

Lineamientos técnicos para una ley de conservación de suelos para la República de Honduras

Alvaro Andrés Irazoque Soria Galvarro

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2015

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA EN AMBIENTE Y DESARROLLO

Lineamientos técnicos para una ley de conservación de suelos para la República de Honduras

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Ambiente y Desarrollo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Alvaro Andrés Irazoque Soria Galvarro

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2015

Lineamientos técnicos para una ley de conservación de suelos para la República de Honduras

Presentado por:

Alvaro Andrés Irazoque Soria Galvarro

Aprobado:

Gloria E. Arévalo, Dra.
Asesor Principal

Laura Suazo, PhD.
Directora
Departamento de Ambiente y
Desarrollo

Carlos Gauggel, PhD.
Asesor

Raúl Zelaya, PhD.
Decano Académico

Lineamientos técnicos para una ley de conservación de suelos para la República de Honduras

Alvaro Andrés Irazoque Soria Galvarro

Resumen. El perfil territorial de Honduras es el más variado de la región. El 61% de la superficie está constituido por montañas con pendientes mayores al 40%, predominando suelos inestables con marcada erosión. El 60% se encuentra en situación de riesgo de deslizamiento y solo 15% son tierras cultivables. En Honduras no existe una ley que regule la utilización y conservación del suelo de manera específica. El objetivo fue generar lineamientos técnicos para una ley de conservación de suelos para la República de Honduras. Se definió la vulnerabilidad de suelos a degradación por erosión con base en los quince tipos principales de suelos del país clasificándolos en suelos con riesgo alto, medio y con bajo riesgo a erosión. Se generaron lineamientos técnicos para regular el uso de los suelos a través de una investigación exploratoria de carácter cualitativo y de reglamentos de leyes de países latinoamericanos. Se establecieron técnicas alternativas de producción con base en las limitaciones agroecológicas. De los quince tipos de suelo, se estimó que cuatro llegan a perder más de 33 toneladas anuales por hectárea, triplicando las pérdidas tolerables aceptadas. Los principales lineamientos técnicos generados van dirigidos a la producción de cultivos en pendientes y al uso de maquinaria, equipo e implementos aptos y no aptos en Honduras. Las técnicas alternativas de producción propuestas se encargan de proteger la superficie del suelo, reducir el largo y la inclinación de la pendiente e incorporar materia orgánica; generando menores tasas de pérdida de suelo.

Palabras clave: Erosión, pendiente, prácticas de conservación, vulnerabilidad.

Abstract: The relief of Honduras is the most diverse in the region. A 61% of the surface consists of mountains with slopes greater than 40% with predominantly unstable soils with significant erosion. 60% are at risk of land-slides and only 15% are suitable lands for agriculture. In Honduras there is no law governing the use and conservation of soil specifically. The aim was to generate technical guidelines for soil conservation law for the Republic of Honduras. It was defined as the vulnerability of soil to degradation by erosion processes based on fifteen types of soils existing in the country classifying as highly, intermediate and without degradation. The technical guidelines to regulate land use through an exploratory qualitative research laws and regulations of Latin American countries were generated. Alternative production techniques were established based on agro-ecological constraints. Out of the fifteen types of soil, four can lose 33 tonnes per hectare per year, tripling the tolerable accepted losses. The main technical guidelines generated are directed to the production of crops on slopes and use of machinery, equipment and tools suitable or not suitable in Honduras. The proposed alternative production techniques are aimed to protect the soil surface, reduce the length and steepness of slope and incorporate organic matter; generating lower rates of soil loss.

Key words: Erosion, conservation practices, slope, vulnerability.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
4. CONCLUSIONES.....	25
5. RECOMENDACIONES.....	26
6. LITERATURA CITADA.....	27
7. ANEXOS	30

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Suelos de Honduras según la Nomenclatura FAO WRB 2006-2010 distribuida por departamentos.	5
2. Características topográficas de Honduras.	6
3. Características de cada tipo de suelo presente en Honduras.	7
4. Clasificación de riesgo a degradación por pendiente/relieve de los tipos de suelo de Honduras.....	13
5. Clasificación de riesgo a degradación por profundidad de los tipos de suelo de Honduras.	14
6. Clasificación de riesgo a degradación por contenido de materia orgánica de los tipos de suelo de Honduras.	15
7. Clasificación de riesgo a degradación por pH y fertilidad de los tipos de suelo de Honduras.	16
8. Índices de riesgo a erosión de los tipos de suelos de Honduras.	17
9. Pérdidas de suelo en toneladas por tipo de suelo de Honduras.	19
Anexos	Página
10. Cuadro de todas las características evaluadas por riesgo a degradación.	30

1. INTRODUCCIÓN

El suelo es la capa compuesta de materiales orgánicos y minerales que cubren la superficie terrestre, siendo un medio de crecimiento para las plantas superiores y generando un gran ecosistema para microorganismos del mismo, con diversas propiedades, como textura, estructura, pH, las cuales influyen en la producción de plantas (Raudes y Sagastume 2011). El suelo es considerado también como un cuerpo natural involucrado en interacciones dinámicas con la atmósfera y con los estratos que están debajo de él, que influye en el clima y en el ciclo hidrológico del planeta, y que sirve como medio de crecimiento para diversos organismos (Hillel 1988).

El suelo, independientemente de su origen tiene una función básica: soportar la vegetación y en él se deben dar las condiciones necesarias para el desarrollo de las plantas, fauna y microorganismos (Navarro y Navarro 2003). Además, el suelo es el principal recurso que se tiene junto con el agua y es afectado por las actividades humanas, como la industrial, la comunitaria y la agrícola, que a menudo resulta en la degradación, pérdida y reducción de su capacidad de producción (FAO 2009).

Uno de los principales problemas a los que se enfrenta la humanidad, son los altos niveles de erosión y pérdida de suelo que son provocados al acelerar los procesos de degradación de la cobertura vegetal, mala mecanización del suelo y desertificación. Esto provoca deterioro en los niveles de productividad de las áreas agrícolas por la pérdida de fertilidad (Gisladdottir y Stocking 2005).

Los suelos están siendo fuertemente degradados. La agricultura moderna hace uso de prácticas como control químico, monocultivo, fertilización sintética, manipulación genética y labranza convencional. El uso irracional de labranza convencional ha degradado los suelos, los cuales sufren erosión, pérdida de materia orgánica, disminución de la población viva edáfica así como pérdida de la estructura (Schalamuk *et al.* 2003).

Hoy en día en América Latina, las pérdidas de suelo por factores hídricos son los de mayor significancia para la erosión y conservación del suelo. La falta de cobertura natural o artificial sobre el suelo, provoca que las gotas de lluvia destruyan los agregados del suelo al caer en forma de precipitación descargando su energía sobre el suelo. Una cobertura vegetal permanente sobre el mismo, beneficia la infiltración de agua al suelo, aumenta la capacidad de almacenar agua y da condiciones propicias para el desarrollo de macro y micro organismos que favorecen las características edáficas (Sánchez 1981).

Honduras presenta grandes extensiones de suelos poco profundos, la roca madre constituye tal vez el factor dominante en la determinación de las características del suelo (FAO 1969). El perfil territorial y agroecológico de Honduras es el más variado de la región centroamericana. El 61% de la superficie del país está constituido por montañas escarpadas,

con pendientes de más del 40%. Además, aproximadamente el 72% del territorio nacional posee pendientes mayores al 15% y del total que representa ese porcentaje, casi un 60% son pendientes mayores al 30% (SERNA 2001).

La vocación primordialmente forestal de la tierra en Honduras, se contrapone al patrón de vocación agrícola de la población que en la actualidad determina que en los suelos de vocación forestal se encuentran establecidos alrededor del 70% de cultivos anuales, más del 60% de los cultivos perennes, y entre 40% y 45% de la ganadería extensiva existente (SERNA 2000).

