

## Conservación de Suelos y Agua *Una premisa del Desarrollo Sustentable*

*Oscar Simón Rodríguez Parisca  
Profesor Titular  
Universidad Central de Venezuela  
Cátedra Conservación de Suelos y Agua  
Facultad de Agronomía  
Maracay-Venezuela  
osrp1958@gmail.com*

### Resumen

Se presenta un libro de texto sobre la Conservación de Suelos y Agua-CSA bajo el enfoque del Desarrollo Sustentable y enmarcándola dentro de procesos de planificación tanto estratégica como táctica. La CSA ha evolucionado en respuesta a los graves problemas de degradación de tierras que ocurren globalmente limitando las posibilidades de un desarrollo verdaderamente sustentable. Se han destinado esfuerzos y recursos con la finalidad de controlar o mitigar problemas de degradación de tierras a nivel mundial, pero existe todavía la amenaza de que se degraden o pierdan recursos esenciales como son los suelos y el agua, necesarios para satisfacer las demandas de las generaciones presentes y futuras. Esta publicación recoge una serie de experiencias que se han llevado a cabo en la Cátedra CSA de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela durante más de 25 años, las cuales se combinan con otras experiencias, ideas y conceptos que en CSA se han desarrollado a nivel nacional e internacional, de manera de contribuir al desarrollo y aplicación de esta disciplina, que puede considerarse una premisa del desarrollo sustentable, y a su vez, sirva de apoyo a estudiantes y profesionales de la agronomía, ingeniería forestal, conservación de recursos, ecología y ciencias ambientales, geógrafos, planificadores y otras carreras afines. Se han desarrollado una serie de temas, partiendo de la problemática ambiental y la conservación de los recursos naturales en general, lo que nos ubica y relaciona con los principios ecológicos, económicos y sociales, de manera que se logre una visión integral a la hora de tomar decisiones y ejecutar acciones en CSA. Esta disciplina puede contribuir, no solo a solucionar los problemas inmediatos de degradación de tierras, sino que puede jugar un rol fundamental en la solución de problemas ambientales de diversa naturaleza. El libro "Conservación de Suelos y Agua. Una premisa del desarrollo sustentable" segunda edición digital ha sido publicado en Acceso Abierto en el Repositorio Institucional Saber UCV y forma parte de la Colección Estudios del Fondo Editorial Digital CDCH-UCV.

## Introducción general

Los suelos y el agua están íntimamente relacionados tanto como elementos componentes de los ecosistemas, así como al ser aprovechados como recurso para diferentes usos, el más extendido la agricultura, pero también en el paisajismo, actividades recreativas, emplazamiento de infraestructuras y diversas aplicaciones ambientales.

El suelo es un recurso vital para la sociedad en su conjunto, y es determinante del estatus económico de las naciones (Daily et. al. 1997 referido por Zinck et. al. 2016). A pesar de que los suelos son utilizados para muchos propósitos y proveen un amplio rango de servicios ecosistémicos, estos han generado menos consideración y atención que otros componentes del capital natural, como el agua y los bosques. Los suelos están siendo expuestos a una degradación creciente por efecto de la erosión, la salinización, la compactación y la contaminación. Le lleva siglos o incluso milenios a la naturaleza para formar unos pocos centímetros de suelo, mientras millones de toneladas de tierras arables se erosionan cada año (Zinck et. al. 2016). Señala Zinck (2005), que el recurso suelo no goza del mismo reconocimiento ni del mismo aprecio que los demás recursos naturales como, por ejemplo, las aguas, los bosques o los yacimientos minerales, porque no es un bien directamente consumible y porque existe la creencia común, pero errónea, de que los suelos son renovables a escala humana. Probablemente es por esta razón que la sociedad en general, se siente menos preocupada por la degradación de suelos que por el agotamiento de otros recursos naturales.

En años recientes se ha dado un reconocimiento público desde el punto de vista político e institucional a la importancia de los recursos suelo y agua, habiéndose declarado la década internacional de los suelos entre los años 2015-2024, el día mundial del suelo 5 de diciembre, la década del agua para el desarrollo sostenible del 2018-2028, el día mundial del agua 22 de marzo, conjuntamente con el programa Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible que busca entre sus objetivos (ODS) poner fin a la pobreza en el mundo, erradicar el hambre y lograr la seguridad alimentaria; garantizar una vida sana y una educación de calidad; lograr la igualdad de género; asegurar el acceso al agua y la energía; promover el crecimiento económico sostenido; adoptar medidas urgentes contra el cambio climático; promover la paz y facilitar el acceso a la justicia (Centro de noticias de la ONU, [onu.org](http://onu.org)).

Se destacan varios desafíos del agua que la ponen en el epicentro del desarrollo sostenible entre los cuales destacan: 2,1 millones de personas carecen de acceso a servicios de agua potable, 4,5 millones de personas carecen de servicios de saneamiento, la escasez de agua afecta a 4 de cada diez personas, para el año 2050, al menos una de cada cuatro personas vivirá en un país donde la falta de agua dulce será crónica o recurrente, el 90% de los desastres naturales están relacionados con el agua, el 80% de las aguas residuales regresan a los ecosistemas sin haber sido tratadas, 70% de la extracción de agua se debe a la agricultura (ONU Agua, [un.org](http://un.org))

---

La Conservación de Suelos y Agua (CSA) ha evolucionado paulatinamente para dar respuesta a los graves problemas de degradación de tierras, y de sus componentes suelo y agua en particular, que ocurren en todos los continentes y en todas las latitudes. Para ello se han destinado innumerables esfuerzos y recursos con la finalidad de controlar o mitigar problemas de degradación de tierras a nivel mundial. Sin embargo, no todos los resultados han sido exitosos y existe todavía la amenaza de que se degraden o pierdan recursos esenciales como lo son los suelos y el agua, necesarios para satisfacer las demandas por bienes y servicios de las generaciones presentes y futuras.

El presente trabajo tiene por objetivo hacer difusión del libro: “*Conservación de Suelos y Agua. Una herramienta del desarrollo sustentable*” (Rodríguez, 2010 y 2018), el cual presenta una serie de experiencias que hemos llevado a cabo en la Cátedra de Conservación de Suelos y Agua de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela durante más de 25 años, las cuales se combinan con otras experiencias, ideas y conceptos que en Conservación de Suelos y Aguas se han desarrollado a nivel nacional e internacional, de manera de contribuir al desarrollo y aplicación de esta disciplina, que puede considerarse una premisa del desarrollo sustentable, tal como se subtitula la obra, la cual debe servir de apoyo a estudiantes de Agronomía, Ingeniería Forestal, Conservación de Recursos, Ecología y Ciencias Ambientales, Geografía, planificadores y otras carreras afines.

Se han desarrollado una serie de temas, partiendo de la problemática ambiental y la conservación de los recursos naturales en general, lo que nos ubica y relaciona con los principios ecológicos, económicos y sociales, de manera que se logre una visión integral a la hora de tomar decisiones y ejecutar acciones en CSA. Esta disciplina puede contribuir, no solo a solucionar los problemas inmediatos de degradación de tierras, sino que puede jugar un rol fundamental en la solución de problemas ambientales de diversa naturaleza

Esperamos que el libro mencionado contribuya a un mejor entendimiento de la Conservación de Suelos y Agua como disciplina y como herramienta práctica para enfrentar los problemas de degradación de tierras, que limitan las posibilidades de un desarrollo verdaderamente sustentable y, por tanto, de una mejor calidad de vida para el ser humano, y que coadyuve en la formación de profesionales conscientes de los retos, dificultades y oportunidades que plantea la conservación de los recursos naturales y su importancia para el logro de un auténtico desarrollo sustentable.

El libro “Conservación de Suelos y Agua. Una premisa del desarrollo sustentable” segunda edición digital ha sido publicado en Acceso Abierto en el Repositorio Institucional Saber UCV y forma parte de la Colección Estudios del Fondo Editorial Digital CDCH-UCV (Rodríguez, 2018). Disponible en Internet

URL: <http://saber.ucv.ve/omp/index.php/editorialucv/catalog/book/11>

---

## Estructura del libro y aspectos más resaltantes

En la figura 1 podemos apreciar la estructura general del libro que consiste de ocho capítulos, partiendo de la introducción y siguiendo el sentido de las agujas del reloj nos desplazamos por una serie de temas que iremos discutiendo brevemente a lo largo de esta comunicación.

