrícola hay que ubicarla en el incremento de precios de los alimentos en el período 1972-1974, y aún antes, con el aumento del precio de la carne en la segunda mitad de los sesenta, lo cual provocó una apertura de suelos tropicales a la ganadería. En América Latina expandieron, significativamente su superficie en explotación para uso ganadero México, Costa Rica, Honduras, Guatemala, Nicaragua, Venezuela, Colombia, Paraguay y Brasil. Se trató en todos los casos de ganadería tropical, esto es, razas inferiores en calidad de carne a las de los tradicionales países productores de clima templado; o lo que es lo mismo, la apertura al pastoreo de tierras de inferior calidad. Es indudable que la incorporación de estas áreas a la explotación ganadera obedeció al incremento de la demanda de carne y al aumento de los precios. Sin embargo, todos estos suelos permanecieron en explotación aún después de la caída de los precios en el segundo quinquenio de los setenta. Es evidente que una vez desmontados los bosques y la maleza, y realizada la mínima infraestructura necesaria durante el período de precios en alza, los costos de producción se redujeron como para mantener dichos suelos en producción con precios en descenso.

Las causas de una expansión tan significativa de la frontera agrícola tiene diferentes orígenes según el tipo de colonización. Cuando se trata de pequeños productores de carácter mercantil, la causa principal es la presión sobre el suelo, la concentración de tierras en las áreas más desarrolladas y la baja demanda de trabajo asalariado. Pero, cuando además de los pequeños productores se encuentran empresas capitalistas que invierten en la frontera agrícola, como fue el caso con inversiones de grandes transnacionales, las causas son siempre la especulación en torno a la renta del suelo. En el caso brasileño este avance hacia zonas de frontera agrícola se debió no sólo al aumento de los precios de los productos agrícolas en el período 72-74 o de la carne desde los sesenta, sino también a los importantes proyectos de "desarrollo" impulsados por el gobierno. Con tres inmensos proyectos que prácticamente marcan el perímetro de la Amazonia brasileña, y un ramal de carreteras interiores transamazónicas, se pone al alcance de los inversionistas los últimos rincones del país. El proyecto Calha Norte

se extiende desde el Atlántico a lo largo de la frontera con la Guayana francesa, Surinam, Guyana, Venezuela, Colombia y Perú, y con un ancho aproximado de 330 kilómetros. El segundo en tamaño es el Grande Carajás, que va de la desembocadura del Amazonas hacia el Sur, teniendo como eje el río Tocantins. El tercero es el Polonoroeste, en la frontera con Bolivia y parte del Paraguay. La red de carreteras transamazónicas conectaba entre sí estos proyectos de desarrollo.

Los efectos sobre el precio del suelo son inmediatos. Philip FEARNSIDE, quien ha trabajado durante años en la Amazonia brasileña, sostiene:

El rápido crecimiento en el valor de la tierra no proviene de los esfuerzos de los terratenientes sino de la expansión de la red de caminos [...] Tan pronto una ruta es construida en la Amazonia, el valor de la tierra adyacente se multiplica por un factor tan alto como 10, si no más (FEARNSIDE, 1989, p.18).

Esta apropiación de suelos vírgenes deja, al dueño del suelo, una renta. Es como si en nuestro primer ejemplo, el capitalista "B" no tuviese que pagar la renta. Como el excedente productivo se genera de todas formas, el capitalista "B" incrementa su ganancia con la renta del suelo auto-apropiada.

Suelo	Capital	Ganancia	Producto	Renta de "propiedad"	Precio de mercado	Valor total	Renta diferencial	Renta total	Renta convertida en ganancia
A	100	30	70	10	2	140	0	10	0
B	100	30	90	0	2	180	0	0	50
C	100	30	120	10	2	240	100	110	0

De esta forma el avance sobre zonas nuevas, sin precio, se convierte, tan pronto logran la primera producción, en un mecanismo de apropiación de ganancia mas renta por parte del productor. También debe considerarse que durante los primeros años las tierras desmontadas rinden una productividad excepcional, fruto de la fertilidad histórica acumulada. Quien demonta por primera vez se apropia de un sólo golpe de esta renta de fundación.<sup>5</sup> Claro está que este proceso no es sólo

<sup>5</sup> "Renta de fundación", expresión utilizada por Robin Murray (1985) para referirse a la apropiación de las rentas derivadas de la fertilidad histórica de suelos vírgenes.