Tras largos años de uso incontrolado, predominan los suelos inestables con una marcada erosión; más del 60% se encuentra en situación de riesgo de deslizamiento y tan solo algo más del 15% de la superficie del país son tierras cultivables (FAO 2010). Es así que en Honduras la principal problemática del recurso suelo se refiere a la degradación y pérdida de suelos, como resultado de la intensa deforestación, cultivos y pastoreo en tierras de fuerte pendiente, o en tierras húmedas no aptas para esta actividad (SERNA 2001). Aun así, más allá de éstas razones, las raíces de la erosión y la degradación de las tierras son el resultado de la acción de fuerzas económicas y patrones no sustentables de desarrollo agrícola, aplicados en el pasado y aún en el presente (SERNA 2000).

Honduras carece además de los ricos suelos volcánicos de las regiones vecinas. Por ello muchas familias rurales de Honduras conducen una existencia marginal en las laderas degradadas del interior montañoso del país (FAO 2010).

Según la Real Academia Española (RAE 2015), una Ley se define como una regla y norma constante e invariable de las cosas, nacida primera o de las cualidades y condiciones de las mismas y según el Artículo N° 1 del Código Civil Hondureño: “La ley es una declaración de la voluntad soberana, que manifestada en la forma prescrita por la Constitución, manda, prohíbe o permite” (Castellanos 1999). Toda ley es dictada con el único objetivo de normar la vida social de la nación que la trata, regulación que debe ser eficaz al momento de su aplicación garantizando que sean cumplidas las motivaciones y razones principales que le dieron origen (Santana y Jáquez 2004).

Actualmente en Honduras no existe una ley que regule la utilización y conservación del suelo de manera específica.

La conservación de los suelos aptos y no aptos para la agricultura significa reducir la tasa de pérdida de suelo, aumentar fertilidad, mejorar la producción de los cultivos, evitar la pérdida de agua y mantener la productividad sostenible de los sistemas productivos en el tiempo (Singh y Khera 2009).

Con el presente estudio se revisarán las leyes existentes en torno a la pérdida y degradación de los suelos en Honduras y se elaborarán criterios técnicos sobre la regulación de este tema. Por tanto, éste estudio servirá como una referencia base para la futura elaboración de una ley de conservación de suelos para la República de Honduras.

El objetivo general del estudio fue generar los lineamientos técnicos necesarios para una ley de conservación de suelos para la República de Honduras, con el fin de otorgar una herramienta legislativa que regule el uso del suelo.

Como objetivos específicos se tuvieron:

- Definir la vulnerabilidad de los suelos de Honduras a degradación por erosión.
- Generar lineamientos técnicos para regular el uso de los suelos que se encuentran bajo la amenaza de convertirse en suelos altamente degradados.
- Proponer técnicas alternativas de producción para promover la protección de los suelos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El proyecto se llevó a cabo en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Ubicado a 30 Km de Tegucigalpa en la Unidad de Suelos de Zamorano.

Materiales. Fuentes de información del estado de suelos de Honduras en artículos publicados por instituciones científico-técnicas involucradas en el caso, tales como la FAO, instituciones gubernamentales, descripciones de suelos realizadas por especialistas en el área de suelos, revistas científicas y tesis hechas en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano u otras instituciones, fuentes legales referentes a las leyes de Honduras, Software Microsoft Office Excel®, Microsoft Office Word®.

Leyes existentes en Honduras. Se realizó una revisión bibliográfica de las leyes vigentes existentes en la República de Honduras que regulen el manejo y uso de los suelos de acuerdo a su vocación de instituciones nacionales encargadas de regular y controlar los recursos naturales del país (SERNA 2000). (SERNA 1993). Además, se consultaron las leyes de conservación de suelos de otros países latinoamericanos ya que tienen escenarios semejantes al de Honduras como son: República Oriental del Uruguay (Hill y Clérici 2013), República de Costa Rica (CADETI 2000) y República de la Argentina (SAyDS 2014).

Además fueron necesarios los siguientes pasos para el estudio:

Definición de la vulnerabilidad de los suelos a degradación por erosión. Basada en la clasificación de suelos de Honduras (Brito Mijares y Sarmiento Hernández 2012) utilizando la nomenclatura FAO (Cuadro 1), las características topográficas del país (Cuadro 2) (SERNA 2001) y basado en los índices de calidad de suelo establecidos por Bautista Cruz *et al* (2004) se valoraron las características más relevantes de cada tipo de suelo: Pendiente/relieve, profundidad efectiva, contenido de materia orgánica y pH/fertilidad que fueron obtenidas de la clasificación de la FAO (2007) (Cuadro 3) para determinar su vulnerabilidad a ser degradados o desertificados, por lo cual la vulnerabilidad a la degradación se clasificó en tres tipos, dando un valor del 3 al 1 del más a menos vulnerable, respectivamente:

- Suelos con riesgo alto a degradación por erosión (3).
- Suelos con riesgo medio a degradación por erosión (2).
- Suelos con riesgo bajo o sin riesgo a degradación por erosión (1).

Cuadro 1. Suelos de Honduras según la Nomenclatura FAO WRB 2006-2010 distribuida por departamentos.

Nomenclatura FAO WRB 2006-2010 suelos de Honduras	Extensión de la clase de suelo en Honduras en km ²	Localización del suelo en las zonas de Honduras	Distribución por departamentos
Haplic Andosol	2,409	Centro y suroeste	Intibucá, Santa Bárbara y Comayagua.
Umbric Cambisol	4,015	Noroeste y norte	Yoro, Santa Bárbara y Cortés.
Dystric Cambisol	17,667	Noroeste, centro y noreste	Yoro, Atlántida, Colón, Olancho, Francisco Morazán, El Paraíso y Gracias a Dios.
Eutric Cambisol	2,409	Sur	Valle y Choluteca.
Gleyic Cambisol	5,621	Noreste	Gracias a Dios.
Dystric Fluvisol	4,818	Noreste	Gracias a Dios y Olancho.
Eutric Fluvisol	9,637	Noreste	Yoro, Colón, Gracias a Dios, Olancho, Cortés y Choluteca.
Eutric Gleysol	803	Noroeste	Cortés.
Umbric Gleysol	803	Centro	Comayagua y Francisco Morazán.
Haplic Kastanozems	11,243	Oeste y centro	Copán, Ocotepeque, Santa Bárbara, Comayagua, Francisco Morazán, Yoro y Olancho.
Calcic Chernozems	5,621	Centro y noroeste	Copán, Cortés, Comayagua, Gracias a Dios y Olancho.
Haplic Nitosol	803	Centro y norte	Cortés y Francisco Morazán.
Umbric Nitosol	26,501	Noroeste y este	Copán, Santa Bárbara, Cortés, Francisco Morazán, Atlántida, Yoro, Colón, Olancho y Comayagua.
Eutric Regosol	19,274	Suroeste, centro y noreste	Ocotepeque, Lempira, Intibucá, La Paz, Francisco Morazán, El Paraíso, Choluteca y Copán.
Eutric Vertisol	803	Sur	Choluteca.
Total	112,427		

Fuente: Brito Mijares y Sarmiento Hernández (2012).

Cuadro 2. Características topográficas de Honduras.

Región según relieve	Rango de pendiente (%)	Superficie (km ²)	%	Localización
Zonas Montañas	> 30	47,220	42	Distribución en todo el país excepto en Gracias a Dios y Valle.
Zonas de Colinas	15-30	33,729	30	Principalmente en Valle, Ocotepeque, Copán, Comayagua, Lempira, Gracias a Dios, Olancho, El Paraíso, Francisco Morazán; En menor escala en el resto del país menos Atlántida.
Zonas Onduladas	7-15	7,308	6.5	Principalmente en Gracias a Dios, Olancho, Francisco Morazán, La Paz, Intibucá, Lempira, Cortés y Colón.
Zonas Planas	0-7	24,172	21.5	Gracias a Dios, Atlántida, Colón, Francisco Morazán, Comayagua, Olancho y Yoro.

Fuente: Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA 2001).

Cuadro 3. Características de cada tipo de suelo presente en Honduras.