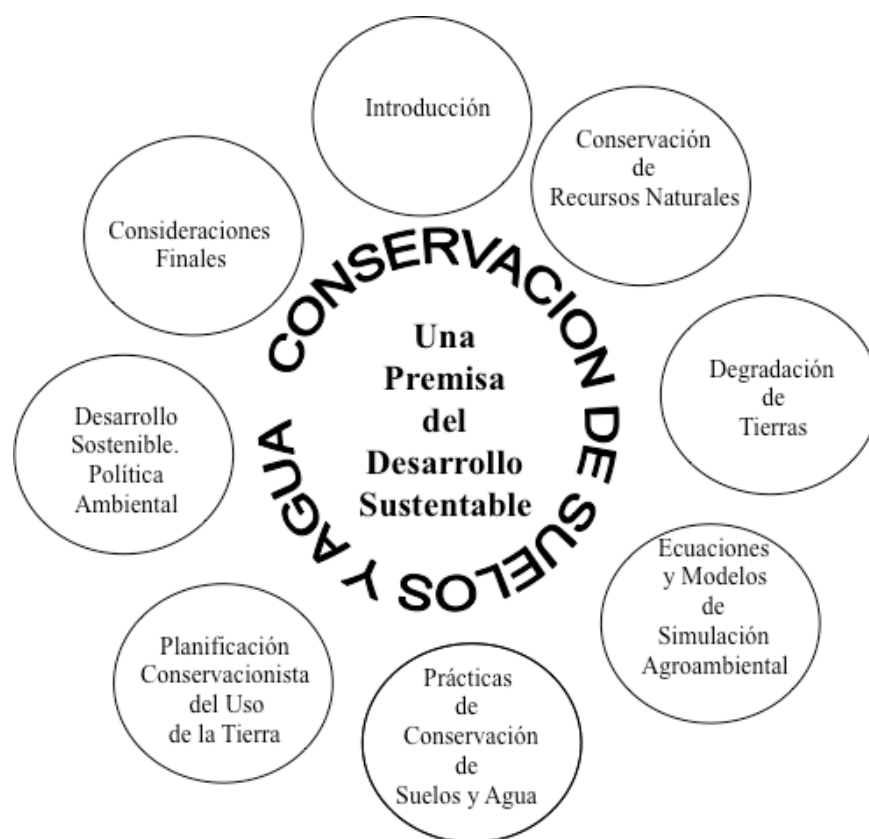


Figura 1. Estructura general y contenidos principales del libro: "Conservación de Suelos y Agua. Una premisa del Desarrollo Sustentable"

## I-Introducción

Alcances y objetivos:

- Recopilación y sistematización de experiencias de la Cátedra de Conservación de Suelos y Agua-UCV y de aquellas experiencias más relevantes en CSA a nivel nacional e internacional.
- Contar con un material de apoyo para los cursos regulares en CSA y otras actividades de entrenamiento y capacitación profesional, así como fuente de consulta especializada.
- Punto de referencia y de partida para el impulso de actividades en CSA que contribuyan a combatir la degradación de tierras y favorezcan, conjuntamente con los demás cimientos de la sostenibilidad, un desarrollo auténticamente sustentable.
- Acotar la CSA como una disciplina con identidad propia, que conjuntamente con otras disciplinas, aporta en conocimiento y en aplicaciones al logro del nuevo paradigma: el desarrollo sustentable.

Justificación y propósito:

- A pesar de los esfuerzos a nivel mundial para controlar o mitigar problemas de degradación de tierras, existe todavía la amenaza de que se degraden o pierdan recursos esenciales como lo son los suelos y el agua, necesarios para satisfacer las demanda de bienes y servicios de las generaciones presentes y futuras.
  - Se requiere un enfoque integral que relacione principios ecológicos, económicos y sociales a la hora de seleccionar, diseñar y aplicar medidas y prácticas en CSA, de manera que las mismas sean parte fundamental de planes de uso conservacionista de la tierra, apoyados dentro de un marco político-institucional favorable, resultando exitosas cuando contribuyan eficaz y sustancialmente al deseado desarrollo sustentable.
  - Aún cuando las actividades agrícolas son la principal causa de la degradación de tierras, múltiples actividades humanas generan procesos de degradación de tierras y deben ser considerados igualmente por la CSA, ya que en términos de principios y estrategias, las formas de combatir los procesos de degradación son similares.
-

## II-Conservación de Recursos Naturales

La conservación de los recursos naturales en su acepción clásica no es más que el uso racional de estos de manera sostenida. Para Bergsma et. al. 1996, la conservación consiste en la protección, mejoramiento y uso de los recursos naturales (vivos y no vivos) y del ambiente de acuerdo con principios que aseguren los más altos beneficios económicos y sociales para la humanidad ahora y en el futuro. Otros autores consideran no solo la protección y el mejoramiento sino también el mantenimiento y la restauración.

En la figura 2 podemos distinguir un conjunto de problemas ambientales a nivel global, regional y local en los que se destacan el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la deforestación y la destrucción de la capa de ozono como los procesos de deterioro que tienen una escala de alcance global, estos a su vez se interrelacionan con otros procesos como la erosión y desertización, la contaminación atmosférica, entre otros a nivel local, por lo que se percibe el alto grado de complejidad de los problemas ambientales y la necesidad de reconocer la interdependencia de los factores y procesos que degradan los ecosistemas y los sistemas ambientales en general y sus múltiples componentes, entre ellos los suelos y el agua.

El modelo vigente de desarrollo originado durante la revolución industrial promueve altas tasas de consumo y presupone que la tecnología es capaz de superar las limitaciones. En contraposición a esta alternativa está la del crecimiento cero apoyada en la teoría neomalthusiana que se basa en el principio de que los recursos son limitados y su agotamiento condicionará el futuro de la humanidad. A esta alternativa se oponen los países menos desarrollados que desean elevar sus estándares de calidad de vida por encima de la subsistencia. Como salida a los dos modelos ha surgido el modelo de desarrollo sustentable el cual busca un equilibrio entre sus actividades económicas y sociales y la conservación del medio ambiente, compatibilizando el desarrollo económico y social con la diversidad, complejidad y funcionamiento ecológico que sirve de funcionamiento a la vida.

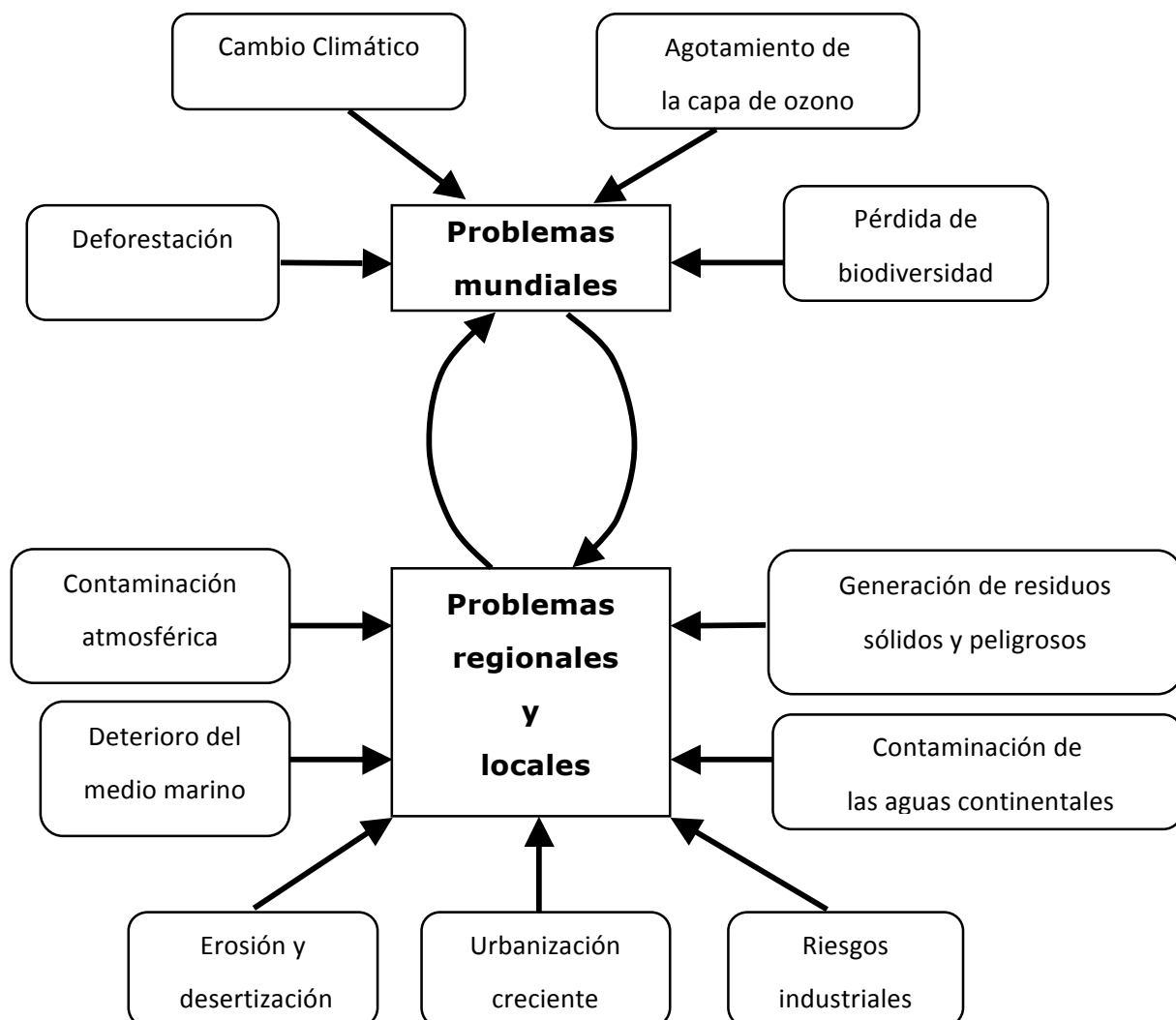


Figura 2. Problemas ambientales a nivel mundial, regional y local (Enkerlin et. al. 1997)

### III-Degradación de Tierras

Tierra es definida por FAO-UNEP (2000) como una porción delimitada de la superficie terrestre, que incluye todos los atributos de la biosfera inmediatamente por encima y por debajo de la superficie, entre estos el clima, el suelo y las formas del terreno, la hidrología superficial, que abarca pequeños lagos de poca profundidad, ríos, pantanos y ciénagas, las capas sedimentarias cercanas a la superficie, las reservas de aguas subterráneas asociadas, las poblaciones de animales y plantas, el patrón de asentamientos humanos y los cambios físicos resultantes de las actividades humanas pasadas y presentes (terrazas, estructuras de almacenamiento y drenaje de aguas, carreteras, edificaciones, etcétera).

