

PROBLEMAS DE DEGRADACION DE SUELOS EN EL MUNDO: CAUSAS Y CONSECUENCIAS

Hdefonso Pla Sentís¹

INTRODUCCION

La vida sobre la tierra depende de las funciones de los suelos productivas de alimentos y reguladoras del ciclo hidrológico y de la calidad ambiental. Los suelos son al mismo tiempo la base de la producción agrícola y la base para la manutención de los ecosistemas. Por ello, las consecuencias de la degradación acelerada de suelos son de similar trascendencia que las de calentamiento global y pérdida de biodiversidad, estando los tres procesos íntimamente relacionados. Se entiende por degradación de suelos el descenso de su potencial para las necesidades económicas, sociales y ambientales de la población. Desertificación es un estado avanzado de la degradación, que afecta principalmente zonas áridas y semiáridas, y en ocasión también zonas húmedas, por una interacción de variaciones climáticas y prácticas inadecuadas o insostenibles de uso de la tierra, con sobreexplotación de tierras agrícolas, bosques y agua, a veces derivada de necesidades de la población para poder sobrevivir.

Hoy en día, el rápido crecimiento de la población mundial, con mayores demandas de comida y agua, provoca mayores influencias del hombre sobre el suelo, tanto a través de la expansión y de la intensificación de actividades agrícolas como por el crecimiento del número y tamaño de áreas pobladas e infraestructuras asociadas. Se estima que a lo largo de la historia de 1/3 a 1/2 de la superficie de la tierra han sido transformadas por actividades humanas, en especial a través de la agricultura. Alrededor de un 12% de la superficie de la tierra a nivel mundial esta bajo cultivo permanente. Aparte de la agricultura, la tendencia mundial hacia la urbanización, derivada del incremento de la población y de la creciente emigración de la población rural hacia las ciudades, hace que áreas crecientes de tierras agrícolas (500.000 ha/año de tierras de primera calidad agrícola), en especial en países industrializados, sean convertidos en áreas urbanas. La principal consecuencia es un descenso en las limitadas reservas de tierras arables, incrementando los desarrollos agrícolas en nuevas tierras con climas y topografía menos favorables.

El resultado, aparte de la degradación de suelos y tierra, y asociado a ella, es un descenso en la disponibilidad de agua de buena calidad para cubrir necesidades agrícolas, urbanas e industriales, y un descenso en la diversidad biológica. A nivel mundial, estos problemas pueden conducir a consecuencias dramáticas ambientales, sociales y económicas, que en países pobres en desarrollo se manifiestan a través de descensos en la producción de alimentos, incremento en la pobreza y necesidad de emigrar. También basados en los procesos de degradación de suelos y tierras y en los cambios hidrológicos asociados, se incrementan los riesgos y problemas de sequía (conducentes a procesos de desertificación), y de desastres “naturales” como inundaciones, deslizamientos de tierras, sedimentaciones, etc. A su vez, el descenso de la disponibilidad de agua de buena calidad limita el desarrollo de agricultura de riego, requerida para incrementar la producción de alimentos en las regiones más pobladas del Mundo, al mismo tiempo que incrementa los riesgos de salinización y

¹ Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl. Universitat de Lleida. Lleida (España). Correo Electrónico: ipla@macs.udl.es

contaminación de suelos. Debe mencionarse también la contribución de los cambios en cobertura de los suelos y de la degradación de suelos a los cambios climáticos globales. Aparte de la presión poblacional, la creciente degradación de suelos y sus consecuencias pueden atribuirse a una falta de conocimiento por parte de gran parte de la sociedad y de las instituciones con responsabilidad en la toma de decisiones sobre la planificación del uso y manejo de las tierras, sobre la importancia capital de las funciones del suelo para la vida sobre la tierra.