Nomenclatura FAO WRB 2006-2010 suelos de Honduras	Porcentaje de extensión por tipo de suelo en Honduras (%)	Características
Haplic Andosol	2.14	Suelos aptos para agricultura, se encuentran en paisajes volcánicos, relieves ondulados o montañosos. Suelos relativamente resistentes a erosión hídrica debido a la estabilidad de sus agregados.
Umbric Cambisol	3.57	Suelos aptos para agricultura, se encuentran en paisajes llanos a montañosos. Suelos cambisoles en montañas es necesarios conservarlos bajo bosque.
Dystric Cambisol	15.72	Suelos aptos para agricultura, se encuentran en paisajes llanos a montañosos. Suelos cambisoles en montañas es necesarios conservarlos bajo bosque. Suelos menos fértiles, usados para labranza convencional y pastoreo.
Eutric Cambisol	2.14	Suelos aptos para agricultura, se encuentran en paisajes llanos a montañosos. Suelos cambisoles en montañas es necesarios conservarlos bajo bosque. Suelos más productivos.
Gleyic Cambisol	4.99	Suelos aptos para agricultura, se encuentran en paisajes llanos a montañosos. Suelos cambisoles en montañas es necesarios conservarlos bajo bosque.
Dystric Fluvisol	4.29	Suelos desarrollados en depósitos aluviales, se encuentran en planicies aluviales, abanicos de ríos y valles. Buena fertilidad natural. Saturación de bases menor al 50%.
Eutric Fluvisol	8.57	Suelos desarrollados en depósitos aluviales, se encuentran en planicies aluviales, abanicos de ríos y valles. Buena fertilidad natural. Saturación de bases mayor al 50%.
Eutric Gleysol	0.72	Suelos saturados, presentes en áreas deprimidas y posiciones bajas de paisaje. Saturación de bases mayor al 50%.
Umbric Gleysol	0.72	Suelos saturados, presentes en áreas deprimidas y posiciones bajas de paisaje.

Fuente: Brito Mijares y Sarmiento Hernández (2012).

Cuadro 3. Continuación. Características de cada tipo de suelo presente en Honduras.

Nomenclatura FAO WRB 2006-2010 suelos de Honduras	Porcentaje de extensión por tipo de suelo en Honduras (%)	Características
Haplic Kastanozems	9.99	Suelos ricos en materia orgánica, se encuentran en paisajes llanos a ondulados, principalmente en zonas secas. Vulnerables a erosión hídrica y eólica.
Calcic Chernozems	4.99	Suelos con capa superficial gruesa, ricos en M.O, se encuentran en planicies llanas a onduladas. Vulnerables a erosión. Suelos con presencia de concentración cálcica.
Haplic Nitosol	0.72	Suelos bien profundos, presentes desde tierras llanas a colinas bajos bosque lluvioso. Suelos resistentes a erosión por su buen drenaje.
Umbric Nitosol	23.57	Suelos bien profundos, presentes desde tierras llanas a colinas bajos bosque lluvioso. Suelos resistentes a erosión por su buen drenaje.
Eutric Regosol	17.14	Suelos arenosos extendidos en tierras erosionadas en zonas áridas y montañosas. Suelos débiles. Requieren de mucho cuidado para significado agrícola. Saturación de bases mayor al 50%.
Eutric Vertisol	0.72	Suelos pesados, presentes en áreas llanas a onduladas. Agrietados en estación seca y de difícil manejo. Suelos poco susceptibles a erosión.

Fuente: Brito Mijares y Sarmiento Hernández (2012).

La vulnerabilidad a erosión se valoró de acuerdo a las condiciones de:

- Relieve: Suelos vulnerables en montañas y relieves ondulados localizados en pendientes.
- Pendiente: Suelos vulnerables en pendientes mayores al 15%.
- Profundidad efectiva: Suelos vulnerables con profundidades medias a bajas y bajas.
- Contenido de materia orgánica: Suelos vulnerables con materia orgánica media a baja y baja.
- pH: Suelos vulnerables con pH medios a altos y altos.
- Fertilidad: Suelos vulnerables con fertilidad media a alta y alta.

A cada característica se le asignó un valor del uno al tres para determinar su riesgo a degradación correspondiente, con la excepción que se combinaron pendiente y relieve para determinar un solo riesgo a degradación por ambas características, al igual que pH y fertilidad.

Una vez determinado el valor del riesgo a erosión por cada característica evaluada, se procedió a realizar una suma ponderada de los valores obtenidos para así tener como resultado el Índice de Calidad de suelo por cada tipo de suelo existente en Honduras. Para efectos del cálculo se priorizó las características que tengan mayor influencia en el riesgo a erosión otorgando un valor del 5 al 1 en el orden de importancia como se muestra a continuación: Pendiente/relieve=5, Profundidad efectiva=4, Materia orgánica=3 y pH/fertilidad=2.

De acuerdo a los valores por importancia otorgados a cada característica evaluada y a los valores obtenidos por riesgo a degradación de cada característica, se realizó la suma ponderada para obtener el Índice de Calidad de Suelo con la siguiente fórmula:

Índice de Riesgo a Erosión = [(Riesgo a erosión por relieve/pendiente × 5) + (riesgo a erosión por profundidad efectiva × 4) + (riesgo a erosión por materia orgánica × 3) + (riesgo a erosión por pH/fertilidad × 2)] / 14.

Además se identificó la limitante principal por cada tipo de suelo presente en Honduras y por último se relacionaron los datos obtenidos con la proyección de pérdidas de suelo en toneladas por hectárea por año establecidas según el estudio de (Mancilla *et al* 2009) y con el parámetro de pérdidas tolerables establecidas por Johnson (1987) para determinar las toneladas perdidas por hectárea por año en Honduras.

Generación de lineamientos técnicos para regular el uso de los suelos. Se realizó una investigación exploratoria de carácter cualitativo ya que se utilizó información existente de investigaciones científico-técnicas involucradas en el caso tales como (Bello *et al.* 2002), (Stallings y Mayo 1962), (Plaster 2000). Además, se consultaron reglamentos de leyes y normas de conservación de suelos de otros países latinoamericanos con escenarios semejantes al de Honduras (Hill y Clérico 2013), (CADETI 2000), que sirvieron como referencia de los lineamientos técnicos establecidos por dichos países. Con estas dos

herramientas se identificaron los puntos principales a regular de acuerdo a las condiciones de suelos y de uso de la tierra de Honduras.

Propuesta para el establecimiento de técnicas de producción alternativas a las convencionales. La selección de las prácticas de manejo, conservación y recuperación de suelos, se realizó con base en las limitaciones agroecológicas que causan la reducción de la productividad y degradación de los suelos. Para esto, se procedió a consultar bases científicas (Almorox *et al.* 2008), (Cubero 1999) y (Rojas y Sierra 2012), manuales de conservación de suelos (FHIA 2011) y (FAO 2000) e investigaciones realizadas en la Escuela Agrícola Panamericana (Raudes y Sagastume 2011) u otras instituciones (PASOLAC 2000) sobre las distintas prácticas de conservación de suelos y sus aplicaciones, que sirvan como técnicas de producción agrícolas sostenibles en el uso adecuado del suelo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Leyes existentes en Honduras. Actualmente en Honduras no existe una ley que regule la utilización y conservación del suelo de manera específica. Un estudio de la SERNA identifica 11 instrumentos legales relacionados al recurso suelo (SERNA 2000):

- Ley de Expropiación Forzosa.
- Ley de Creación del Instituto Nacional Agrario.
- Ley Forestal.
- Ley de Reforma Agraria.
- Ley de Catastro.
- Ley del Patrimonio Cultural de la Nación.
- Ley de Modernización y Desarrollo del Sector Agrícola.
- Ley de Zonas Libres Turísticas.
- Ley de Incentivos a la Forestación, Reforestación y Protección del Sector Forestal
- Ley de Protección a la Caficultora.
- Ley General del Ambiente.