Entre los componentes del recurso tierra se pueden mencionar el clima local, la vegetación, los suelos, las aguas superficiales y subterráneas, la fauna, el substrato geológico y las mejoras hechas por el hombre.

Cuando hablamos de la degradación de las tierras nos referimos a la degradación de uno o más de sus componentes y a la pérdida de sus funciones básicas tanto ecológicas como aquellas relacionadas con las actividades humanas.

Las tierras representan un recurso finito, dadas las cualidades intrínsecas de éstas para diversos usos en distintas localizaciones. Su oferta es limitada por diversos factores como la falta de disponibilidad de agua, el mal drenaje interno y externo, la topografía, la baja fertilidad natural, el régimen de temperatura, la profundidad de los suelos, un alto potencial de contracción/expansión, la presencia de horizontes restrictivos, la salinidad y alcalinidad, bajos contenidos de materia orgánica, entre otros.

La oferta restringida de tierras y la posibilidad de que su escasez sea aún mayor debido a su deterioro por procesos de degradación, hacen imperante un uso eficiente y eficaz de las tierras para asegurar las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

Los tipos de degradación se refieren a la naturaleza de los procesos de degradación, que pueden ser por desplazamientos de material del suelo por erosión hídrica y eólica, o por degradación in situ debido a procesos físicos, químicos y biológicos, según FAO (2001). Estos procesos no se manifiestan aislados y con frecuencia un tipo de degradación conduce a otra y se catalogan en función del proceso que prevalece con fines de su análisis y tratamiento. Mayores detalles pueden obtenerse en el libro objeto de esta comunicación (Rodríguez, 2010 y 2018).

La ocurrencia de procesos de degradación de tierras, al afectar las funciones de producción de bienes o de servicios ecosistémicos, disminuye las posibilidades de satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras, y por ende, nos conduce a una situación de insostenibilidad.

A través de tres ilustraciones se ejemplifica como diferentes procesos de degradación de tierras afectan los cimientos del desarrollo sustentable, a saber, los elementos ecológicos, los económicos y los sociales.

En la figura 3 se observan los efectos de la erosión en la productividad primaria, y por ende, en la capacidad de producir biomasa y sustentar procesos biológicos básicos al alterarse la capacidad de almacenar agua en el perfil del suelo, de proveer nutrimentos y permitir una actividad biológica adecuada.

---



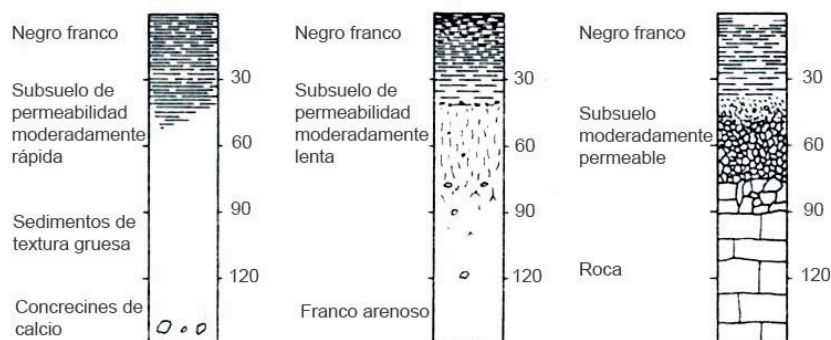
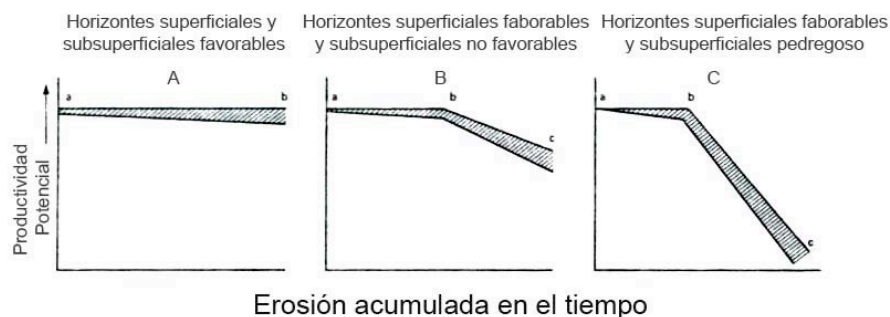


Figura 3. Evolución del índice de productividad IP en tres suelos con diferentes condiciones en los horizontes subsuperficiales Pierce *et al.*, (1983).

Los impactos de la erosión no sólo se reflejan en la productividad, efecto local del proceso erosivo, sino que también afectan el ambiente de diversos modos, por los daños que causa a distancias remotas diferentes del sitio donde se generó el proceso erosivo. El mayor efecto fuera de sitio es en la calidad de las aguas, que se ven afectadas por la contaminación causada por los sedimentos y su efecto al reducir la capacidad de almacenamiento de los reservorios de agua; la capacidad de conducción de las aguas en los canales de drenaje de obras de infraestructura y cauces naturales; el deterioro de los ecosistemas acuáticos; y la contaminación producida por los agroquímicos que son incorporados en los sistemas acuáticos.

En la figura 4 se muestra el doble efecto económico (disminución de ingresos brutos y aumento de costos) de la degradación del suelo por efecto de la compactación, proceso asociado a la erosión del suelo, ya que la promueve al disminuir la infiltración del agua en el perfil del suelo.

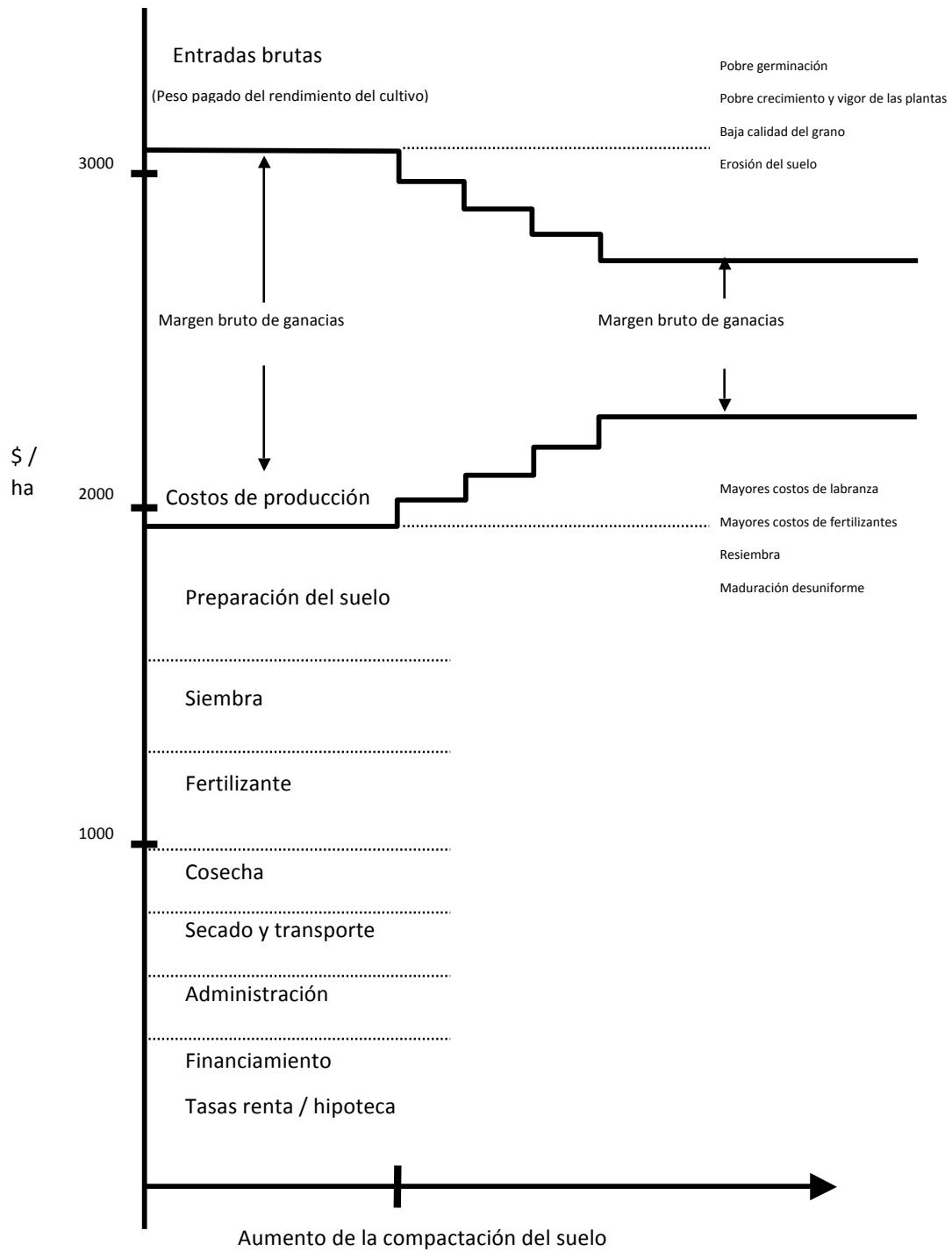


Figura 4. Efectos de la compactación del suelo sobre los márgenes brutos bajo cultivos continuos Shepherd (1992), citado por Shaxson (2001).