Se considera que actualmente hay unas 3600 millones de ha (25 % de las tierras a nivel mundial) afectadas por diferentes niveles de degradación de suelos, incluyendo 30% de la tierras bajo riego, 47% de las tierras con agricultura de secano, y 73% de tierras de pastoreo. Anualmente pierden parte de su productividad por degradación de suelos 1,5-2,5 millones de ha de tierras bajo riego, 3,5-4,0 millones de ha de tierras agrícolas de secano y 35 millones de tierras de pastoreo, afectando directamente a unas 2600 millones de personas (40% de la población mundial). En los últimos 50 años se estima que 2/3 de las tierras agrícolas del mundo han sido afectadas por degradación de suelos. Unas 305 millones de ha (2,3 % del total de tierras y 21 % de la tierras agrícolas) han perdido completamente su capacidad productiva y de control ambiental.

Cerca de 1/3 (500 millones de ha) de las tierras cultivadas en el mundo (1500 millones de ha) han sido abandonadas en los últimos 40 años, principalmente por problemas de degradación de suelos, en especial erosión hídrica, que las han hecho improductivas. Su recuperación puede demorar cientos o miles de años. La solución para reemplazar dichas tierras degradadas ha sido generalmente convertir a tierras agrícolas áreas con pastos o bosques. Se considera que más de un 60% de la deforestación a nivel mundial se ha debido a la necesidad de incorporar nuevas tierras ala agricultura. Aún con estos nuevos desarrollos agrícolas, el área de tierra cultivada por habitante en el Mundo ha bajado a 0,24 ha. Se considera que el mínimo para alimentar una persona, con niveles de productividad altos, que requieren altos insumos de fertilizantes, pesticidas, mecanización, etc., es e 0,20 h, que sería lo disponible (sino se pierden más tierras por degradación) con una población de 8000 millones de habitantes. Esta creciente escasez de tierras agrícolas, con creciente población y productividad decreciente, es el factor determinante de escasez de alimentos, desnutrición, inestabilidad económica y política, que afectan a gran parte de los países en desarrollo. Por todo ello, la degradación y pérdida de suelos y tierras arables se ha convertido en uno de los problemas más críticos de la humanidad actualmente.

Cuadro 1. Extensión de tierras degradadas en el mundo por diferentes causas (UNEP, 1997).

CAUSA	ha x 10 ⁶					
	África	Asía	Oceanía	Europa	N. América	S. América
Deforestación	19	116	4	39	4	32
Sobre pastoreo	185	119	79	41	28	26
Agricultura	62	97	5	18	41	12
Sobre explotación*	54	42	2	2	6	9
Bio-industrial⁺	0	1	0	1	0	0

*Sobre explotación de la vegetación para combustible, madera, etc.; + Degradación biológica por contaminación industrial con residuos tóxicos, lluvia ácida etc.

Cuadro 2. Tierras degradadas por diferentes procesos con diferentes tipos de uso de la tierra en el mundo.

Tipo de uso de la tierra	Área (ha x 10 ⁶)		Proceso de degradación	Área (ha x 10 ⁶)
	Total	(Anual)		
Tierras con riego	45	(0,15)	Erosión hídrica	480
Cultivos de secano	220	(2,50)	Erosión eólica	510
Pastos	760	(3,20)	Degradación química*	110
			Degradación física⁺	35

* Salinización, contaminación, acidificación...; ⁺ Compactación, sellado, encostrado....

Cuadro 3. Algunos índices de intensidad y presión sobre el uso de la tierra, con efectos sobre la degradación de los recursos suelo y agua, en el Mundo y sus diferentes regiones (World Resouces 2005).