color de rosa; tan pronto dichas tierras son colonizadas adquieren precio, y con ello elevan el nivel general de las rentas de la zona. La propiedad privada sobre el suelo hace surgir una renta económica donde antes había apropiación directa de tierras vírgenes o propiedad privada con precios puramente nominales. La propiedad del suelo en la forma de renta surge como una barrera a la inversión de capital. De aquí en adelante, los nuevos inversores deberán pagar una renta al terrateniente; y aquellos 50 convertidos de renta en ganancia extraordinaria pasarán, como lo dictan las leyes del mercado, a ser apropiados como renta por el terrateniente.

En el Paraguay, entre 1972 y 1987, la frontera agrícola aumentó en 6.5 millones de hectáreas. El río Paraguay divide al país en dos partes: al Oeste la región del Chaco, más deshabitada. Cruza esta región la carretera Transchaco, construida durante fines de los setenta, lo cual provocó un aumento de los precios del suelo, permitió la expansión de los cultivos de algodón, la introducción de nuevos cultivos como el maní, la penetración de la ganadería y mayores posibilidades en la explotación del petróleo y el uranio de la región noroccidental del Chaco. Este amplio desarrollo contó con el apoyo del gobierno, que lo declaró de prioridad nacional en 1975, y con el apoyo financiero del BID. Al este del río Paraguay, en suelos más fértiles y donde se asienta la mayoría de la población del país, el proceso de expansión de la frontera agrícola fue algo más temprano, desde principios de los setenta. Entre 1971 y 1987, el 60% de las inversiones privadas (exceptuando la capital Asunción) fueron realizadas en los departamentos fronterizos con Brasil. Una masiva afluencia de colonos brasileños, paraguayos, colonias japonesas y demás, han provocado un aumento considerable de los precios de la tierra; una fuerte especulación y un daño irreparable al medio ambiente.

La Amazonia es objeto de los últimos intentos de expansión en América Latina. Con ello, el deterioro ecológico, de magnitudes insospechadas, pronostica una aceleración de la desertificación del planeta. El porcentaje anual de pérdida de bosques en la Amazonia fue estimado por la FAO, para el primer quinquenio de la década de los ochenta en 0.6%, lo cual significa más de 46000 kilómetros cuadrados anuales (FAO, 1989, p.73). Si prestamos atención a las estadísticas de producción de madera, podemos apreciar claramente la gravedad de la situación en la Amazonia. A nivel mundial, y si tomamos como base el año 1977, para 1988 la producción de madera en rollo aumentó un 27%. Algunos países producen a partir de reforestación y tienen índices mucho más elevados que el promedio mundial, como es el caso de los Estados Unidos. Otros, como el Brasil, alcanzan un 38% de incremento, Paraguay un 62% y Ecuador un 52% (FAO, 1988) con base, funda-

mentalmente, en la destrucción del bosque natural. En todos los casos las empresas madereras se apropian de la fertilidad histórica del planeta, una renta diferencial de "fundación". A pesar de la destrucción ecológica, el avance de la frontera agrícola provocó un aumento sostenido de los precios del suelo. El informe del Banco Mundial para Brasil (1990) indica que en la región Centro-Oeste (principal de frontera agrícola) el precio del suelo aumentó 514% de 1970 a 1987, mientras que el promedio nacional lo hizo en 501%.

El capital aplicado al suelo es contradictorio con el equilibrio ecológico. Mientras se incrementan las riquezas mercantiles, desciende la riqueza natural. Es la doble cara del régimen capitalista.

## VI. CONCLUSIONES

La degradación del suelo es uno de los problemas ambientales más acuciante con los cuales comenzará el siglo XXI. Cuando se trata de causas humanas, la degradación del suelo es resultado de prácticas productivas de explotación de sus riquezas y de una utilización con miras a retornos de corto plazo. Las principales formas de la degradación del suelo son la erosión (hídrica y eólica), la salinización, la compactación, la degradación de la cobertura vegetal, y la acumulación de sustancias tóxicas. La degradación del suelo puede conducir a su práctica irreversibilidad, como cuando se alcanzan grados de desertificación. El resultado de la degradación del suelo es la pérdida de productividad en las actividades agrícolas (en términos amplios), pero también en otras actividades productivas derivadas (pesca), y en su contribución al efecto estufa, con consecuencias de amplio alcance para el ecosistema Tierra.