Dentro de la Ley General del Ambiente (Decreto No. 104-93), solo existen tres artículos que hacen referencia al recurso suelo. Estos artículos son:

- Artículo 48. “Los suelos del territorio nacional deberán usarse de manera racional y compatible con su vocación natural, procurando que mantenga su capacidad productiva, sin alterar el equilibrio de los ecosistemas.”
- Artículo 49. “Quienes realicen actividades agrícolas o pecuarias deberán conservar o incrementar la fertilidad de los suelos, utilizando técnicas y métodos de explotación apropiados, previniendo su degradación como resultado de la erosión, acidez, salinidad, contaminación, drenaje inadecuado u otros similares.”
- Artículo 50. “Los suelos que se encuentran en terrenos de pendientes pronunciadas, cuyo aprovechamiento puede provocar su erosión acelerada o deslizamientos de tierra, deberán de mantenerse en cubierta vegetal permanente y por consiguiente, no les son aplicables las disposiciones de la Ley de Reforma Agraria.” (SERNA 1993).

Estas leyes concuerdan en plantear un ordenamiento integral del uso de la tierra a partir de su capacidad y potencial de uso y la definición de acciones encaminadas a ordenar su tenencia, mas sin embargo, ninguna especifica o regula la tenencia y menos la conservación del recurso suelo (SERNA 2000).

Muchos países alrededor del mundo ya tienen establecido una Ley de conservación de Suelos y Latinoamérica no se queda atrás, tal es el caso de:

- República Oriental del Uruguay con la Ley N° 18.564 Conservación, Uso y Manejo Adecuado de los Suelos y las Aguas (Hill y Clérici 2013).
- República de Costa Rica con la Ley 7779 Uso, Manejo y Conservación de Suelos (CADETI 2000).
- República de la Argentina con la Ley de Fomento a la Conservación de Suelos N°22.428 (SAyDS 2014).

Teniendo éstos resultados muy positivos, por ejemplo en la República de Argentina, desde el periodo de 1982, donde fue puesta en vigencia la Ley, hasta 1989 permitió incorporar 2,800,000 hectáreas bajo manejo conservacionista y otras 2,500,000 hectáreas como áreas protegidas (SAyDS 2014).

Definición de la vulnerabilidad de los suelos a degradación por erosión. Después de valorar las seis características más relevantes de cada tipo de suelo, se obtuvieron los riesgos de degradación por cada característica como se muestra a continuación:

El valor de riesgo a erosión por pendiente/relieve (Cuadro 4) otorgado tiene una relación entre la pendiente obtenida por el tipo de suelo con el relieve, donde pendientes menores al 15% se encuentran en relieves planos a ondulados con baja vulnerabilidad a erosión (valores entre uno y dos), y pendientes mayores al 30% se encuentran en relieves ondulados a montañosos con riesgo alto a degradación (valor de tres). Según éstas características, la mayoría de los tipos de suelos de Honduras se encuentran en riesgo alto de degradación ya que de los 15 tipos de suelo, siete de ellos se encuentran en riesgo alto, tres en riesgo medio y los cinco restantes en riesgo bajo o sin riesgo a degradación.

Cuadro 4. Clasificación de riesgo a degradación por pendiente/relieve de los tipos de suelo de Honduras.

Nomenclatura FAO WRB 2006-2010 suelos de Honduras		Relieve	Pendiente (%)	Riesgo a erosión por pendiente/relieve
Gleysol	Úmbrico	Plano	0-15	1
Fluvisol	Eutrico	Plano	0-7	1
Fluvisol	Dystrico	Plano a cóncavo	0-7	1
Vertisol	Eutrico	Plano a ondulado	0-15	1
Gleysol	Eutrico	Plano	7-15	1
Nitosol	Úmbrico	Plano a ondulado	0-15	2
Cambisol	Úmbrico	Ondulado a montañoso	7-30	3
Chernozems	Cálcico	Plano a ondulado	7-30	2
Cambisol	Eutrico	Ondulado a montañoso	15-30	3
Andosol	Haplico	Ondulado a montañoso	7->30	3
Cambisol	Gleyco	Plano cóncavo	0-30	3
Nitosol	Haplico	Plano a ondulado	0-15	2
Cambisol	Dystrico	Ondulado a montañoso	0-30	3
Kastanozems	Haplico	Ondulado	15->30	3
Regosol	Eutrico	Montañoso	15->30	3

El valor de riesgo a erosión por profundidad efectiva (Cuadro 5) otorgado es inversamente proporcional a la clasificación del mismo, donde suelos con profundidad alta se encuentran en bajo riesgo a degradación y suelos con profundidad baja se encuentran en alto riesgo a degradación. A medida que los suelos son más profundos, menor es la vulnerabilidad a erosión.

Basado solo en profundidad efectiva, la mayoría de los tipos de suelo en Honduras se encuentran en riesgo bajo de erosión ya que de los 15 tipos de suelo, cinco de ellos se encuentran en riesgo alto, tres en riesgo medio y los siete restantes en riesgo bajo o sin riesgo a degradación.

Cuadro 5. Clasificación de riesgo a degradación por profundidad de los tipos de suelo de Honduras.

Nomenclatura FAO WRB 2006-2010 suelos de Honduras		Profundidad efectiva	Riesgo a erosión por profundidad del suelo
Gleysol	Umbrico	Media a Alta	1.5
Fluvisol	Eutrico	Alta	1.0
Fluvisol	Dystrico	Alta	1.0
Vertisol	Eutrico	Alta	1.0
Gleysol	Eutrico	Media a Alta	1.5
Nitosol	Umbrico	Media	2.0
Cambisol	Umbrico	Alta	1.0
Chernozems	Cálcico	Media a baja	2.5
Cambisol	Eutrico	Alta	1.0
Andosol	Haplico	Alta	1.0
Cambisol	Gleyco	Alta	1.0
Nitosol	Haplico	Baja	3.0
Cambisol	Dystrico	Media a Alta	2.5
Kastanozems	Haplico	Media a baja	2.5
Regosol	Eutrico	Baja	3.0.

Al igual que la profundidad efectiva, el valor de riesgo a erosión por contenido de materia orgánica (Cuadro 6) otorgado es inversamente proporcional a la clasificación del mismo, donde suelos con alto contenido de materia orgánica se encuentran en bajo riesgo a degradación y suelos con bajo contenido de materia orgánica se encuentran en alto riesgo a degradación. Sin embargo, basado solo en contenido de materia orgánica, los resultados varían en relación a profundidad efectiva ya que la mayoría de los tipos de suelo en Honduras se encuentran en riesgo alto de degradación porque de los 15 tipos de suelo, ocho de ellos se encuentran en riesgo alto de degradación, tres en riesgo medio y los cuatro restantes en riesgo bajo o sin riesgo a degradación.

Cuadro 6. Clasificación de riesgo a degradación por contenido de materia orgánica de los tipos de suelo de Honduras.

Nomenclatura FAO WRB 2006-2010 suelos de Honduras		Materia Orgánica	Riesgo a erosión por Contenido de M.O
Gleysol	Umbrico	Alta	1.0
Fluvisol	Eutrico	Media	2.0
Fluvisol	Dystrico	Baja	3.0
Vertisol	Eutrico	Alta a media	2.5
Gleysol	Eutrico	Media a baja	2.5
Nitosol	Umbrico	Alta	1.0
Cambisol	Umbrico	Alta	1.0
Chernozems	Cálcico	Alta	1.0
Cambisol	Eutrico	Media	2.0
Andosol	Haplico	Baja a media	2.5
Cambisol	Gleyco	Baja	3.0
Nitosol	Haplico	Baja	3.0
Cambisol	Dystrico	Media a baja	2.5
Kastanozems	Haplico	Media	2.0
Regosol	Eutrico	Baja a media	2.5

El valor de riesgo a erosión por pH/fertilidad (Cuadro 7) otorgado tiene una relación entre el pH del suelo y su fertilidad ya que suelos con pH bajo presentan baja fertilidad, esto se debe a que mientras más cerca esté el pH del suelo a neutro, mayor fertilidad presenta. Es así, que los tipos de suelo con pH bajo y fertilidad baja presentan un bajo riesgo a degradación y a medida que el suelo es más fértil, presentan mayor vulnerabilidad a degradación por erosión. Esto se debe a que en suelos más ácidos, los agregados son más estables (Almorox *et al.* 2008). Según éstas características, todos los tipos de suelos de Honduras se encuentran entre riesgo bajo a medio de degradación.