	Tierras (hax10 ⁶)		Población		Uso de las tierras (%)			hax10 ⁶ anual	Trab/ha*	Fertil ⁺ Kg/ha
	Total	Agríc.	hab/Km ² (1950-2005)	Urbana %	1985-2005	Cultivos (riego)	Pastos			
MUNDO	13100	1535	(18-45)	49	11-12 (15-20%)	25-27	31-29	(+ 4)	0,90	90
P. DES.	5470	635	(15-23)	75	12-12 (11%)	22-22	32-33	(- 2)	0,07	80
P.EN DES.	7630	900	(20-60)	42	10-12 (25%)	28-30	28-25	(+ 6)	1,40	100
E+S ASIA	2406	500	135	40	19-21 (34%)	34-34	21-20	(- 1)	2,00	140
WAS+NAF	1292	101	31	58	8-8 (29%)	20-28	2-2	(- 0,1)	0,50	67
AF.SS	2362	183	27	34	7-8 (4%)	34-35	26-20	(+ 3)	1,00	12
OCEANIA	849	53	4	73	6-6 (6%)	53-49	22-24	(-)	0,06	60
USA+CAN	1879	224	16	81	12-12 (11%)	15-13	22-24	(- 1)	0,02	100
MEX+CA	265	42	64	70	14-16 (20%)	35-38	35-29	(+ 1)	0,40	67
S. AMER	1752	128	19	82	6-7 (9%)	25-29	56-50	(+ 3)	0,20	79
EUROPA	2260	304	31	73	15-13 (9%)	8-8	44-45	(- 1)	0,10	74
W.EUR	243	117	125	80	50-48 (17%)	25-24	27-37	(- 1)	0,08	198

P.DES: Países desarrollados; P.EN DES: Países en desarrollo; E+S ASIA: Este y Sur de Asia; WAS+NAF: Oeste de Asia y Norte de Africa; AF.SS: África subsahariana; USA+CAN: USA y Canadá; MEX+CA: México y América Central; S.AMER: América del Sur; EUROPA: Incluyendo Rusia; W.EUR: Europa occidental (# +: Deforestación; #-: Reforestación; * Trabajadores por ha cultivada; + Fertilizantes por ha cultivada)

Cuadro 4. Tierras disponibles y poblaciones humana y ganadera a nivel mundial y de algunos países.

Año	ha/habitante		Habitantes -	Ganado vacuno	Ganado ovino+caprino
	Total	(Tierra arable)			
1900 (Mundo)	7,9	1,00			
1950 (Mundo)	5,1	0,70	2500x10⁶	720 x 10⁶	1040 x 10⁶
2000 (Mundo)	2,1	0,26	6100x10⁶	1530 x 10⁶	1750 x 10⁶
“ (Argentina)		0,90			
“ (El Salvador)		0,13			
“ (India)		0,15			
“ (China)		0,12			
2025 (Mundo) (Proyección)		<0,20*			

*Mínima tierra arable por habitante para una explotación sostenible de los recursos suelo y agua con el máximo nivel de tecnología actualmente disponible

PROCESOS DE DEGRADACION DE SUELOS. CAUSAS Y EFECTOS

Los suelos cumplen funciones muy importantes en el ciclo hidrológico. Son uno de los principales reservorios de agua dulce, y transforman las fuentes erráticas de agua de lluvia en una suplencia continua de agua a las raíces de las plantas, y en continuas descargas de agua al agua freática, a los torrentes y a los ríos. La creciente disminución de fuentes de agua de calidad para los diferentes usos (consumo humano, riego, etc.) resalta la importancia de la conservación del agua además de la del suelo (Hurni y col. 1996). Debido a la estrecha relación entre suelos y cantidad y calidad del agua se justifica que la conservación de suelos y agua se enfoque en forma integrada.

Los procesos de degradación de suelos y agua están fuertemente ligados a través de las alteraciones desfavorables en los procesos hidrológicos determinantes del balance de agua en el suelo y del régimen de humedad del suelo. Ellos están también determinados por las condiciones climáticas y por el uso y manejo de los recursos suelo y agua. Sin embargo, a pesar de que ya generalmente es aceptado que hay una estrecha relación entre la conservación de los recursos suelo y agua, aún en la mayoría de los casos son evaluados en forma separada, y consecuentemente la predicción y prevención de los efectos derivados de su degradación resultan inadecuados en muchos casos. Esto aún reviste más importancia, considerando que se prevé que los cambios climáticos globales afectarían principalmente los procesos hidrológicos en la superficie de la tierra que están en su mayoría relacionados con el balance de agua en el campo.