Es común adjudicar a prácticas productivas erróneas la causa de la degradación del suelo. Esto es a primera vista correcto. Pero, si las causas de la degradación del suelo fuesen exclusivamente técnicas, no habría razón alguna para que con modificaciones en las técnicas productivas no se pudiera revertir el proceso, al menos allí donde no se ha llegado a un alto grado de desertificación. En este trabajo argumentamos que las equivocadas prácticas productivas no son exclusivamente un resultado de la ignorancia o la desidia, sino que obedecen a la presión que ejercen las relaciones capitalistas de producción. Cuando el capital es aplicado al suelo, surgen una serie de regulaciones socioeconómicas que explican en buena medida el comportamiento depredatorio. Estas regulaciones o leyes sociales se conocen como la teoría de la renta

capitalista del suelo. En este artículo, en particular, hemos ejemplificado como una modalidad de la renta diferencial II del suelo, explica que sobre-invirtiéndose en el suelo, aún con rendimientos físicos decrecientes pueden existir sobreganancias para el capital. Ello explicaría la sobrecapitalización de la agricultura con resultados perjudiciales en términos físico-naturales, aunque positivos en términos monetarios para el capital.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANCO MUNDIAL. *Informe Brasil 1990*. Estados Unidos, 1991.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do solo*. São Paulo: Ícone, 1990.
- CARRERA, J.A. *Deforestación/Desertificación*. Master en Educación Ambiental, Programa de Postgrado, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Fundación Universidad-Empresa, Colección Monografías; Madrid, 1997.
- CORDECRUZ (Cooperación Regional de Desarrollo de Santa Cruz). *Diagnóstico Agropecuario del Departamento de Santa Cruz*. 2 tomos. Santa Cruz, 1982.
- CRASWELL, E.T. The management of world soil resources for sustainable agricultural production. In: *World Soil Erosion and Conservation*. D. Pimentel, (Ed), Cambridge: Univ. Press, 1993.
- DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U. *Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo*. GTZ, Alemania, 1991.
- EHRlich, A. Contribuições da agricultura para o aquecimento global. In: *Aquecimento Global. O relatório de Greenpeace*. Ed. Resp. Jeremy Leggett, Rio de Janeiro: Ed. Fundação Getúlio Vargas, 1992.
- FAO. *Anuário de Produção Florestal*. Roma, 1988.
- \_\_\_\_\_. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. Roma, 1989.
- FEANSIDE, Philip. A prescription for slowing deforestation in Amazonia. *Environment*, v.31, n.4, May, 89, Washington D.C., 1989.
- GLIGO, I. En torno de la sustentabilidad ambiental del desarrollo agrícola latinoamericano: factores y políticas. In: Gallopín, G. (comp.) *El futuro ecológico de un continente. Una visión prospectiva de la América Latina*. México D.F.: FCE/Universidad de las Naciones Unidas, 1995.
- IICA Documento Marco. Subprograma de Recursos Naturales y Sustentabilidad Agrícola, IICA/PROCISUR, 1995.
- LAL, R. Global soil erosion by water and carbon dynamics. In: *Soils and global change. Advances in soil science*. Edited by R. Lal; J. Kimble; E. Levine; B. Stewart. Lewis Publishers, CRC Press, 1995.
- \_\_\_\_\_; KIMBLE, E.; LEVINE, C.; WHITMAN, C. World soils and greenhouse effect an overview. In: *Soils and global change. Advances in soil science*. Edited

- by R. Lal, J. Kimble, E. Levine, B. Stewart. Lewis Publishers, CRC Press, 1995.
- LEGGET, Jeremy. A natureza da ameaça do efeito estufa. In: *Aquecimento Global. O relatório de Greenpeace*. Ed. Resp. Jeremy Leggett, Rio de Janeiro: Ed. Fundação Getúlio Vargas, 1992.
- MURRAY, Robin. Valor y renta del suelo. Capraro y Foladori (comp). *Estudios sobre la teoría de la renta del suelo*. Universidad Autónoma de Chapingo, México, 1985.
- PIMENTEL, D. Soil erosion and agricultural productivity. In: PIMENTEL, D. *World soil erosion and conservation*. Cambridge: University Press, 1993.
- PRIMAVESI, Ana. *Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais*. São Paulo: Nobel, 1979.

