

ZONIFICACIÓN DE TERRENOS FORESTALES EN EL ESTADO DE GUERRERO

B. Arteaga-Martínez¹; J. C. Baca-Castillo¹; V. Sorani-Dalbon²

¹División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. C.P. 56230.

²Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

RESUMEN

Este trabajo consistió en desarrollar un procedimiento cuantitativo de evaluación de aptitud de tierras, mediante un sistema de información geográfico (SIG GRASS 4.0) de la zona 14 de la proyección Universal Transversal de Mercator que comprende el estado de Guerrero. El procedimiento utilizó como principal cualidad de la tierra el efecto del riesgo de erosión hídrica que podrían tener los terrenos si carecieran de una cubierta vegetal protectora. Este riesgo de erosión máximo fue valuado con la aplicación de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo en función de la erosividad de la lluvia, la resistencia del suelo a ser erosionado y del efecto de los factores del relieve: inclinación y longitud de la pendiente. Se demuestra que es factible proponer zonas forestales con base en los criterios de conservación restauración producción definidos en la legislación forestal de la República Mexicana. Las unidades cartográficas digitales obtenidas representan clases provisionales de aptitud de grupos de vegetación y uso de la tierra evaluada principalmente por su máximo riesgo de erosión hídrica.

PALABRAS CLAVE: Evaluación de tierras, zonificación de terrenos forestales, SIG, riesgo de erosión hídrica, estado de Guerrero.

ZONING FORESTED LAND IN THE STATE OF GUERRERO

SUMMARY

This work was carried out to develop a quantified land suitability procedure using a geographical information system (GIS GRASS4.0) of zone 14 of the UTM covering the state of Guerrero, Mexico. This procedure was based on the main quality of land degradation risk by water erosion that terrain is exposed to because of the lack of plant cover. Risk of erosion was calculated using the Wischmeier Universal Soil Loss Equation, which considers rain erosivity, soil erodibility and relief effect factor, which includes steepness and slope length. The evaluation indicates the feasibility of using forest zones under the criteria of conservation, restoration, and wood production areas defined in Mexican Forest Legislation. The digital cartographic units obtained represent provisional classes of suitability for groups of vegetation and land use evaluated mainly on the basis of maximum risk of water erosion.

KEY WORDS: Land evaluation, forest zoning, GIS, risk of soil erosion, Guerrero, Mexico.

INTRODUCCIÓN

Es necesario llevar a cabo la evaluación de tierras a fin de proponer alternativas para la planeación y manejo del recurso forestal apoyando así las decisiones e instrumentos de política que tome el Estado para optimizar los beneficios de las diferentes funciones del bosque.

De ahí que en la Ley Forestal, entre algunas de las atribuciones del Ejecutivo Federal indique la de especificar los criterios para aplicar una zonificación como instrumento de planificación del uso de los recursos silvícolas, mediante la cual se delimitan los usos y destinos de los terrenos forestales (SARH, 1993 y SEMARNAP, 1997). Asimismo la determinación de dichas zonas forestales con base en los criterios de conservación, restauración y producción que ordena el reglamento de esta Ley

(SARH, 1994a), implica un nivel de decisión nacional para la planificación del uso de la tierra, que tiene como característica distintiva de que es necesaria para un manejo forestal con fines de conservación y para ordenar el uso de los terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal, donde se infiere que el objetivo primario es la conservación de la naturaleza o la restauración de la tierra degradada.

Al respecto FAO (1985) señala que la administración de los recursos forestales está dirigida a lograr un uso óptimo de la tierra, en particular integrando los usos de la tierra, forestales y agrícolas, por lo que debe fundamentarse en la estratificación de las zonas forestales, basada en la clasificación de la capacidad de uso de la tierra. Las decisiones relativas al uso de la tierra consideran una

serie de factores políticos, sociales, económicos y físicos, pero la clasificación sistemática de la tierra está basada en sus características físicas, interpretadas en función de los objetivos de manejo, lo cual debe servir como base para la toma de decisiones acerca de su uso final.

Basinski (1984) señala que en la evaluación de tierras la agricultura, la silvicultura y la conservación de la naturaleza son las tres formas principales del uso rural de los terrenos. Además, este autor define la evaluación de tierras como la valoración basada en la experiencia local o la predicción mediante deducción de conocimientos adquiridos en otra parte de las calidades de la tierra para un uso específico en términos de: productividad, riesgos de degradación y requerimientos de insumos y tecnología. El objetivo de la evaluación de tierras es determinar las consecuencias físicas, biológicas, económicas y sociales de las posibles opciones de uso de la tierra para diferentes áreas de una región, desde un rango que va de un solo predio al país entero. Esta evaluación es una fase media de planificación indispensable para determinar el uso de la tierra o los procesos de evaluación de impacto ambiental.