El impacto social y cultural de la erosión es también muy marcado. Los pequeños agricultores se ven obligados a usar sus suelos intensivamente para obtener unos ingresos acordes con sus necesidades, pero al sobreexplotar el recurso debido a su escasez o a la falta de medios técnicos, éste se degrada y se generan cada vez menores ingresos, promoviendo la pobreza y la marginalidad de las familias campesinas. Éstas muchas veces se ven obligadas a abandonar sus campos de cultivo por improductivos y migrar hacia otras regiones, expandiendo la frontera agrícola, desarraigándolos de su cultura, y en el peor de los casos, incorporándolos a los cinturones de miseria en las ciudades. Por no tener acceso a tierras de buena calidad, éstos se asientan en áreas con riesgos altos de erosión y otras limitaciones, facilitando un nuevo reinicio del ciclo. Esto genera un círculo vicioso que afecta a dichas poblaciones, pero que también tiene consecuencias en otros sectores (ver figura 5). La expansión de la frontera agrícola implica la intervención de ecosistemas naturales con la pérdida de hábitats y disminución de la biodiversidad. La erosión tiene efectos a distancia que afectan los cuerpos de agua, obras de infraestructura, los ecosistemas acuáticos, y aumentan el riesgo de inundaciones.

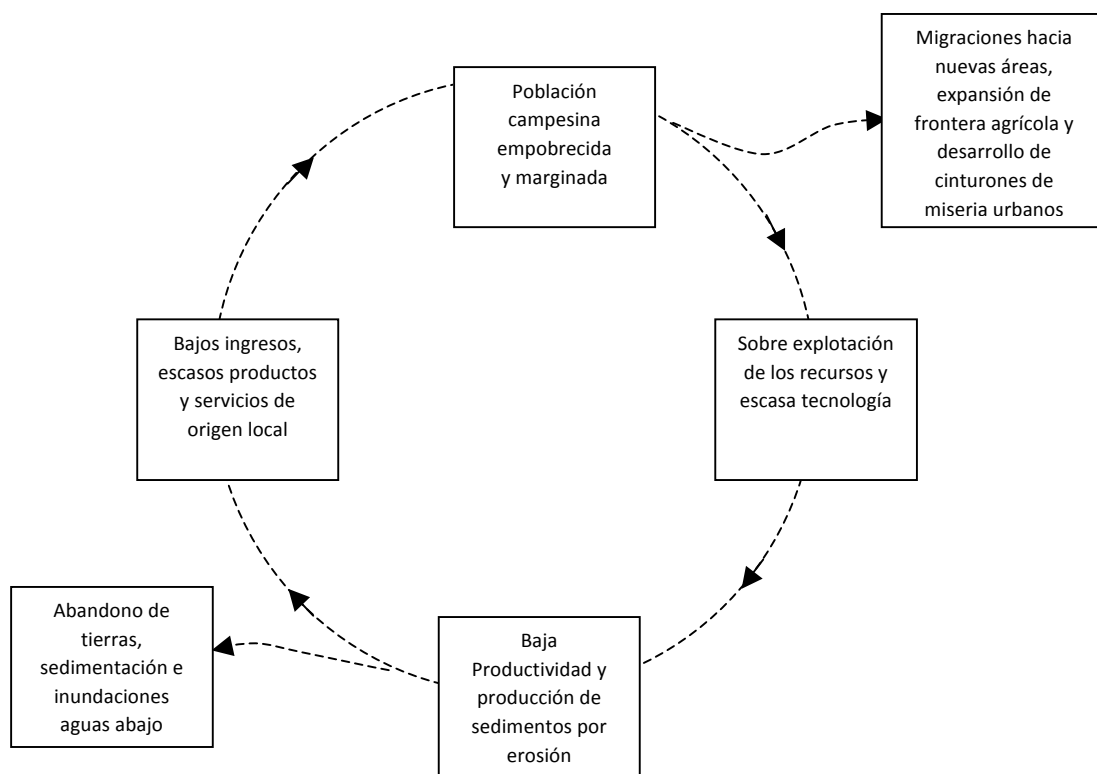


Figura 5. Ciclo de pobreza y marginalidad inducida por la degradación de tierras. Impacto social y cultural de la erosión y otros procesos de degradación del suelo, el agua y recursos asociados (Rodríguez 2010 y 2018).

## IV- Ecuaciones y Modelos de Simulación Agroambiental

En el libro “CSA-Una premisa del desarrollo sustentable” se describe en detalle la EUPS (USLE-Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo, Wischmeier y Smith. 1961) y sus derivaciones, ecuación ampliamente conocida para estimar erosión hídrica laminar y en surquillos, y se presentan un conjunto amplio de experiencias realizadas con ella, como lo son datos de sus factores componentes obtenidos en parcelas de erosión en Venezuela, en diferentes localidades representativas de condiciones edafoclimáticas contrastantes y con situaciones de manejo y usos de la tierra diversos. A pesar de sus limitaciones, la información recabada es útil tanto para la selección de opciones conservacionistas como para la enseñanza y divulgación de información en relación al proceso de erosión.

Los modelos agroambientales han subsanado algunas de las limitaciones de la EUPS y son capaces de estimar no solo erosión sino la escorrentía, la producción de sedimentos y la contaminación asociada, siendo de mayor resolución espacial o temporal, y generando información adicional sobre la producción de los cultivos o las condiciones de la cobertura y su evolución en el terreno. En el libro ya mencionado se describen brevemente algunos de estos modelos y en el cuadro 1 se resumen las características y alcances de los mismos.

Cuadro 1. Algunas ecuaciones y modelos agroambientales usados para estimar erosión, escorrentía, producción de sedimentos y contaminación difusa (Rodríguez, 2010 y 2018)

Modelo	Tipo de modelo		Fundamento		Agregación						Erosión			Escurrimiento			Contaminación									
	Predicción erosión	Modelo Agroambiental	Empírica	Basado en procesos	Espacial						Temporal			Pérdidas de suelo	Sedimentación	Producción de sedimentos	Producción de agua	Escorrentía superficial	Flujo de retorno	Flujo de base	Escorrentía pico	Nutrientes	Biocidas	Bacterias		
					Parcela ó unidad de tierra	Ladera segmentada	Área colectora pequeña	Cuenca pequeña	Cuenca grande	Cuenca fluvial	Resolución	Alcance														
USLE	•		•		•						A/C	AP	•													
MUSLE	•		•		•		•	•			E	E			•											
SLEMSA	•		•		•						A	AP	•													
RUSLE1	•		•	•	•	•					M/2	AP	•													
RUSLE2	•		•	•	•	•					D	AP	•	•	•											
EPIC		•	•	•	•	•					D	S				•	•			•	•	•	•	•	•	•
APEX		•	•	•	•	•	•				D	S		•	•		•	•		•	•	•	•	•	•	•
SWRRB		•	•	•	•	•		•	•		D	S			•		•	•		•	•	•	•	•	•	•
SWAT		•	•	•	•	•		•	•	•	D	S			•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•
WEPP		•	•	•	•	•		•	•	•	E	S	•	•	•		•	•		•	•	•	•	•	•	•

A: Anual E: Evento M: Mes D: Día S: Siglo C: Etapa de cultivo P: Promedio

## V-Prácticas de Conservación de Suelos y Agua

La conservación de suelos y agua-CSA puede definirse como el conjunto de acciones, medidas y estrategias, destinadas a evitar o mitigar la degradación de los recursos suelo y agua, así como a su mejoramiento y recuperación, de manera que rindan el mayor beneficio colectivo mediante el flujo sostenido de sus funciones básicas, optimizando y diversificando las opciones de desarrollo de las generaciones presentes y futuras.

Ésta definición es compatible con la concepción de *desarrollo sostenible* que según la FAO (1992), consiste en la ordenación y conservación de la base de recursos naturales y la orientación del cambio tecnológico e institucional, de tal manera que se asegure la continua satisfacción de las generaciones presentes y futuras. Este desarrollo viable conserva los recursos, no degrada el medio ambiente y es técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable.

La conservación de suelos y aguas como disciplina y como actividad debe tener como principio básico el contribuir al desarrollo de sistemas de uso de la tierra sostenibles. Por estos se entiende aquellos sistemas que utilizan recursos biofísicos y socioeconómicos para producir bienes, que el actual ambiente socioeconómico (sociedad de hoy) valora por encima de los insumos requeridos y, que al mismo tiempo, el ambiente biofísico mantiene su productividad futura; es decir, son aquellos sistemas económicamente viables y ecológicamente sostenibles (Hart y Sands, 1990).

Las medidas o estrategias en conservación de suelos y agua son diversas y abarcan diferentes ámbitos, pudiendo considerarse aquellas de carácter tecnológico, económico, social, institucional, legal, cultural y político. Todo programa de CSA debe considerar todas estas opciones en diferentes combinaciones de acuerdo a las situaciones particulares y los objetivos perseguidos. Rara vez una medida de carácter técnico tiene éxito si no se apoya en una o más de las otras medidas mencionadas.