Cuadro 7. Clasificación de riesgo a degradación por pH y fertilidad de los tipos de suelo de Honduras.

Nomenclatura FAO WRB 2006-2010 suelos de Honduras		pH	Fertilidad	Riesgo a erosión por pH y fertilidad
Gleysol	Umbrico	Bajo	Baja	1.0
Fluvisol	Eutrico	Alto	Alta	2.0
Fluvisol	Dystrico	Bajo	Baja	1.0
Vertisol	Eutrico	Alto	Alta	2.0
Gleysol	Eutrico	Alto	Alta	2.0
Nitosol	Umbrico	Bajo	Baja	1.0
Cambisol	Umbrico	Bajo	Baja	1.0
Chernozems	Cálcico	Neutro	Alta	1.0
Cambisol	Eutrico	Alto	Alta	2.0
Andosol	Haplico	Bajo	Variable	1.5
Cambisol	Gleyco	Variable	Variable	2.0
Nitosol	Haplico	Bajo	Baja	1.0
Cambisol	Dystrico	Bajo	Baja	1.0
Kastanozems	Haplico	Neutro	Alta	2.0
Regosol	Eutrico	Alto	Alta	2.0

Una vez obtenidos los valores de riesgo a erosión por cada característica, se aplicó la fórmula para obtener los Índices de Riesgo a Erosión, obteniendo los siguientes resultados:

De los 15 tipos de suelos existentes en el país, ocho de ellos obtuvieron un índice de riesgo a erosión (Cuadro 8) entre uno y dos entrando en la categoría de suelos con riesgo bajo a medio de degradación por erosión, y los siete restantes obtuvieron un índice entre dos y tres entrando en la categoría de suelos con riesgo medio a alto de degradación por erosión, por lo cual requieren de una herramienta que regule el uso de estos suelos para que generaciones futuras puedan contar con el recurso.

Cuadro 8. Índices de riesgo a erosión de los tipos de suelos de Honduras.

Nomenclatura FAO WRB 2006-2010 suelos de Honduras		Susceptibilidad a la erosión	Riesgo a degradación por susceptibilidad a la erosión	Limitante	Índice de Riesgo a Erosión	Extensión de la clase de suelo en Honduras (ha)	Porcentaje de extensión por tipo de suelo en Honduras (%)
Gleysol	Umbrico	Baja	1.0	Mal drenado	1.14	80,300	0.72
Fluvisol	Eutrico	Baja	1.0	Susceptible a erosión	1.36	963,700	8.57
Fluvisol	Dystrico	Baja	1.0	Baja fertilidad	1.43	481,800	4.29
Vertisol	Eutrico	Baja	1.0	Arcilla pesada	1.46	80300	0.72
Gleysol	Eutrico	Baja	1.0	Mal drenado	1.61	80300	0.72
Nitosol	Umbrico	Media a baja	1.5	Baja fertilidad	1.64	2650,100	23.57
Cambisol	Umbrico	Media a baja	1.5	Baja fertilidad	1.71	401,500	3.57
Chernozems	Cálcico	Alta	1.0	Hte argílico, cálcico	1.79	562,100	4.99
Cambisol	Eutrico	Media	2.0	Sin	2.07	240,900	2.14
Andosol	Haplico	Media	2.0	Fijan P	2.11	240,900	2.14
Cambisol	Gleyco	Media a baja	1.5	Exceso de humedad	2.29	562,100	4.99
Nitosol	Haplico	Alta a media	2.5	Baja fertilidad	2.36	80,300	0.72
Cambisol	Dystrico	Alta	1.0	Baja fertilidad	2.46	1766,700	15.72
Kastanozems	Haplico	Alta	1.0	Sequía,	2.50	1124,300	9.99
Regosol	Eutrico	Alta	1.0	Suelos superficiales	2.75	1927,400	17.14

Basado en los porcentajes de pendientes y en relación con los índices de calidad de suelo obtenidos, encontramos datos alarmantes de pérdida de suelo. Según (Mancilla *et al* 2009) suelos sin prácticas de conservación de suelos en pendientes igual o mayores al 15% tienen una pérdida promedio de suelo por erosión de 15 toneladas por hectárea por año, mientras que suelos en pendientes igual o mayores al 30% tienen una pérdida promedio de suelo por erosión de 33 toneladas por hectárea por año.

Johnson (1987) en su estudio de estimación de pérdida de suelo concluyó que las pérdidas tolerables de suelo por año están en 11 toneladas por hectárea por año aproximadamente, ya que este dato se aproxima a la máxima tasa de desarrollo del horizonte A en condiciones óptimas.

Es así, que se encuentra que la mayoría de suelos de Honduras sobrepasan los niveles tolerables de pérdida de suelo (Cuadro 9). Cuatro de los 15 tipos de suelo llegan a perder más de 33 toneladas por hectárea por año al encontrarse en pendientes mayores al 30% o con un índice de calidad de suelo cerca de 3 (suelos con alto riesgo a degradación), es decir, llegan a perder más del triple de las pérdidas tolerables establecidas por Johnson (1987), mientras que cinco tipos de suelo, por encontrarse en pendientes entre el 15 y el 30% o con índices de calidad de suelo cerca de 2 (Suelos con riesgo medio a degradación), llegan a perder un promedio de 15 toneladas de suelo por hectárea por año, sobrepasando aún el límite de pérdidas tolerables de 11 toneladas por hectárea por año.

Un estudio realizado por Santa Cruz De León (2011), en la cuenca del río Cahoacán en Chiapas, México, determinó que en condiciones actuales de uso del suelo en la cuenca, las pérdidas van desde 16,270 toneladas hasta valores de 20,000 toneladas por hectárea por año, con valores mínimos de pérdida en la cuenca de 13 toneladas. Otro estudio realizado por Meléndez Rivera (2011) reveló que en una finca de macadamia en Suchitepéquez, Guatemala, se estimaron pérdidas de 27.4 toneladas por hectárea por año de suelo por erosión, y un estudio realizado por García (2008) determinó que en el cultivo de piña en el departamento de Atlántida, Honduras, suelo desnudo llega a perder 78 toneladas por hectárea por año por erosión, demostrando que los valores obtenidos en el presente estudio llegan a ser estimados en algunos casos subestimados de la pérdida actual existente en Honduras.

Cuadro 9. Pérdidas de suelo en toneladas por tipo de suelo de Honduras.

Nomenclatura FAO WRB 2006-2010 suelos de Honduras	Índice de Riesgo a Erosión	Extensión de la clase de suelo en Honduras (ha)	Extensión por tipo de suelo en Honduras (%)	Toneladas perdidas por hectárea por año	Toneladas totales perdidas por año
Gleysol Umbrico	1.14	80,300	0.72	< 11	883,300
Fluvisol Eutrico	1.36	963,700	8.57	< 11	10,600,700
Fluvisol Dystrico	1.43	481,800	4.29	< 11	5,299,800
Vertisol Eutrico	1.46	80300	0.72	< 11	883,300
Gleysol Eutrico	1.61	80300	0.72	< 11	883,300
Nitosol Umbrico	1.64	2650,100	23.57	< 11	29,151,100
Cambisol Umbrico	1.71	401,500	3.57	11 a 33	8,833,000
Chernozems Cálxico	1.79	562,100	4.99	11 a 33	12,366,200
Cambisol Eutrico	2.07	240,900	2.14	11 a 33	5,299,800
Andosol Haplico	2.11	240,900	2.14	11 a 33	5,299,800
Cambisol Gleyco	2.29	562,100	4.99	11 a 33	12,366,200
Nitosol Haplico	2.36	80,300	0.72	> 33	2,649,900
Cambisol Dystrico	2.46	1,766,700	15.72	> 33	38,867,400
Kastanozems Haplico	2.50	1,124,300	9.99	> 33	37,101,900
Regosol Eutrico	2.75	1,927,400	17.14	> 33	63,604,200
Total		11,242,700			234,089,900

En total, Honduras llega a perder 234,089,900 toneladas anuales de suelo a causa de la erosión, en consecuencia, una ley de conservación de suelos es de suma importancia para reducir dichas pérdidas y generar un uso sustentable del suelo.