FAO (1985) señala que cuando la restauración de tierras es un objetivo, la severidad de la erosión puede tomarse como un criterio de diagnóstico de aptitud, dando a las áreas que la necesitan la mayor clasificación. Sin embargo, Driessen (1986). Indica que solamente es correcto en un procedimiento de evaluación de tierras considerar la erosión como un insumo, si la erosión implica un cambio en las propiedades de la tierra y su valoración es parte de su descripción. Young (1984) y Millington (1986) sugieren que donde la conservación es el propósito principal del manejo forestal, la severidad de la erosión puede tomarse como un criterio de diagnóstico de aptitud. Puentes (1986), señala que en regiones donde la erosión es la amenaza principal para la agricultura sustentable, el riesgo de degradación del suelo debe considerarse como la principal cualidad de la tierra. Por consiguiente sugiere que se necesitan desarrollar dos procedimientos: inventarios apropiados de las características de la tierra y un método para interpretar la capacidad del uso de la tierra, con el riesgo de degradación como criterio principal de evaluación. Ortiz, *et al.* (1994) consideran el riesgo de la degradación de la tierra como la susceptibilidad a la degradación de un suelo o una predicción de los procesos de deterioro que pueden ocurrir en un terreno. Por ejemplo, por su topografía y material topográfico los terrenos forestales presentan un riesgo severo a ser erosionados al eliminarse la cubierta vegetal.

Lo anterior justifica que en este trabajo se proponga realizar un procedimiento de evaluación de aptitud de uso de la tierra para un nivel de planificación nacional o estatal, donde se considere decidir cual es el uso más adecuado de los terrenos forestales y de aptitud forestal. En el cual el riesgo de erosión hídrica con ausencia de vegetación sea el atributo principal, y los requerimientos de uso de los terrenos forestales se fundamenten en la evaluación de la severidad de efectos ambientales adversos

si la tierra no tuviera una cubierta vegetal y qué tan efectiva es esta cubierta en la protección contra estos efectos adversos. Por ello mediante un sistema simple se aportan los elementos de información geográficos que permitan determinar las zonas forestales para el estado de Guerrero, con los criterios de conservación, restauración y producción que indica el Reglamento de la Ley Forestal (RLF) publicado en 1994.

MATERIALES Y MÉTODOS

Procedimiento general de evaluación

Los principios y conceptos descritos en el esquema de evaluación de tierras con fines forestales de FAO (1985) fueron seguidos como base de planeación del procedimiento de evaluación. De acuerdo con dicho esquema, en principio en este trabajo se adquirió información para el requerimiento riesgo de erosión de los tipos de utilización de la tierra y de la cualidad resistencia a la erosión de las unidades de tierra. Subsecuentemente, se hace la comparación de la tierra con su uso, donde los requerimientos fueron comparados con las cualidades de cada unidad de tierra. La comparación proporcionó solamente una aptitud de uso de la tierra en términos de riesgo máximo de erosión.

De acuerdo con los fines de zonificación nacional estipulados en la legislación forestal, no se consideró necesario realizar el análisis social y económico para este nivel de planificación. Por ello las clases provisionales de aptitud de la tierra por zona forestal fueron estimadas con la aplicación de un modelo de riesgo de erosión.

Determinación de zonas forestales

Las características de la tierra que se usaron para estimar la cualidad de conservación, pérdida de suelo o susceptibilidad a la erosión, implicaron la aplicación de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) modificada por FAO (1980) y sin tomar en cuenta los factores humanos. Con ello se pretende calificar los tipos de utilización de la tierra de acuerdo a índices de capacidad de uso, donde las unidades de evaluación son áreas cartográficas clasificadas que representan tipos de vegetación y usos de la tierra con tasas de riesgo máximo de erosión. La ejecución de este método involucró aplicar un sistema de información geográfica a partir de la cartografía del Inventario Nacional Forestal Periódico (INFP) disponible para el área de estudio. Se obtuvieron mapas de erosividad por lluvia, de erodabilidad del suelo y del efecto de la pendiente en la erosión hídrica y con ellos se determinó la cobertura de riesgo máximo de erosión hídrica. Las zonas forestales resultaron de la combinación de las coberturas de vegetación, clases de pendiente, áreas de conservación y el mapa de riesgo máximo de erosión.