En este capítulo del libro que presentamos se hace énfasis en las prácticas de conservación de suelos, haciendo una descripción de las mismas en cuanto a sus características, diseño, aplicaciones y eficiencia. Generalmente se combinan dos o más tecnologías de acuerdo con las diversas demandas de manejo y conservación a nivel local conformando un Sistema de Manejo de Recursos (SMR), pero en general las descripciones se realizan de manera individual para facilitar su estudio.

El gran número de prácticas o tecnologías de conservación de suelos y agua hace necesaria su agrupación con fines didácticos, científicos o de aplicación práctica. No siempre se puede identificar una práctica con una categoría particular debido a la multifuncionalidad o a la participación simultánea de diversos elementos o atributos en una misma práctica.

---

De acuerdo a su naturaleza, las prácticas de conservación se agrupan en: culturales, agronómicas o biológicas, mecánicas o estructurales (también llamadas ingenieriles) y las prácticas especiales de conservación. Este es el esquema clásico seguido por otros autores y es el que sirvió de base para organizar la información sobre tecnologías conservacionistas en el libro sobre CSA que se presenta (Cuadro 2 y 3). La terminología usada por WOCAT (2007a) agrupa las tecnologías en agronómicas, vegetativas, estructurales y de manejo (gestión) solapando algunas de las llamadas agronómicas en la categoría de las culturales según el esquema clásico.

Según su intensidad, frecuencia de uso o necesidad de aplicación podemos separar aquellas prácticas que son comunes de una buena agricultura y que frecuentemente son aplicadas ya que son requeridas en casi todas las situaciones en que se desarrolla un cultivo, de aquellas que sirven de soporte y son complementarias usadas solo cuando son requeridas por la existencia de una limitación específica o existen riesgos de degradación particulares (Cuadro 2).

Según la estrategia principal o forma de distribución en el terreno, podemos distinguir aquellas prácticas que se ubican o aplican de manera uniforme en toda la superficie del terreno, en contraposición de aquellas que se distribuyen de manera intermitente o interrumpida en un sentido particular sobre dicha superficie (Cuadro 2).

También podemos agrupar las prácticas de CSA según su función, lo cual orienta específicamente sobre el tipo de impacto que tiene dicha práctica en modificar o alterar un proceso o atributo en el suelo o el agua. Delgado (1997) propone una clasificación funcional de las prácticas de manejo y conservación para tierras montañosas, agrupándolas en seis grupos: mejoramiento del suelo, manejo de coberturas vegetales, reducción de la velocidad del escurrimiento en laderas, captación o conducción de escurrimiento en laderas, modificación de la pendiente del terreno y prácticas complementarias (Cuadro 2). Éstas a su vez las agrupa en tres categorías principales: I-prácticas dirigidas a mejorar la productividad y resistencia del suelo, II-prácticas dirigidas a reducir el efecto de la escorrentía y III-prácticas complementarias.

---

Cuadro 2. Prácticas en Conservación de Suelos y Agua (Rodríguez 2010 y 2018)

Según su naturaleza	Según su intensidad / frecuencia / necesidad	Según estrategia principal ó forma de distribución en el terreno	Según su función
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Culturales</li> <li>•Agronómicas /biológicas</li> <li>•Mecánicas</li> <li>•Casos especiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prácticas comunes</li> <li>•Prácticas de soporte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Aplicadas uniformemente (coberturas)</li> <li>•Aplicadas en forma intermitente (barreras)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Mejoramiento del Suelo</li> <li>•Manejo de coberturas vegetales</li> <li>-----</li> <li>•Reducción de la velocidad del escurrimiento</li> <li>•Captación y/o conducción del escurrimiento</li> <li>•Modificación de la pendiente del terreno</li> <li>-----</li> <li>•Prácticas complementarias</li> </ul>

Cuadro 3. Ejemplos de prácticas de conservación agrupadas según su naturaleza (Rodríguez 2010 y 2018)

Culturales	Agronómicas / biológicas	Mecánicas / Ingenieriles
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Fertilización y enmiendas químicas y orgánicas</li> <li>•El riego conservacionista</li> <li>•Agricultura de precisión</li> <li>•Los sistemas de siembra conservacionista</li> <li>•Los acondicionadores de suelo                             <ul style="list-style-type: none"> <li>•La labranza conservacionista</li> </ul> </li> <li>•Despedramiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Las coberturas sobre el suelo</li> <li>•Los abonos verdes</li> <li>•Los sistemas de cultivo conservacionistas                             <ul style="list-style-type: none"> <li>–Asociados</li> <li>–Agroforestería</li> <li>–Rotaciones</li> </ul> </li> <li>•Los cultivos en franjas</li> <li>•Los rollos de vegetación</li> <li>•Las barreras vivas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Canales de desviación y acequias de ladera                             <ul style="list-style-type: none"> <li>•Bermas</li> </ul> </li> <li>•Zanjas de absorción</li> <li>•Terrazas</li> <li>•Sistemas de torobas y trincheras</li> <li>•Diques o presas de retardación y sedimentación</li> </ul>
<p><b>Casos especiales en conservación :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de cárcavas</li> <li>• Estabilización de taludes</li> <li>• Control de erosión y sedimentación en áreas de construcción, minería, otros.</li> <li>• Control de erosión de banco de río</li> <li>• Restauración de la vegetación en áreas intervenidas</li> </ul>		

## VI-Planificación Conservacionista del Uso de la Tierra

Cuando se desea cambiar una situación actual indeseable, o se prevé una situación futura de carácter negativo, la planificación puede ser una estrategia, de manera de lograr los cambios necesarios para ajustar o prevenir una condición no satisfactoria, y transformarla en otra más positiva y gratificante.

Aunque no existe una definición precisa sobre el término planificación, ésta no es más que un medio para tomar decisiones acerca de acciones futuras.

La planificación del uso de la tierra intenta mitigar los conflictos de uso de la tierra mediante la búsqueda de los mejores usos entre recursos escasos, tales como disponibilidad limitada de tierras, de capital, de trabajo y de experticia administrativa, a través del diagnóstico de los problemas de uso de la tierra, generando opciones viables y monitoreando la implementación de alternativas probadas (Dent, 1988).



La planificación conservacionista del uso de la tierra incluye en forma particular los objetivos de la conservación además de los objetivos económicos y sociales, como son el mantenimiento de la capacidad productiva del recurso suelo y de sus otras funciones, de manera especial sus diferentes roles en el ecosistema, de la calidad de las aguas y demás recursos asociados; de manera de conducir al máximo bienestar social y de una mejor calidad de vida para los usuarios, es decir, de un desarrollo sustentable, siendo este el fin último de la planificación del uso de la tierra, la cual debe considerarse un instrumento y no un fin en sí misma.

En el libro se presentan dos esquemas de planificación cuyos niveles de aplicación son distintos: el primero de ellos abocado a la asignación de usos principales de la tierra y de carácter estratégico con alcance subregional y regional, trabajando a escalas 1:25000 o menores, y que incorpora la resolución de conflictos de tipo: a) *funcional*, es decir, aquellos que se presentan cuando varios usos de la tierra que realizan diferentes funciones, son demandados en una misma porción de terreno con aptitudes altas para una variedad de usos, b) de *intensidad* cuando el uso de la tierra la sobreexplota sin tomar en cuenta sus limitaciones o la subutiliza sin considerar sus potencialidades, c) *generacional* cuando alguno de los conflictos mencionados compromete las necesidades de las generaciones futuras; y el segundo esquema, también llamado guía técnica, de carácter más bien táctico con alcance local, que se aplica a un nivel de mayor detalle (lote de cultivo, finca o sistema de producción) a escalas 1:10000 o mayores y donde se describen las tecnologías y sus especificaciones para la conservación de los suelos, las aguas y los recursos asociados. En este último se pueden resolver conflictos de intensidad mediante las tecnologías y métodos propios de la conservación de suelos y aguas, pero no es el ámbito más apropiado debido a la escala de trabajo, para resolver conflictos de tipo funcional.

### *Esquema de planificación estratégico*

En la figura 6 se presenta el esquema de planificación con enfoque hacia la resolución de conflictos a través de la formulación de políticas de uso de la tierra y la toma de decisiones tomando en cuenta la opinión de los actores involucrados (Rodríguez, 1998; Rodríguez y Zinck, 1998 y 2016).

El primer compartimiento se corresponde con el *inventario*. El inventario de tierras captura varias fuentes de datos correspondientes a uso y cobertura de la tierra, unidades geopedológicas y el contexto institucional. El tiempo y el espacio son las principales causas de variabilidad en cada conjunto de datos. Aunque muy variables en el espacio, las unidades geopedológicas representan los datos más estables a través del tiempo, por lo que otros rasgos culturales y naturales son georeferenciados asignándolos a éstas. Estas unidades son utilizadas como las principales unidades espaciales para la evaluación y asignación de usos de las tierras. Como la mayoría de los datos son de carácter geográfico y georeferenciados, un sistema de información geográfica es una herramienta fundamental para almacenar y manipular datos espaciales y otros atributos. Los sistemas taxonómicos ofrecen excelentes esquemas para organizar y estructurar los datos. Un ejemplo de estos es el sistema de clasificación de paisajes de Zinck (1988). A estas unidades de paisaje se asocia la información de clima, suelos, topografía, hidrología, geología y geomorfología ya que se consideran las unidades de paisaje las más estables en el tiempo.