Principios básicos en los que se enfoca la ley. Se debe declarar al suelo como un patrimonio Nacional, ya que es el activo de mayor importancia al ser la base productiva para las distintas actividades agrícolas y agroecológicas y pasa directamente a ser una prioridad nacional.

Dicha ley se enfocará en cuatro principios fundamentales:

a) **Sustentabilidad**

El Estado debe procurar que en el uso del suelo, no se comprometan las propiedades básicas del mismo, generando estímulos y posibilidades de la aplicación de técnicas adecuadas de manejo y conservación, para asegurar que generaciones futuras tengan el derecho de hacer uso del recurso suelo en condiciones iguales o mejores a las actuales (Bello *et al.* 2002).

b) Prevención del deterioro

La prevención del deterioro de un recurso es más eficiente y eficaz que la recuperación del mismo. El Estado debe enfatizar sus acciones en la prevención del deterioro del recurso suelo, para evitar llegar a instancias de recuperación, mediante la estimulación de la aplicación de técnicas de manejo que lleven a la utilización sostenible del suelo. Estas técnicas deben ser apropiadas a su condición y deben potenciar las características físicas, químicas y biológicas permanentes del mismo.

Es obligación del Estado el velar por que el uso y manejo de suelos se lleve a cabo sin acciones que lo degraden en un futuro (Bello *et al.* 2002).

c) Mejoramiento continuo

La aplicación de nuevas exigencias y normas para el uso y manejo de los suelos debe abordarse por etapas ya que conservar, detener y revertir el proceso de deterioro de los suelos, es un proceso que requiere de mejoramientos graduales en el tiempo.

Este principio reconoce que los problemas que actualmente se presentan en el país en relación al recurso suelo, son producto de décadas de procesos de degradación por malas prácticas y un mal manejo del recurso. Por lo tanto, toda medida que se pretenda tomar en la aplicación de la ley deberán tener en cuenta plazos de tiempo razonables para su aplicación y puesta en marcha y además de contar con medidas de información, regulación y de fomento necesarias para su adecuada implementación (Stallings y Mayo 1962).

d) Conservación del patrimonio

Las personas, instituciones u organizaciones usufructuarias del recurso suelo deben utilizarlo de forma sostenible, no degradante, usando para ello, las mejores tecnologías y prácticas disponibles, asegurando su recuperación y previniendo su degradación, de modo que éste pueda ser aprovechado por las generaciones futuras (Plaster 2000).

De igual forma, los usuarios del suelo tienen el derecho a conservar el patrimonio de manera íntegra, de modo que ninguna de sus funciones se vean afectadas (Plaster 2000).

Lineamientos técnicos para formular una ley de conservación de suelos. Los instrumentos de esta ley van dirigidos a lograr el uso sustentable del suelo, modificar prácticas degradantes, recuperar suelos degradados y minimizar efectos de degradación. La introducción de las prácticas de manejo, conservación y recuperación de suelos se implementarán según la capacidad técnica y socio económica de los productores, tomando en cuenta características de producción (Hill y Clérici 2013).

Dentro de los lineamientos técnicos establecidos se considera:

1. Prohibido la quema con fines agrícolas bajo cualquier circunstancia y en los casos excepcionales solo se podrá realizar con previa autorización por parte de la SERNA y bajo control de la misma.
2. Prohibido las prácticas de producción agrícola o pecuaria en zonas protegidas.
3. Todo terreno con pendientes muy pronunciadas (mayores al 60%) deberán mantenerse con bosque natural y en caso que no exista, deberán ser reforestados. Por tanto, queda prohibido el establecimiento de cultivos.
4. Todo terreno con pendientes mayores al 30%, deberán mantenerse constantemente bajo cubierta vegetal para evitar erosión.
5. Organizar un Comité Nacional de Conservación de Suelos, encargado de ser el ente regulador para la aplicación de dicha ley. El Comité estará integrada por:
 - Dos representantes de la SAG.
 - Dos representantes de la SERNA.
 - Dos representantes de instituciones académicas y/o de investigación de Honduras.
 - Dos representantes de la Asociación Hondureña de la Ciencia del Suelo.
6. La ley considera aptos para para la producción el uso de las siguientes herramientas, maquinaria implementos y equipos (CADETI 2000):

Para labranza del suelo:

- A. Equipo e implementos para labranza vertical para tracción animal o tractor:
 - Arados de cincel, púas de diferentes tipos (pie de pato).
 - Subsoladores.
 - Escarificadores.
 - Rastra de púas.
 - Vibrocultivadores.
 - Azadoneras.
 - Surcadores.
 - Rastra de dientes.
- B. Equipos e implementos para siembra directa, de uso manual, para tracción animal o tracción mecánica:
 - Sembradoras directas.
 - Picadoras de rastrojo.
 - Tractores para tracción de equipos de labranza vertical y siembra directa (máximo 100 hp).
 - Tractores de flotación (llantas).
 - Tractores de oruga de aplicación especial para agricultura (100 hp).
 - Monocultivadoras.
 - Repuestos para equipo e implementos de labranza vertical y siembra directa (máximo 100 hp).

- Volteadores de compost.

C. Equipo e implementos para manejo de coberturas del suelo:

- Chapeadoras manuales y para tractor.
- Repuestos para equipo manual o motorizado para chapeo de malezas.

7. Se considera no apto en la ley maquinaria, herramientas e implementos que contribuyen a la degradación de los suelos utilizados en labranza:

- Equipos e implementos para tipos de labranza que voltean y pulverizan la tierra, tales como: arados de disco, rotovators o equipos para rastrar tierra pulverizada.
- Equipo e implementos para la siembra en sistemas de labranza limpios.
- Tractores para tracción de equipos para labranza que compactan, voltean y pulverizan la tierra, tales como: arados de discos, rotovators (potencia mayor a 100 hp).
- Repuestos para equipo e implementos de labranza que voltean y pulverizan la tierra, tales como: arados de discos, rotovators, equipos para rastrar tierra pulverizada y tractores con potencia mayor a 100 hp.

En manejo de coberturas de suelo:

- Equipos e implementos que en tierras o eliminan las coberturas vegetales del suelo en sistemas de cultivos limpios.
- Repuestos para equipo e implementos que entierran las coberturas vegetales del suelo en sistemas de cultivos limpios.

8. En caso de no cumplir con los lineamientos establecidos, el infractor deberá pagar una sanción económica establecida por el Comité Nacional de Conservación de Suelos.

Técnicas alternativas de producción. De acuerdo a los lineamientos previamente establecidos, es necesario definir técnicas alternativas de producción y prácticas de conservación de suelos en zonas con pendientes u otras características que hacen de sus suelos propensos a degradación. Éstas técnicas de producción, servirán como herramienta para la producción agrícola manteniendo las características del suelo y evitando su degradación.

La conservación de suelos es un sistema que aplica técnicas o prácticas que contribuyen a conservar las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo, para mantener su capacidad productiva (FHIA 2011). Además, complementa y combina obras estructurales, prácticas agronómicas, de fertilidad y agroforestales. Este sistema debe aplicarse de la forma más completa posible, si se desea tener éxito tanto en la protección del suelo como en la productividad (Raudes y Sagastume 2011). Dichas prácticas de conservación parten a partir de 4 principios fundamentales que son:

1. Proteger la superficie del suelo.

Mantener una cobertura vegetal en el suelo lo protege contra el golpe de las gotas de lluvia y el arrastre del agua de escorrentía evitando erosión hídrica. También ayuda a aumentar la infiltración del agua en el suelo porque gracias a la protección que recibe evita que pierda su estructuración por compactación (Raudes y Sagastume 2011).