Organización y procesamiento de la base de datos

En virtud de que en las zonas 13 y 14 de la Proyección Universal Transversal de Mercator (PUTM) se localiza el estado de Guerrero, integrar en mapas específicos para esta entidad la información digital antes citada, requiere de una labor de aplicación de sistemas de información geográfica que no estaba contemplada en los objetivos de este trabajo, por lo que se seleccionó como área de estudio la zona 14, que comprende aproximadamente el 90%, de la superficie del estado de Guerrero. Solamente no abarca el área que se encuentra después del meridiano 102° al suroeste de la entidad, y limita con el estado de Michoacán y con el Océano Pacífico en la desembocadura del Río Balsas.

Se recurrió a la base de datos contenida en los mapas digitales que se encuentran en el sistema de información geográfica Arc/Info utilizado para llevar a cabo la zonificación nacional del Inventario Nacional Forestal Periódico. Mediante la asignación de atributos nuevos a las unidades cartográficas de cada uno de ellos, se elaboraron los mapas de erosividad por lluvia, de erosionabilidad del suelo y del factor de longitud e inclinación de la pendiente¹. Para estimar la pendiente con el modelo digital de elevación del terreno, en este trabajo se consideró la longitud de la pendiente igual a 90 metros, equivalente a la proyección horizontal de la pendiente en segmentos de tres segundos de arco de latitud y longitud. De tal manera que se consideraron parcelas de terreno con proyección horizontal de la pendiente en segmentos de tres segundos de arco de latitud y longitud. De tal manera que se consideraron parcelas de terreno con proyección horizontal de 90 por 90 metros e independientes entre una y otra. Esto es que el factor L de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo entre parcelas vecinas no se sumó. Además se aplicó un factor de corrección que dividió los valores para cada grado de inclinación de la pendiente de dicho factor por una constante igual a 2.554, que es el valor del factor L en un terreno con una pendiente del 9% de inclinación y 90 metros de longitud.

Comparación de la tierra con su uso

Para valorar la degradación permanente por erosión hídrica, se clasificaron los tipos de utilización de la tierra por la clase de pendiente del terreno. Por ello en este trabajo tomando en cuenta las tres clases de inclinación propuestas por FAO (1980), se clasificaron las unidades de tierra en cuatro grupos:

1. Terrenos con relieve plano o suavemente ondulado, con declives dominantes comprendidos entre el 0 y el 8% de pendiente.
2. Terrenos con pendiente fuertemente ondulada o en colinas con pendientes del 9 al 30%.
3. Terrenos fuertemente socavados o montañosos con declive superior al 30% de pendiente.

4. Áreas con más del 100% de pendiente, que por los criterios de zonificación deben ser consideradas zonas de conservación.

La comparación de los requerimientos de uso de la tierra con sus cualidades cobertura de vegetación y riesgo máximo de erosión, involucró cambios en los requerimientos de uso de la tierra y en la clasificación de las unidades de tierra. De esta manera en el Cuadro 1 se aprecia una evaluación directa con respecto al riesgo máximo de erosión, en la cual se asignó su relativa necesidad o beneficio de las clases de aptitud de la tierra para definir zonas forestales con los criterios siguientes:

1. En virtud de que las zonas forestales de conservación deben de mantener la vegetación natural y en su caso invariablemente realizar prácticas de conservación y restauración de suelos, el riesgo máximo de erosión no se tomó en cuenta.
2. En los terrenos que se pretende que están en uso productivo, consistió la calificación de aptitud en aceptar una pérdida de suelo anual menor a 25 toneladas por hectárea y cualquier terreno que pudiera producir más de 200 ton/ha/año se juzgó como no apto para ese tipo de uso. Tomando estos valores como límites entre apto y no apto, un rango de 50 a 200 ton/ha/año se consideró marginalmente apto, en el cual se deben de incorporar prácticas de conservación de suelo y un rango de 25 a 50 ton/ha/año como moderadamente apropiado.
3. En el caso de que la utilización del terreno sea para restauración, se determinó un orden de aptitud alto donde el riesgo máximo de erosión es mayor a una pérdida de suelo de 200 ton/ha/año, entre 50 y 200 como moderadamente apto, de 50 a 25 marginalmente apto y menor de 25 ton/ha/año no apto.

CUADRO 1. Clases provisionales de aptitud de la tierra por zona forestal para el estado de Guerrero por máximo riesgo de erosión.

Zonas Forestales	Pérdida de suelo en ton/ha/año			
	Alta A1	Moderada A2	Marginal A3	No apta N
Conservación	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna
Producción	menor de 25	de 25 a 50	de 50 a 200	mayor de 200
Restauración	mayor de 200	de 200 a 50	de 50 a 25	menor de 25

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Zonas forestales

¹ Sorani *et al.* (1997) reportan la construcción de mapas similares para la zonificación del Inventario Nacional Forestal Periódico.