La predicción de los cambios globales del clima, aún bastante inciertos, indica que la lluvia se incrementará en algunas regiones, mientras que en otras aumentará la sequía, en una distribución temporal y espacial bastante irregular. Estos cambios pueden contribuir a acelerar algunos procesos de degradación de tierras conducentes a mayor escorrentía y erosión, y a crecientes riesgos de inundaciones, deslizamientos de tierras, movimientos en masa y flujos de barro especialmente en regiones tropicales, y a mayores riesgos de producción de cultivos en regiones subtropicales y templadas. Pero en cualquier caso, los cambios en uso de las tierras, incluyendo deforestaciones y otras actividades del hombre conducentes a procesos de degradación de suelos, pueden afectar más los procesos hidrológicos del suelo y sus efectos sobre degradación de tierras, que los cambios climáticos globales previstos, o pueden incrementar los efectos de estos cambios. Por el contrario, un uso de la tierra y prácticas adecuadas de manejo de suelos y cultivos, pueden hacer a los suelos más resistentes contra los efectos de cambios climáticos y de los eventos extremos asociados.

La capa superficial del suelo es la que tiene mayores interacciones directas con el clima y vegetación, y la que está más sometida a actividades del hombre. La superficie no protegida del suelo está expuesta al impacto directo de las gotas de lluvia, causando destrucción de los agregados del suelo y provocando efectos de sellado y encostrado. Los efectos de sellado se manifiestan a través de fuertes descensos en la infiltración de agua en el suelo cuando la superficie de este está húmeda, mientras que el efecto de encostrado puede presentarse cuando dichos sellos se secan y endurecen, ofreciendo resistencia a la emergencia de plántulas.

Los sellos superficiales son capas muy delgadas de suelo, con menor - en algunos casos de más de un orden de magnitud - conductividad hidráulica saturada que el suelo original. El principal efecto es una reducción en la velocidad de infiltración del agua de lluvia, que en

tierras en pendiente incrementa la escorrentía y la erosión, resultando en un uso ineficiente del agua de lluvia, mientras que en terrenos planos puede provocar daños a las plantas por anegamiento y deficiente intercambio de gases del suelo con la atmósfera. Frecuentemente la infiltración se deduce a partir de las propiedades hidráulicas de la capa arable y de los horizontes de suelo por debajo de ella, pero en tierras con cobertura escasa del suelo superficial, la infiltración y la escorrentía están generalmente más determinados por el cambio de la estructura de la superficie del suelo que por las propiedades físicas del resto del suelo. La cantidad de suelo superficial que es removida por el agua de escorrentía, depende en gran parte de la resistencia de los agregados del suelo a ser disgregados por la energía del impacto de las gotas de lluvia.

Los efectos de sellado, al disminuir la infiltración y causar pérdidas de agua por escorrentía, hacen que la cantidad de agua que realmente penetra en el suelo, contribuyendo a recargar la humedad del suelo y provocar drenaje interno, sea en muchos casos muy inferior a la cantidad de agua de lluvia registrada. Esto es muy importante tanto desde un punto de vista agronómico como de un punto de vista hidrológico. Para optimizar el uso del agua de lluvia por las plantas y controlar la erosión superficial, las prácticas de manejo de suelos y tierras deben ser efectivas en reducir la escorrentía y la erosión, mejorando las características de almacenamiento de agua en el suelo y reduciendo los efectos de sellado. Generalmente, la mejor manera de reducir efectos de sellado es proteger la superficie del suelo del impacto directo de las gotas de lluvia, ya sea con residuos o con un cultivo de cobertura. Sin embargo a veces pueden generarse algunos efectos negativos, al incrementarse la posibilidad de pérdidas de agua, que pasan a través del perfil de suelo, por drenaje interno, pudiendo provocar transferencias de sustancias contaminantes del suelo al agua freática.