Dentro de este principio se encuentran prácticas como: capa de material vegetal muerto (rastrajo o mulch), siembra de abono verde, agroforestería, labranza mínima, siembras en contorno (Raudes y Sagastume 2011).

2. Reducir el largo de la pendiente.

Éste principio busca, mediante distintas prácticas, reducir el largo de la pendiente y con eso la velocidad de la escorrentía. Sirven también para aumentar la penetración del agua en el suelo y reducir la cantidad de suelo perdido por erosión. Estas obras de corte de la pendiente logran que el suelo arrastrado por la escorrentía se sedimente y se mantenga en cada estructura construida (Almorox *et al.* 2008).

Dentro de estas prácticas encontramos:

- Barreras vivas: Son hileras de plantas de crecimiento denso sembradas perpendicularmente a la pendiente con el objetivo de controlar los niveles de erosión de los suelos. Reducen la velocidad del agua de escorrentía pendiente abajo y además sirven como filtros que retienen los sedimentos de suelo que transporta el agua que escurre sobre el terreno (Cubero 1999).
- Muros de retención o barreras muertas: Son muros de piedra en curvas a nivel que evitan el arrastre del suelo. Se combinan bien con otras técnicas. Sirven para reducir la velocidad del agua por cortar la ladera en pendientes menos pronunciadas y más cortas y para captar los sedimentos que van en el agua de escurrimiento. Las barreras muertas resultan en la formación paulatina de terrazas (Raudes y Sagastume 2011).
- Zanjales de ladera: conocidos también como acequias, son zanjas o canales de forma trapezoidal que contribuyen a la conservación del suelo al combinarse con barreras vivas, barreras muertas u otras prácticas, dividiendo la parcela en pendientes cortas (Raudes y Sagastume 2011). Existen dos tipos:
 - a) Acequias a nivel: son canales que se construyen en dirección transversal a la pendiente para retener, conservar y ayudar a infiltrar el agua de lluvia que cae sobre las laderas. Es recomendable para el trópico seco y subtropical seco ya que son zonas con baja precipitación (PASOLAC 2000).
 - b) Acequias a desnivel: Son zanjas o canales construidos con un desnivel del uno por ciento en dirección transversal a la pendiente, para recibir el agua de escorrentía y drenar el exceso fuera del área de cultivo sin provocar erosión o cárcavas. Es recomendable para zonas con alta

precipitación y suelos con baja capacidad de infiltración (PASOLAC 2000).

Entre otras prácticas se encuentran los callejones e hileras de árboles.

3. Reducir la inclinación de la pendiente.

Con todos los tipos de terrazas se evita escorrentía y se aumenta la infiltración del agua en el suelo. Las terrazas son unas estructuras que además de reducir la inclinación de la pendiente ofrecen una plataforma cultivable, evitan escorrentía y aumentan la infiltración del agua en el suelo (Raudes y Sagastume 2011). Existen distintos tipos de terrazas, todas siguiendo el mismo principio:

- Terrazas individuales: Son estructuras de forma circular que se usa para manejo de árboles frutales en terrenos con pendientes de 12 a 60%. El banco de la terraza debe contar con una ligera inclinación hacia adentro y además debe contar con un canal de desagüe a un lado para evitar agua almacenada en la terraza (FHIA 2011).
- Camellones: Son terrazas que forman ondulaciones sobre el terreno, se construyen costando y eliminando la tierra a ambos lados de la línea demarcatoria y son recomendadas para áreas con pendientes de hasta 10%. Recomendables para regiones con suelos permeables y de baja precipitación (FAO 2000).

Entre otras prácticas se encuentran las miniterrazas o terrazas de base angosta.

4. Incorporar materia orgánica al suelo.

La materia orgánica de los suelos juega un papel crucial en mantener la fertilidad integral del suelo, considerando la fertilidad química, física y biológica del suelo. La materia orgánica mejora las características físicas del suelo al mejorar la actividad biológica del mismo. La presencia de carbono permite un incremento de la población activa de hongos, bacterias, actinomicetos y algas, las cuales aceleran el flujo del ciclo orgánico en el suelo (Rojas y Sierra 2012).

Además, permite incrementar la humedad aprovechable para las raíces. El color más oscuro que genera la materia orgánica en el suelo permite un fácil calentamiento del suelo, jugando un factor importante en cultivos que crecen en épocas frías (Rojas y Sierra 2012).

Dentro de las prácticas más comunes se encuentra la incorporación de abonos orgánicos como la composta, Bocashi, abono verde, lombrihumus, estiércol descompuesto y gallinaza (Rojas y Sierra 2012).

4. CONCLUSIONES

- El 44% de la superficie de Honduras llega a perder más de 33 toneladas por hectárea por año, triplicando el nivel aceptable de pérdida de suelo de 11 toneladas por hectárea por año. El 18% pierde un promedio de 15 toneladas por hectárea por año, superando el nivel aceptable, mientras que tan solo el 38% se mantiene bajo el nivel aceptable de pérdida de suelo.
- Los principales lineamientos técnicos generados van dirigidos a la producción de cultivos en pendiente y al uso de maquinaria, equipo e implementos aptos y no aptos en Honduras debido al estado delicado en el que se encuentran los suelos del país implementando un servicio de conservación de suelos efectivo.
- Las técnicas alternativas de producción propuestas se dirigen a un uso más sostenible de los suelos de Honduras; ya que se encargan de proteger la superficie del suelo, reducir el largo y la inclinación de la pendiente e incorporar materia orgánica, generando menores tasas de pérdida de suelo.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio detallado de pérdidas de suelo en Honduras para tener un conocimiento más preciso de la situación actual de los suelos en el país.
- Realizar un Plan Nacional de Manejo de Suelos para conservar y recuperar las zonas con pérdidas considerables del recurso.
- Como continuación a este estudio elaborar la Ley de conservación de suelos para Honduras abordando el ámbito legal, los incentivos y las penalizaciones correspondientes.

6. LITERATURA CITADA

Almorox Alonso, J., López Bermúdez, F y S. Rafaelli. 2008. La degradación de los suelos por erosión hídrica. Métodos de estimación. Editorial EDITUM. Volumen 4. 384 p.

Bautista Cruz, A., Etchevers Barra, J., del Castillo, R.F. y C. Gutiérrez. 2004. La calidad del suelo y sus indicadores. Ecosistemas 13 (2): 90-97.

Bello, A., Ibañez, J.J. y A. García-Álvarez. 2002. El suelo en agricultura ecológica. Manejo de un ente vivo. Congreso Iberoamericano de Agroecología. V Congreso de la SEAE, I Congreso Iberoamericano de Agroecología, Gijón, España. 43 p.

Brito Mijares, J.R. y G.E. Sarmiento Hernández. 2012. Propuesta para la actualización del mapa de suelos de Honduras como base para diagnóstico de uso del suelo y contenido de carbón orgánico. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 42 p.

CADETI. 2000. Informe de Costa Rica para la implementación de la Convención de Las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación. Comisión Asesora Sobre Degradación de Tierras. 11 p.

Castellanos, L. 1999. Manual Hondureño de Procedimientos Legislativos. Congreso Nacional de Honduras. 14 p.

Cubero, D. 1999. Las barreras vivas y su aplicación en la agricultura conservacionista. XI Congreso Nacional Agronómico / III Congreso Nacional de Suelos. San José, Costa Rica. 10 p.

FAO. 1969. Los suelos de Honduras. Informe para el gobierno de Honduras. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 88 p.

FAO. 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Boletín de tierras y aguas de la FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 220 p.

FAO. 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 117 p.

FAO. 2009. Guía para la descripción de suelos. Trad. Vargas R. Cuarta ed. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 111 p.

FAO. 2010. En Tierra Segura: Honduras, la amenaza hidrometeorológica en Honduras. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 4 p.