Parte de la información biofísica pero de carácter más variable, no solo en el espacio sino en el tiempo, es el uso y cobertura de la tierra. Di Gregorio y Jansen, (1998), citados en FAO-UNEP (2000) conceptualizan *el uso de la tierra* el cual se caracteriza por los arreglos, las actividades y los insumos de la población para producir, cambiar o mantener un cierto tipo de cobertura de la tierra. El uso de la tierra definido de esta manera establece un vínculo directo entre la cobertura de la tierra y las acciones de la población en su ambiente. *La cobertura de la tierra* es la que se observa (bio) físicamente sobre la superficie terrestre.

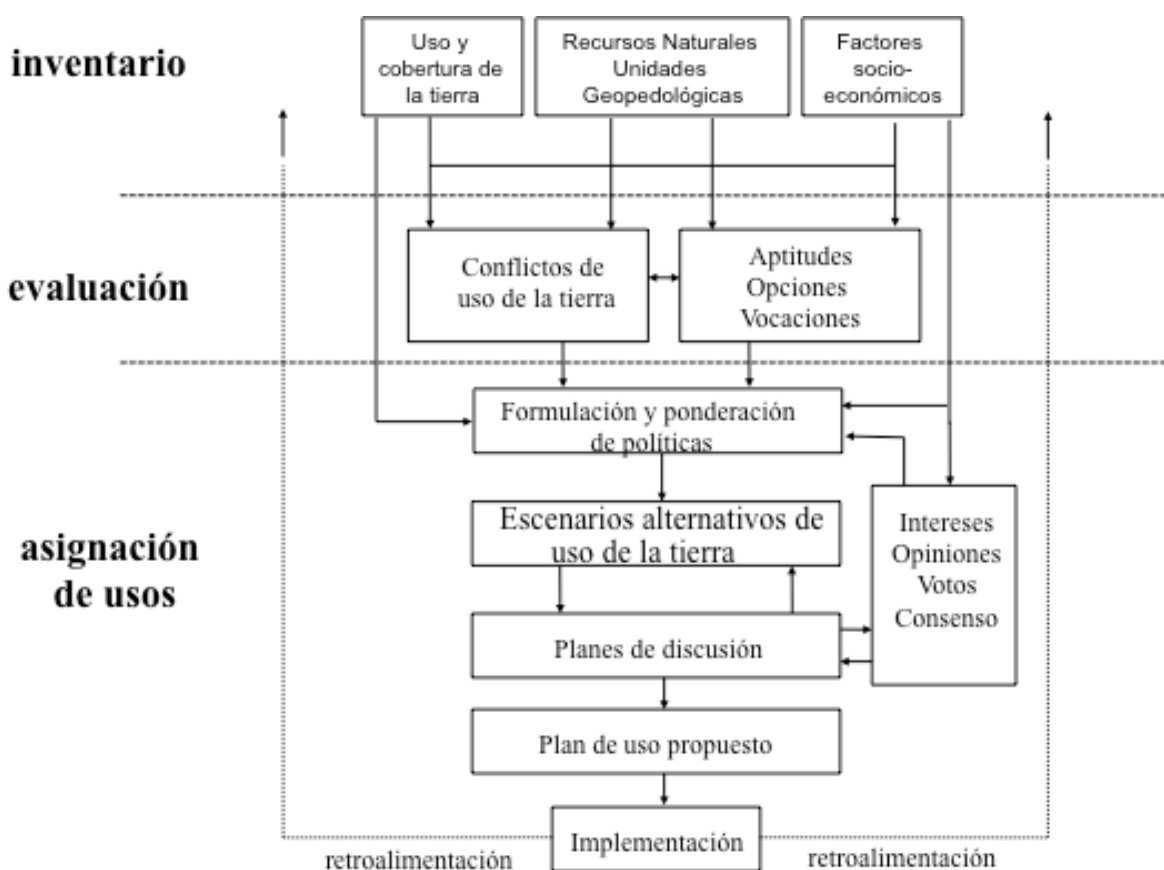


Figura 6. Modelo conceptual simplificado para la planificación del uso de la Tierra. (Rodríguez y Zinck, 1998 y 2016).

Los factores socio económicos son capturados mediante elementos del marco institucional como las políticas de uso de la tierra establecidas, el estatus legal y administrativo de las tierras donde se incluyen variables como la tenencia, el tamaño, restricciones ambientales, el nivel de tecnología, variables sociales y culturales asociadas con el uso de la tierra, las condiciones económicas y financieras como precios, mercados, acceso a créditos, impuestos e incentivos. Es importante considerar acá los actores involucrados de manera indirecta como las agencias e instituciones gubernamentales y no gubernamentales, las universidades y centros de investigación y desarrollo tecnológico y a los beneficiarios a distancia de los productos y servicios asociados con las unidades de tierra objetos de la planificación, ya que estos también deben participar al igual que los usuarios directos en las rondas de negociación y resolución de conflictos a llevarse a cabo durante el proceso de planificación.

El segundo compartimiento del esquema se refiere a la *evaluación de tierras y de los conflictos de uso de la tierra*. El fundamento general de la conservación de suelos es usar cada unidad de tierra según sus potencialidades y manejarla según sus limitaciones. Generalmente los usos más exigentes en requerimientos y que potencialmente ofrecen mayores riesgos ambientales ocupan las tierras de mejor calidad y menores riesgos de degradación. Por el contrario, los usos menos exigentes o que ofrecen menores riesgos son los que se ubican en tierras de menor calidad o marginales. Para determinar esa potencialidad y esas limitaciones de las unidades se requiere un procedimiento para evaluarlas de manera sistemática.

Actividades de distinta naturaleza como el urbanismo, la agricultura, la recreación y la conservación de la naturaleza en competencia por escasos recursos de tierras aptas para su localización, generan conflictos de uso de la tierra (CUTs) cuyas principales consecuencias son la pérdida de hábitats naturales, tierras agrícolas y espacios abiertos, así como un incremento en los costos energéticos y de servicios y una mayor vulnerabilidad a eventos catastróficos en áreas urbanas. Estos efectos negativos deben ser contrarrestados aplicando regulaciones efectivas de uso y mediante apropiadas políticas de desarrollo.

La imposibilidad de asignar dos o más usos simultáneos a una unidad de tierra se traduce en la emergencia de un conflicto de asignación de uso de la tierra. Durante el proceso de análisis de los conflictos de uso de la tierra debemos distinguir la naturaleza de los mismos, los posibles indicadores que los reflejen y contar preferiblemente con el apoyo de herramientas computarizadas que faciliten el análisis espacial y temporal de los mismos. En el libro se sugieren algunos procedimientos para su estudio.

El tercer compartimiento del esquema de planificación se refiere a la *asignación de usos de la tierra*. La técnica de ensamblaje de escenarios puede ser de gran soporte en esta etapa. En primer lugar, se definen unas políticas o principios de uso de la tierra para el área a ser planificada. Estas políticas son las guías o reglas básicas para determinar la asignación de un uso de la tierra particular, en una unidad de planificación particular. Al obtener una calificación del grado de satisfacción agregado de las políticas de uso de la

---

tierra para cada uso específico en cada unidad de tierra, se comparan los valores para seleccionar el uso preferido entre un conjunto de usos de la tierra considerados. Éstas deben formularse teniendo en cuenta las limitantes y potencialidades naturales, y los conflictos actuales y potenciales de uso de la tierra.

### *Esquema de planificación táctica*

En la figura 7 se presenta el esquema de planificación de tipo táctico o guía técnica para establecer el uso, incluyendo las especificaciones de las prácticas de manejo y conservación que deben acompañar al cultivo u otros usos de manera de solventar conflictos de intensidad que conlleven a una degradación de los recursos tierra, agua y recursos asociados (Biodiversidad, valores escénicos, valores recreativos, valores científicos, etc.) ó a un uso ineficiente de los mismos.

Se puede plantear la necesidad de cambios de uso de la tierra, pero estos comúnmente se van a enmarcar dentro de las directivas de un plan de asignación de usos de la tierra de mayor jerarquía de tipo estratégico. Es decir, los cambios que se planteen buscarán primordialmente la producción sostenida en el tiempo de las unidades de tierra, estableciendo un balance de coberturas entre el uso actual y el uso futuro propuesto, que proteja al suelo de la erosión y otros procesos de degradación y haga más eficiente y productivas a dichas unidades.

Una unidad de tierra que actualmente este ocupada con cultivos anuales y presente problemas de erosión hídrica severa, puede requerir cambios hacia cultivos permanentes como frutales o pastos. Sin embargo, la función primordial de producción agrícola se mantiene y los cambios de uso no comprometen las opciones a futuro, por lo que no se plantea la resolución de conflictos funcionales como un objetivo preferencial dentro del esquema de planificación táctica.

En general, el esquema es similar al esquema de planificación estratégica y se sirve en muchos casos de las mismas herramientas, solo que la escala de trabajo es más detallada, y como ya se dijo, se orienta en mayor medida a la resolución de conflictos de intensidad.

Se entiende por guía técnica un procedimiento sistemático para establecer el uso y manejo de la tierra. Es la base para una agricultura conservacionista, ya que, dispone o arregla coordinada y detalladamente la información técnica sobre la conservación del suelo y el uso de la tierra, aplicable a cada área en particular.