La compactación del suelo, es uno de los procesos de degradación de suelos más extendidos y crecientes, y generalmente esta asociado a un uso más intensivo del suelo y a la mecanización de la labranza y otras prácticas de manejo del cultivo. Provoca una reducción en el volumen de poros y en la distribución de tamaño y forma de dichos poros, lo cual afecta, generalmente en sentido negativo, la capacidad de aireación del suelo y el intercambio de gases con la atmósfera, la capacidad retención de agua, la conductividad hidráulica, la consistencia del suelo, y la resistencia mecánica al desarrollo de las raíces. Cuando las capas compactadas, a veces naturales, están a poca profundidad, pueden ser barreras limitantes de la profundización radicular, y de la percolación profunda y pérdida por drenaje interno del exceso de agua infiltrada (Pla, 1990). Esto puede afectar directamente el crecimiento de las plantas y la producción de cultivos, y provocar efectos indirectos como incrementos en los riesgos de erosión del suelo, de anegamiento y de pérdidas de agua por escorrentía superficial y subsuperficial. En algunos casos, cuando están cerca de la superficie, esas capas compactadas pueden ser roturadas por medios mecánicos, pero los efectos no suelen ser duraderos.

El periodo máximo de crecimiento efectivo, tanto de vegetación natural como de cultivos de secano, depende en primer lugar de la duración del periodo efectivo de lluvias, y de la disponibilidad de agua en el suelo. En tierras en pendiente, cuando no hay limitaciones de temperatura o de drenaje interno, la longitud del periodo potencial de crecimiento dependerá de las condiciones climáticas (lluvia y evapotranspiración potencial), de la distribución de la lluvia entre escorrentía e infiltración (afectada por los efectos de sellado superficial), y de la capacidad de almacenaje de agua en el suelo (determinado por la profundidad efectiva de

raíces y las propiedades de retención de agua del suelo). Por lo tanto, la escorrentía y la capacidad efectiva de retención de agua del suelo, ambos componentes del balance de agua y afectados por procesos de degradación del suelo, deben tomarse en cuenta, e incluso pueden ser determinantes, en la evaluación y predicción de los efectos de dichos procesos de degradación en la conservación de agua y en el crecimiento potencial de las plantas y producción de cultivos (Pla, 2002).

La erosión hídrica del suelo es el proceso de degradación del suelo con mayor influencia en la conservación de los recursos suelo y agua. Los procesos de erosión hídrica son causados por las interacciones del suelo, lluvia, pendiente, cubierta vegetal y manejo, y generalmente provocan o son causados por cambios desfavorables en el balance de agua del suelo y en el régimen de humedad del suelo, y en las posibilidades de desarrollo y actividad radicular. La erosión del suelo tiene efectos negativos directos sobre el crecimiento de las plantas y producción de los cultivos, y efectos indirectos fuera del sitio en el aumento de riesgos de inundaciones, sedimentaciones, deslizamientos de tierra, etc., a veces con carácter catastrófico. Es provocada por deforestaciones, por introducción de cultivos estacionales que dejen el suelo desprotegido, por intensificación o abandono de actividades agrícolas, por sobre pastoreo, o por mal mantenimiento de las plantaciones y de las estructuras de conservación.

Aunque la erosión superficial es la predominante en tierras con pendientes suaves a moderadas, los movimientos en masa y deslizamientos de tierra son frecuentes en pendientes más pronunciadas a nivel general y local (Pla, 1992; 1997). En la erosión superficial, las partículas del suelo separadas por la lluvia o el agua en movimiento, son transportadas por el agua de escorrentía superficial. Los movimientos en masa son los movimientos gravitacionales de material del suelo sin la ayuda del agua en movimiento (El-Swaify y Fownes, 1992; Crozier, 1986). Por lo tanto, los procesos hidrológicos que conducen a la erosión superficial o en masa son diferentes (Pla, 1992; 1997), y en consecuencia, las prácticas de conservación de suelos adecuadas para el control de los procesos de erosión superficial pueden más bien incrementar los peligros de erosión en masa bajo combinaciones específicas de clima, suelo y pendiente.