FHIA. 2001. Guía sobre prácticas de conservación de suelos / Proyecto Promoción de Sistemas Agroforestales de Alto Valor con Cacao en Honduras. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. Segunda edición. La Lima, Cortés, Honduras. 22 p.

García, R. 2008. Evaluación de siete coberturas para el control de erosión de suelo en el cultivo de piña, bajo condiciones de Montecristo, Departamento de Atlántida, Honduras. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 15 p.

Gisladottir, G. y M.A. Stocking, 2005. Land degradation control and its global environmental benefits. En Land Degradation and Development. (16). 112 p.

Hill, M. y C. Clérico, 2013. Avances en políticas de manejo y conservación de suelos en Uruguay. 2 p.

Hillel, D. 1998. Environmental Soil Physics. Academic Press. San Diego, USA. 771 p.

Johson, L.C. 1987. Soil loss tolerance: Fact or myth?. Journal of Soil and Water Conservation 42:155-160.

Mancilla, O. R., J.L. Oropeza y M. Martínez. 2009. Evaluación de terrazas de banco para plantaciones forestales comerciales. Revista de Ciencia Forestal en México 34 (105):97-116.

Meléndez Tivera, V. B. 2011. Evaluación de la pérdida de suelo por erosión en el cultivo de macadamia (*Macadamia integrifolia*) finca Mocá Grnade, Suchitepéquez, Guatemala. Tesis Ing. Amb y Desa. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 32 p.

Navarro, S. y G. Navarro, 2003. Química Agrícola: El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. Mundi-Prensa. Barcelona, España. p 15.

PASOLAC. 2000. Guía Técnica de Conservación de Suelos y Agua. Programa para la Agricultura Sostenible en laderas de América Central. San Salvador, El Salvador, New Graphic, S.A. de C.V. 222 p.

Plaster, E.J. 2000. La Ciencia del suelo y su manejo, Madrid, España. Editorial Paraninfo. 419 p.

RAE. 2015. Real Academia Española, Diccionario de la lengua española. Madrid, España. Consultado 15 de mayo de 2015. Disponible en <http://lema.rae.es/drae/?val=ley>

Raudes, M. y N. Sagastume. 2011. Manual de Conservación de Suelos. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 75 p.

Rojas C. y C. Sierra. 2012. La materia orgánica y su efecto como enmienda y mejorador de la productividad de los cultivos. Chile. 26 p.

SAyDS. 2014. Aspectos Institucionales, Jurídicos y Económicos, 5.4 La Ley de Fomento de Conservación a la Conservación de Suelos. Capítulo 5 (En línea). Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Argentina.
Consultado 15 de mayo de 2015. Disponible en <http://www.ambiente.gob.ar/?idarticulo=610>

Sánchez, P. 1981. Suelos del trópico: características y manejo. San José. C.R. 660 p.

Santa Cruz De León, G. 2011. Estimación de la erosión hídrica y su relación con el uso de suelo en la cuenca del río Cahoacán, Chiapas, México. Aqua-Lac 3:45-54.

Santana, L.y A. Jáquez. 2004. Manual de Técnica Legislativa del Congreso Nacional. República Dominicana. (2). 7 p.

Schalamuk, S., Velázquez, S., Chidichimo, H. y M. Cabello. 2003. Efecto de la siembra directa labranza convencional sobre la colonización micorriza y esporulación en trigo. Boletín microbiológico Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires 18(1)15-19.

SERNA. 1993. Ley General del Ambiente. Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente. Tegucigalpa, Honduras. Capítulo III.

SERNA. 2000. Primer Informe de País sobre la Implementación de la Convención de Desertificación en Honduras. Dirección General de Biodiversidad. Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente. Tegucigalpa. Honduras.

SERNA. 2001. Informe del Estado del Ambiente. Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente. Tegucigalpa, Honduras. p 10.

Singh, M. y K. Khera. 2009. Physical Indicator of Soil Quality in Relation to Soil Erodibility Under Different Land Uses. Taylor & Francis Group 23(2)152-167.

Stallings, J. H., y C. S. Mayo. 1962. El suelo: su uso y mejoramiento. México, Editorial Continental. 480 p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Cuadro de todas las características evaluadas por riesgo a degradación.

Nomenclatura FAO WRB 2006-2010 suelos de Honduras	Relieve	Pendiente	Riesgo a degradación por pendiente	Profundidad efectiva	Riesgo a degradación por profundidad del suelo	Materia Orgánica	Riesgo a degradación por Contenido de M.O	pH	Fertilidad	Riesgo a degradación por pH y fertilidad	Susceptibilidad a la erosión	Riesgo a degradación por susceptibilidad a la erosión	Limitante	Índice de Riesgo de erosión	Extensión de la clase de suelo en Honduras (ha)	Porcentaje de extensión por tipo de suelo en Honduras (%)	Toneladas perdidas por hectárea por año	Toneladas totales perdidas por año
Gleysol	Umbrico plano	0-15%	1	Media a Alta	1.5	alta	1	bajo	baja	1	baja	1	Mal drenado	1.14	80300	0.72	< 11	883,300
Fluvisol	Eutrico plano	0-7%	1	Alta	1	media	2	alto	alta	2	baja	1	susceptible a erosión	1.36	963,700	8.57	< 11	10600,700
Fluvisol	Dystrico plano a cóncavo	0-7%	1	Alta	1	baja	3	bajo	baja	1	baja	1	Baja fertilidad	1.43	481,800	4.29	< 11	5299,800
Vertisol	Eutrico plano a ondulado	0-15%	1	Alta	1	alta a media	2.5	alto	alta	2	baja	1	Arcilla pesada	1.46	80300	0.72	< 11	883,300
Gleysol	Eutrico plano	7-15%	1	Media a Alta	1.5	media a baja	2.5	alto	alta	2	baja	1	Mal drenado	1.61	80300	0.72	< 11	883,300
Nitrosol	Umbrico plano a ondulado	0-15%	2	media	2	alta	1	bajo	baja	1	media a baja	1.5	baja fertilidad	1.64	2650,100	23.57	< 11	29151,100
Cambisol	Umbrico ondulado a montañoso	7-30%	3	Alta	1	alta	1	bajo	baja	1	media a baja	1.5	Baja fertilidad	1.71	401,500	3.57	11 a 33	8833,000
Chemozems	Cálcico plano a ondulado	7-30%	2	Media a baja	2.5	Alta	1	neutro	alta	1	alta	1	Hte argílico, cálcico	1.79	562,100	4.99	11 a 33	12366,200
Cambisol	Eutrico ondulado a montañoso	15-30%	3	Alta	1	media	2	alto	alta	2	media	2	sin	2.07	240,900	2.14	11 a 33	5299,800
Andosol	Háplico ondulado a montañoso	7->30%	3	Alta	1	baja a media	2.5	bajo	variable	1.5	media	2	fijan P	2.11	240,900	2.14	11 a 33	5299,800
Cambisol	Gleyco plano cóncavo	0-30%	3	Alta	1	baja	3	variable	variable	2	media a baja	1.5	exceso de humedad	2.29	562,100	4.99	11 a 33	12366,200
Nitrosol	Háplico plano a ondulado	0-15%	2	baja	3	baja	3	bajo	baja	1	Alta a media	2.5	baja fertilidad	2.36	80300	0.72	> 33	2649,900
Cambisol	Dystrico ondulado a montañoso	0-30%	3	Media a Alta	2.5	media a baja	2.5	bajo	baja	1	alta	1	Baja fertilidad	2.46	1766,700	15.72	> 33	38867,400
Kastanozems	Háplico ondulado	15->30%	3	Media a baja	2.5	media	2	neutro	alta	2	alta	1	sequía,	2.50	1124,300	9.99	> 33	37101,900
Regosol	Eutrico montañoso	15->30%	3	baja	3	baja a media	2.5	alto	alta	2	alta	1	Suelos superficiales	2.75	1927,400	17.14	> 33	63604,200
TOTAL															11242,700			234089,900