Tanto para el esquema de planificación estratégica como para el de planificación táctica se establecen procedimientos y ejemplos desarrollados en el libro.

---

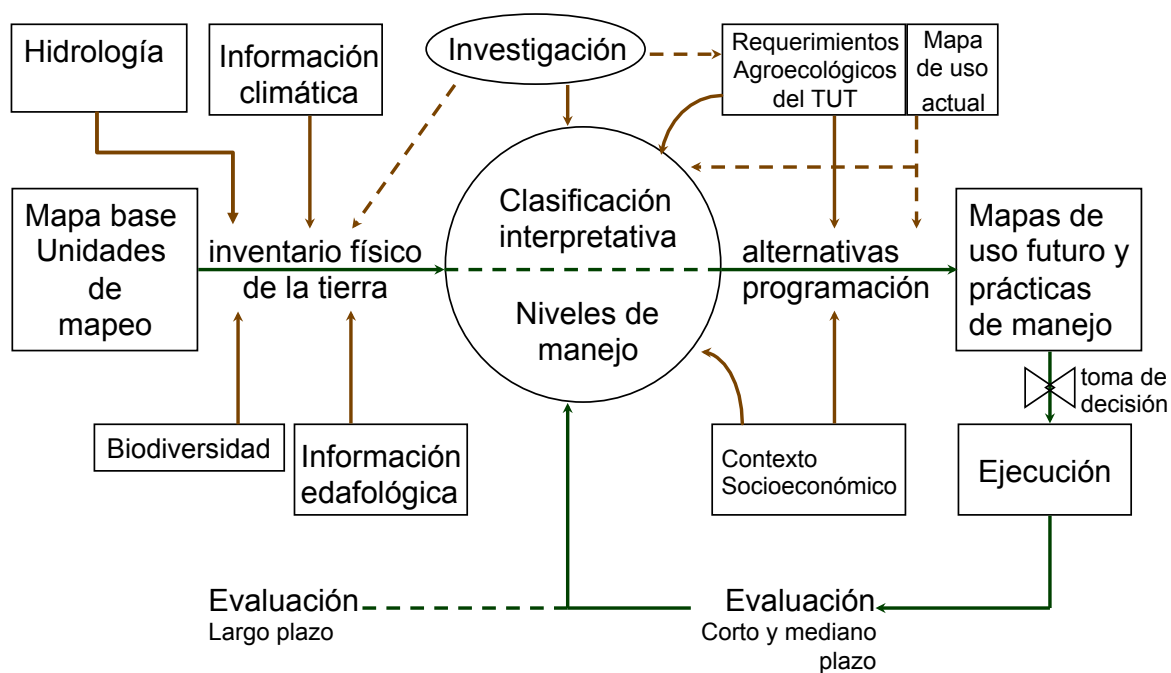


Figura 7 Guía técnica para la Conservación de Suelos, Aguas y Recursos Asociados (Rodríguez 2010 y 2018).

## VII-Desarrollo Sostenible y Política Ambiental

El desarrollo sostenible puede tener diferentes acepciones, debido al amplio número de factores y procesos que lo afectan. Desde la publicación del informe Brundtland en 1987 (Nuestro futuro compartido-Informe de la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo) citado por Douglas (1994), la frase desarrollo sostenible se ha incorporado en el vocabulario no solo de las ciencias naturales sino también de las ciencias sociales. Aun cuando los técnicos en conservación de suelos y los planificadores del uso de la tierra no usasen el término hasta ahora, en la práctica han tenido como objetivo la sostenibilidad biofísica en sus actividades y programas de desarrollo. En el mencionado informe se define desarrollo sustentable como aquel desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Se reconocen principios particulares como:

- La sostenibilidad ecológica: el desarrollo es realizado de tal manera que es compatible con el mantenimiento o de las mejoras de procesos ecológicos esenciales, de la diversidad biológica y de la base de recursos naturales.
- La sostenibilidad social y cultural: el desarrollo es realizado de tal manera que se incrementa el control de la gente sobre sus vidas, es compatible con la cultura y los

valores de las personas afectadas por este, y mantiene o fortalece la identidad de las comunidades.

- La sostenibilidad económica: el desarrollo es realizado de tal manera que es económicamente eficiente (los beneficios están acordes con los costos) y se asegura que los recursos son utilizados de tal manera que mantendrán su potencial para soportar las futuras generaciones.

El informe indica, citado por Gabaldón (2006), que el desarrollo sustentable no es un estado de armonía permanente, sino un proceso de cambio a través del cual la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación del proceso tecnológico y la modificación de las instituciones concuerdan con las necesidades tanto presentes como futuras. Las políticas ambientales en general se enmarcan dentro de criterios de sostenibilidad.

Cuando se trata de incorporar una tecnología de conservación de suelos y aguas es esencial considerar todas las dimensiones de la sostenibilidad. No basta con las recomendaciones técnicas de carácter biofísico que puedan contrarrestar procesos de degradación de la tierra. Es necesario incorporar la dimensión económica, la dimensión ambiental más allá de la unidad de producción o lote de terreno y la dimensión social.

Es por ello que la conservación de suelos y aguas es considerada una premisa del desarrollo sustentable, ya que el uso sustentable de las tierras debe cumplir con los requisitos ecológicos y biofísicos para una producción sostenida en el tiempo, y las medidas y estrategias que se apliquen, conjuntamente con las tecnologías conservacionistas, deben acoplarse en el contexto social y económico dónde se empleen.

La figura 8 ilustra el papel de la conservación de suelos y aguas en el manejo sustentable de la tierra. Esta a su vez es parte del desarrollo sustentable. WOCAT eleva el papel de la conservación de suelos y agua a una dimensión global por lo que se restringe a una escala de trabajo general.

La metodología de WOCAT se basa en la aplicación de unos cuestionarios estandarizados para describir sistemáticamente las tecnologías y los enfoques en conservación de suelos y aguas y la creación de mapas asociados. Las tecnologías se definen como medidas agronómicas, vegetativas, estructurales y de gestión usadas para prevenir y controlar la degradación de tierras y promover la productividad en el campo. Los enfoques constituyen las vías o medios de apoyo para ayudar a introducir, implementar, adaptar y aplicar una tecnología de conservación de suelos y agua sobre el terreno. Ésta última definición encaja mejor dentro del marco de un programa o proyecto de conservación dónde se alienta el uso de determinadas tecnologías (WOCAT, 2007a y b).

La función de la Conservación de Suelos y Aguas como una premisa del desarrollo sustentable, eje y fundamento de los contenidos de la publicación del libro que se presenta, queda claramente representada en la figura 9, siendo las técnicas y enfoques de esta disciplina, las herramientas e instrumentos básicos mediante las cuales podemos

---

aproximarnos cada vez más y contribuir de manera concreta, a esa meta común de la humanidad: el desarrollo sustentable. El manejo sostenible de la tierra, como ya hemos discutido, debe también abordarse desde otros ángulos como el político y el institucional, y deben considerarse diversos componentes como la conservación de la biodiversidad, los cambios climáticos, las fuentes energéticas, la contaminación, y otros, que estando relacionados, se abordan en forma complementaria a la CSA.