La erosión superficial esta generalmente asociada a la ocurrencia de eventos de lluvia de alta intensidad, gran separabilidad del material de suelo superficial y fuerte reducción de la infiltración superficial por efectos de sellado. Bajo estas condiciones, derivadas generalmente de inadecuadas prácticas de uso y manejo de suelos y cultivos, las partículas del suelo separadas son arrastradas por el agua de escorrentía que fluye más o menos uniformemente en la superficie del suelo, o concentrada en surcos o cárcavas de diferentes dimensiones. En cambio, la erosión en masa se presenta generalmente en suelos muy resistentes a procesos de erosión superficial, con excelente estructura y propiedades hidráulicas en el suelo superficial (Pla, 1992; 1997a). Estos movimientos en masa ocurren generalmente durante y después de eventos de lluvia continuos y concentrados, y están asociados a períodos prolongados de alta humedad en el suelo por la persistente lluvia antecedente, en suelos con velocidades de infiltración superficial mayores que el drenaje interno, lo que puede llevar a condiciones de humedad cercanas a saturación en el suelo superficial (Pla, 1997). Este proceso de erosión es inducido por los fuertes cambios en peso y consistencia, con disminución en la cohesión entre partículas y micro agregados, del suelo superficial, por encima de una capa que retarde el drenaje interno. Esta capa puede ser una capa natural de origen pedogenético, un contacto

lítico, o una capa compactada por labranza inadecuada. En materiales profundos sedimentarios (o de relleno) o en materiales volcánicos no consolidados, o en rocas muy meteorizadas, con un descenso en permeabilidad con la profundidad, la acumulación de agua de drenaje interno por debajo del suelo superficial puede conducir a mediano plazo a condiciones que puedan originar movimientos en masa mayores y más profundos. Aunque los procesos de erosión en masa suelen ocurrir menos frecuentemente que los de erosión superficial, pueden provocar pérdidas de suelo mayores y más concentradas, con efectos más catastróficos (Pla, 1997).

En agricultura de riego, el proceso de degradación de suelos más frecuente es el desarrollo de suelos afectados por sales. La salinización de los suelos puede conducir a una pérdida parcial o total de su capacidad productiva, causada por una degradación interna de sus propiedades químicas o físicas. Aunque a nivel mundial el área afectada por procesos de salinización inducida por el hombre es mucho menor que el área afectada por procesos de erosión, este proceso de degradación es también muy importante desde puntos de vista social, económico y ambiental, por los elevados costos de los desarrollos de agricultura de riego, por el uso de altas cantidades de recursos de agua cada vez más escasos, y por la decisiva contribución de las tierras bajo riego a la producción de alimentos a nivel local y mundial. La introducción del riego en una zona provoca cambios drásticos en el régimen y balance de agua y solutos en el perfil del suelo. Los problemas de salinidad son una consecuencia de la acumulación de sales en zonas y profundidades donde el régimen de humedad del suelo se caracteriza por fuertes pérdidas de agua por evaporación y transpiración, y por reducido lavado de las sales que permanecen. Esto ocurre cuando el manejo del agua de riego y drenaje no es adecuado para las condiciones particulares de clima, suelos, cultivos, fertilización, profundidad de nivel freático, calidad de agua de riego, y sistema de riego (Pla, 1996).

El exceso de agua de riego requerido para lavar las sales acumuladas en el suelo, ya sea para recuperar o prevenir la salinización, pueden causar otros problemas ambientales derivados de la disposición y uso posterior de dichas aguas de drenaje. El problema se agrava porque esas aguas de drenaje pueden contener además de las sales naturales, residuos de fertilizantes y pesticidas - generalmente usados en grandes cantidades en la intensiva agricultura de riego - , además de otros contaminantes contenidos en enmiendas orgánicas (residuos de animales, compost) que suelen aplicarse, y en aguas servidas de origen urbano e industrial, no tratadas o sólo parcialmente tratadas, de creciente uso para riego en muchas zonas con escasez de agua. Esta agua de drenaje puede contaminar aguas superficiales y subterráneas que vayan a usarse para consumo humano, industrial o agrícola. En dichos casos, las prácticas y sistemas de riego y drenaje deben perseguir una máxima eficiencia en el uso del agua de riego, reduciendo la posibilidad de pérdidas y contaminación de otras aguas, manteniendo al mismo tiempo las sales a profundidades del suelo fuera del alcance de las raíces de los cultivos (Pla, 1997).

CONCLUSIONES

A fines del siglo pasado, la intensificación agrícola, a través del desarrollo y uso de modernas tecnologías de producción permitió satisfacer las necesidades de la creciente población de miles de millones de habitantes. Sin embargo dicha intensificación ha llevado a graves problemas de contaminación ambiental, y a la degradación de agro ecosistemas cuando dicha intensificación se ha aplicado a tierras marginales de bajo potencial en los trópicos,

especialmente en tierras frágiles en zonas montañosas con suelos ácidos e infértiles que dominan en ciertos países. En la mayoría de los casos, como los agricultores no tienen los recursos para adquirir insumos, la intensificación de la agricultura ocurre a expensas del agotamiento del recurso suelo. Esto ha sido más evidente en grandes extensiones de tierra en África Sub Sahariana y en tierras marginales con agricultura de secano en Asia y América Latina. Existen evidencias que los recursos suelo y agua están gravemente amenazados debido a una intensificación indiscriminada de la agricultura, especialmente en los países más poblados de Asia, donde el promedio de tierra agrícola disponible per cápita es menos de 0,15 ha, menor que en ninguna otra región del mundo. Por todo ello deben tomarse medidas para reducir la degradación de suelos y tierras por crecimiento de la población y de sus niveles e ingreso. Un incremento y mejoras en la educación y organización social pueden contribuir a desarrollar una ética de conservación y a tomar decisiones políticas a nivel nacional e internacional para controlar la degradación ambiental. Para ello necesitamos:

- Un mejor conocimiento y comprensión de las condiciones geográficas, económicas, ecológicas y demográficas a niveles regional y mundial, para guiar las inversiones y acciones para detener los procesos de degradación y la pérdida de productividad de las tierras y de otros recursos. Deben identificarse las causas económicas, sociales y presiones políticas que en muchos casos están por detrás del uso y manejo no adecuados de las tierras. Entre ellas pueden estar el incremento de la población, la falta de recursos para insumos, problemas de tenencia de la tierra, y políticas inapropiadas de desarrollo agrícola.
- Desarrollar y adoptar sistemas de uso de las tierras y tecnologías de manejo más productivas, eficientes, seguras, conservadoras y restauradoras de los recursos, y socialmente y culturalmente aceptables. Los cambios de uso de las tierras y los correspondientes cambios requeridos en su manejo, deben ser considerados como parte del proceso de planificación, ya que la selección inadecuada de uso y prácticas de manejo de la tierra es el principal factor conducente a la degradación de los recursos suelo y agua. Ello requiere adecuada información y en algunos casos incentivos y regulaciones que estimulen la adopción usos y prácticas sostenibles de manejo de las tierras.
- La continua degradación de los recursos suelo y agua en el Mundo se debe en parte a una falta de conocimiento o comprensión, para cada situación específica, de los procesos y causas de los problemas. Ello lleva frecuentemente a la adopción de prácticas de conservación conducentes a errores costosos y a una planificación de uso y manejo de la tierra no sostenible, se requieren investigaciones para identificar y evaluar los procesos de degradación y seleccionar las mejores alternativas de uso y manejo antes de la planificación. Ya que muchos países carecen de los recursos necesarios para realizar dichos estudios e investigaciones, deben establecerse redes regionales y globales de investigación y transferencia de resultados, con recursos adecuados.

BIBLIOGRAFIA

Batjes, N. H. 1999. Management options for reducing CO₂ concentrations in the atmosphere by increasing carbon sequestration in the soil. Report 410-200-031. Technical Paper 30. ISRIC. Wageningen (Holanda)