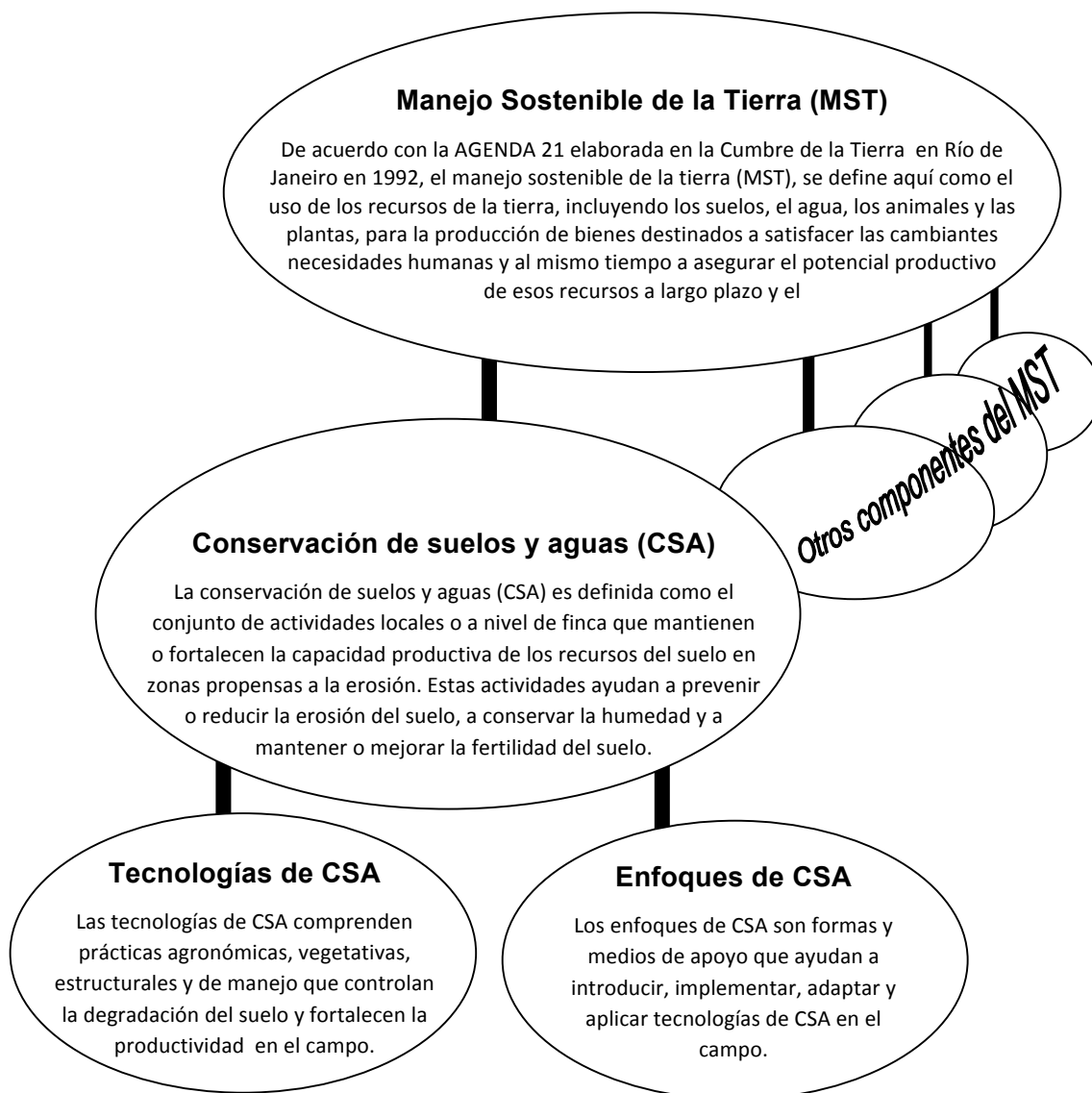


Figura 8. WOCAT- Panorámica Mundial de los Enfoques y Tecnologías para la Conservación de Suelos y Agua y el Manejo Sostenible de la Tierra (MST) WOCAT(2007b)

## Nota final

Dado que el tema es muy amplio, en el libro “CSA-Una premisa del desarrollo sustentable” que se presenta, se trabajó de manera limitada, se dejaron por fuera o solo se tocaron de manera colateral algunos temas que forman parte de la Conservación de Suelos y Agua o representan herramientas indispensables para su actuación. Podemos referirnos a algunos como el manejo, ordenación y gestión de las cuencas hidrográficas, que viene a conformar un caso particular de planificación conservacionista del uso de la tierra. El estudio de los modelos de simulación agroambiental que solo se describen de una manera resumida para destacar su utilidad en la evaluación, el diagnóstico, y el análisis de alternativas sobre diferentes escenarios propuestos. La importancia de las prácticas de conservación, no solo para el control de la erosión y del deterioro de los suelos, además de la conservación del agua en cantidad, sino también con respecto a su calidad, aspecto que se menciona y discute, pero que no se enfatiza o profundiza en todas sus ramificaciones, así como la remediación de suelos y aguas contaminados. Otro tema de gran interés se relaciona con las áreas naturales protegidas, su manejo y conservación, aspecto que tampoco se considera de manera específica dentro de la temática desarrollada en el libro.

También es importante considerar las potencialidades y aplicaciones de los sistemas de información geográfica-SIG, la teledetección, la sensorización, los sistemas de posicionamiento global-GPS, la telemetría y otras herramientas informáticas y de comunicación como el big data, la inteligencia artificial, la internet de las cosas IoT, el blockchain, la robótica, la transformación digital y la automatización en general, que forman parte de cualquier actividad desarrollada por el hombre moderno, pero que en particular, posibilitan como nunca antes, el inventario, evaluación, análisis de datos, toma de decisiones y seguimiento en tiempo real, en otras palabras, la gestión de actividades sobre los recursos naturales y el ambiente de una manera más eficiente y precisa, más colaborativa y participativa, y a fin de cuentas, más sostenible. Estaremos adentrándonos entonces en el mundo de la “Smart-CSA”.

---



## Referencias

BERGSMA, E., P. CHARMAN, F.GIBBONS, H.HURNI, W.C. MOLDENHAUER y S. PANICHAPONG. 1996. Terminology for soil erosion and conservation. ISSS-International Society of Soil Science, ITC-International Institute for Aerospace Survey and Earth Science, and ISRIC-International Soil Reference and Information Center, 313 p.

DELGADO, F.1997. Sistema para la evaluación y clasificación de tierras agrícolas y prioridades de conservación de suelos en áreas montañosas tropicales. Un enfoque metodológico. Serie Suelos y Clima No. SC-73. CIDIAT. Mérida, Venezuela.

DENT, D. 1988. Guidelines for land use planning in developing countries. Soil Survey and Land Evaluation, 8(1988): 67-76.

DOUGLAS, C. 1994. Sustainable Use of Agricultural Soils. A review of the prerequisites for success or failure. Development and Environment Reports No. 11. Grupo para el desarrollo y el Ambiente. Instituto de Geografía, Universidad de Berna, Berna, 161p.

ENKERLÍN, E., G. CANO, R. GARZA y E. VOGEL. 1997. Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible. International Thomson Editores. México, 690 p.

FAO. 1992. Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma. 89p.

FAO. 2001. Guidelines for the Qualitative Assessment of Land Resources and Degradation. ISRIC- FAO. Roma, 31p.

FAO-UNEP. 2000. El Futuro de Nuestra Tierra. Enfrentando el desafío. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en colaboración con el del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Roma, 80 p.

GABALDON, A. J. 2006. Desarrollo Sustentable La Salida de América Latina. Editorial Melvin. Grijalbo, Caracas. 489 p.

HART R. y M SANDS. 1990. Sustainable Land Use Systems Research and Development. USDA/ICAR/RRC Workshop on "Needs and opportunities for cooperative research in the development of sustainable land use systems". New Delhi, India. 13p

PIERCE, F. J., W. E. LARSON, R. H. DOWDY y W. A. P. GRAM. 1983. Productivity of soils: Assessing long-term changes due to erosion. J. Soil and Water Conservation. 38(1):39-44

RODRÍGUEZ, O. S. 1998. Conflictos de uso de la tierra y estrategias de planificación en zonas periurbanas. Caso: Zona Periurbana al Oeste de Caracas. Trabajo de ascenso para optar a la categoría de Profesor Asociado. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Maracay

RODRIGUEZ O.S. 2010. Conservación de Suelos y Agua. Una premisa del desarrollo sustentable. Universidad Central de Venezuela, Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Colección Estudios-Agronomía, Caracas. 469 p.

RODRIGUEZ O.S. 2018. Conservación de Suelos y Agua. Una premisa del desarrollo sustentable. Universidad Central de Venezuela, Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Colección Estudios-Agronomía, Fondo Editorial Digital CDCH-UCV Caracas. 460p. 2da Edición (Digital). Disponible en Internet. URL: <http://saber.ucv.ve/omp/index.php/editorialucv/catalog/book/11>

RODRÍGUEZ, O. S. y J. A. ZINCK. 1998. El ensamblaje de escenarios para la toma de decisiones ambientales sobre el uso de la tierra. (Scenario building for environmental decision-making support on land use planning) páginas 337-342. En: R.J.Carrillo (Compilador). Memorias del IV Congreso Interamericano sobre el Medio Ambiente, realizado en Caracas, Venezuela, entre el 8 y 11 de Diciembre de 1997. Colección Simposia, Volumen I: 344 pág.; Volumen II: 334 pág. Editorial Equinoccio, Ediciones de la Universidad Simón Bolívar, Caracas.

RODRIGUEZ, O.S. y J.A. ZINCK 2016. Contribution of geopedology to land use conflict analysis and land use planning. pp: 521-536, Capítulo 32 del libro: Geopedology: An integration of geomorphology and pedology for soil and landscapes studies. J.A. Zinck, G. Metternicht, G. Bocco y H. F. del Valle (Ed). Springer International Publishing, Switzerland. 556 p.

SHAXSON, T.F. 2001. Indicadores de la calidad de la tierra: ideas generadas por el trabajo en Costa Rica, norte de la India y Ecuador central. En: Indicadores de la calidad de la tierra y su uso para agricultura sostenible y desarrollo rural. Boletín de Tierras y Aguas de la FAO No. 5 p.163-182.

WISCHMEIER, W. H. y D. D. SMITH. 1961. A universal equation for predicting rainfall-erosion losses- An aid to conservation farming in humid regions. U.S. Dep. Agric.-ARS, Special Report 22-66.

WOCAT. 2007a. Where the land is greener. Case studies and analysis of soil and water conservation initiatives worldwide. H. Liniger y W. Critchley editors. WOCAT-World overview of conservation approaches and technologies. Berna, 364p.

WOCAT. 2007b. Panorámica Mundial de los Enfoques y Tecnologías para la Conservación de Suelos y Agua. [Página Web en línea] Disponible: [http://www.wocat.org/default\\_s.asp](http://www.wocat.org/default_s.asp) [Consulta: 2007, Abril 20].

ZINCK, J. A. 1988. Physiography and Soils. ITC. Soil Survey Courses Subject matter:k6 1988/1989, Enschede, The Netherlands, 156 pp.

ZINCK, A. 2005. Suelos, información y sociedad. Gaceta Ecológica no 76, México.

ZINCK, J.A., G. METTERNICHT, G. BOCCO y H. F. DEL VALLE (Ed). 2016. Geopedology: An integration of geomorphology and pedology for soil and landscapes studies. Springer International Publishing, Switzerland. 556 p.