- El-Swaify, S.A. y J.W. Fownes. 1992. Erosion processes and models: applications in the tropics. En (H. Hurni y K. Tato, ed) Erosion, Conservation and Small-Scale Farming. 135-150. Geographica Bernensia, Berna (Suiza)
- El-Swaify, S. A. y D.O. Evans (ed). 1999. Sustaining the Global Farm. Strategic Issues, Principles and Approaches. ISCO. Purdue Univ. West Lafayette, Ind.(USA) 60p
- Govers G., D.A. Lobb y T.A. Quine. 1999. Tillage erosion and translocation: emergence of a new paradigm in soil erosion research. Soil and Tillage Research. 51:167-174
- FAO. 2000. Land Resource Potential and Constraints at Regional and Country Levels. FAO World Resources Report 90. FAO. Roma (Italia)
- Hurni, H., y col (ed) 1996. Precious Earth: From Soil and Water Conservation to Sustainable Land Management. ISCO-CDE. Berna (Suiza)
- Lal, R. 1994. Soil erosion by wind and water: problems and prospects. En (R. Lal, ed) Soil Erosion Research Methods. 2nd Ed. 1-10. SWCS-ISSS. Ankeny (USA)
- Lal, R. 2000. Soil conservation and restoration to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect. Key Notes 5-20. ESSC Third Int. Cong. Valencia (España)
- Larson W. E., F.J. Pierce y R.H. Dowdy. 1983. The threat of soil erosion to long-term crop production. Science 219: 458-465
- Larson W. E. y F.J. Pierce. 1991. Conservation and enhancement of soil quality. En (J. Dumansky y col, ed) Evaluation for Sustainable Land Management in the Developing World. Vol 2: 175-203. Technical papers. IBSRAM. Bangkok (Tailandia)
- Pla, I. 1986. A routine laboratory index to predict the effects of soil sealing on soil and water conservation. En "Assesment of Soil Surface Sealing and Crusting". 154-162. Callebout y col. (ed). State Univ. of Ghent. Gante (Bélgica)
- Pla, I. 1992. La erodabilidad de los Andisoles en Latino América. Suelos Ecuatoriales 22(1). 33-43. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá (Colombia)
- Pla, I. 1993. Erosión en suelos de ladera del trópico andino y centroamericano. En "Manejo Integrado de Recursos Naturales en Ecosistemas Tropicales para una Agricultura Sostenible" 21-36. ICA. Santafé de Bogotá (Colombia)
- Pla, I. 1994. Soil degradation and climate-induced risks of crop production in the tropics. Trans. 15th ISSS Congress. 1:163-188. ISSS. Acapulco (México)
- Pla, I. 1996. Soil salinization and land desertification. En "Soil Degradation and Desertification in Mediterranean Environments (J.L. Rubio y A. Calvo, ed.) 105-129. Geoforma Ediciones. Logroño (España)
- Pla, I. 1997a. A soil water balance model for monitoring soil erosion processes and effects on steep lands in the tropics. En (I. Pla, ed) "Soil Erosion Processes on Steep Lands". Special Issue of Soil Technology. 11 (1):17-30. Elsevier. Amsterdam (Holanda)
- Pla, I. 1997b. Evaluación de los procesos de salinización de suelos bajo riego. En : Edafología Revista de la SECS. Edición especial 50 Aniversario. 241-267. SECS. Granada (España)
- Pla, I. 1998. Modeling hydrological processes for guiding soil and water conservation practices. En: (A. Rodríguez y col., ed.) The Soil as a Strategic Resource: Degradation Processes and Conservation Measures. 395-412. Geoforma Ed. Logroño (España)
- Pla; I. 2002: Hydrological approach to soil and water conservation. En: Man and Soil at the Third Millenium (Rubio et al, ed.). I: 65-87. Geoforma Ed. Logroño (España)
- Pla, I. 2006. Hydrological Approach for Assessing Desertification Processes in the Mediterranean Region. En: Desertification in the Mediterranean Region: a Security Issue. (Kepner et al ed.). 579-600. Springer. Dordrecht (Holanda)
- Rose, C. W. 1994. Research progress on soil erosion processes as a basis for soil conservation practices. En (R. Lal, ed) Soil Erosion Research Methods. 2nd Ed. 159-180. SWCS-ISSS. Ankeny, IA (USA)
- The Word Bank. 2006. Little Green Data Book. IBRD-WB. Washington DC (USA)
- UNDP-UNEP-WB-WRI. 2005. World Resources 2005. WRI. Washington DC (USA)
- UNEP-ISRIC. 1990. Global Assessment of Soil Degradation. GLASOD. Nairobi-Wageningen
- WRI. 2000. Pilot Analysis of Global Ecosystems. WRI. Washington DC (USA)