El mapa de zonas de conservación incluye tres tipos de coberturas. Las zonas de conservación comprenden una superficie de 39 679 ha, que se diferencian en 4 760 ha de parques nacionales, 10 971 ha con pendientes mayores al 100% y 23 948 ha con vegetación de protección.

En el país con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA), se pretende regular el uso de los tipos de vegetación que puedan ser hábitat de especies de flora y fauna raras, en peligro de extinción, sujetas a protección especial o de difícil regeneración. Por ello en este estudio, se consideró como vegetación de protección además de los manglares a otros tipos de vegetación, como fue el caso de la vegetación hidrófila y la de dunas costeras, puesto que cumplen con funciones de protección a la fauna silvestre, a las corrientes de agua o a los terrenos susceptibles de erosionarse. Cabe hacer notar que en general a estos tipos de vegetación no es factible darles otro uso y su conservación es imprescindible como hábitat de especies de flora y fauna.

Las zonas forestales de restauración, los terrenos aptos para plantaciones forestales y las zonas de terrenos de productividad maderable se determinaron con la combinación de la cobertura de clases de máximo riesgo de erosión y las coberturas que identifican los bosques y selvas fragmentados, y las coberturas de los terrenos que tuvieron vegetación forestal y fueron cambiados a otros usos o que actualmente están en uso agropecuario.

Los criterios del Reglamento de la Ley Forestal para definir los terrenos con vegetación forestal de zonas áridas aptos para el aprovechamiento de recursos no maderables y los terrenos de productividad maderable alta o media se basan en el tipo de vegetación y en las características de cobertura de copa natural y la altura promedio de los árboles. Por ello los grupos de vegetación fueron considerados únicamente como requerimientos para definir estos tipos de posible uso forestal. En el Cuadro 2 se muestra la superficie ocupada por las diferentes zonas forestales.

CUADRO 2. Superficie estimada para cada zona forestal del estado de Guerrero

Zonas Forestales	Superficie	
	ha	%
Parques nacionales	4 760	0.1
Áreas arriba de 3 600 msnm	0	0
Superficie de pendiente > a 100%	10 971	0.2
Vegetación de protección	23 948	0.5
CONSERVACIÓN:	39 679	0.8
Áreas para aprovechar recursos no maderables	27 307	0.5
Terrenos de productividad maderable alta	1 055 676	20.5
Terrenos de productividad maderable media	1 322 039	25.7
Terrenos de productividad maderable baja	91 358	1.8

Zonificación de terrenos...

Áreas adecuadas para plantaciones forestales	397 367	7.7
PRODUCCIÓN:	2 893 747	56.2
Terrenos con degradación alta	1 229 534	23.9
Terrenos con degradación media	948 970	18.4
Terrenos con degradación baja	41 378	0.8
Terrenos en recuperación	0	0
RESTAURACIÓN:	2 219 882	43.1
TOTAL ZONAS FORESTALES:	5 533 308	100.0

Cabe hacer notar, que las zonas de productividad maderable alta y media corresponden exactamente a los tipos de bosques y selvas del mapa de vegetación y uso del suelo del Inventario Nacional Forestal Periódico. La ventaja que tiene el mapa de vegetación es que describe el tipo de vegetación a mayor detalle, esto es: "bosque de pino cerrado", "bosque de oyamel abierto", "selvas altas", etc. De esta manera la información para quien realice planes regionales, estatales o nacionales, le es más útil que consultar y evaluar las referidas coberturas de zonas de producción.

Esto significa que los criterios para definir zonas de producción maderable establecidos en el Reglamento de la Ley Forestal no cumplen con el objetivo de la zonificación que pretende orientar un manejo adecuado y reducir la degradación de los recursos forestales, porque para ello se requiere de información de otras cualidades de la vegetación no solamente la cobertura de copa o la altura media del arbolado. De ahí que la descripción de los tipos de vegetación antes referidos de una mejor idea de las condiciones de manejo a que debe ser sometida la vegetación forestal.

Lo anterior se refuerza con lo que refiere FAO (1985) en un ejemplo de evaluación para producción de madera a partir de bosques naturales, donde el tipo principal de fuente de información es un inventario forestal, el cual da una estimación detallada de la madera aprovechable por unidad de área y por especie. Si se asume por simplicidad que el volumen total aprovechable puede tomarse como factor de diagnóstico, por ejemplo en una región húmeda un volumen de más de 150 m³/ha podría ser altamente satisfactorio, mientras que mediante un análisis económico aproximado, cualquier volumen menor a 40 m³/ha sería antieconómico para extraerlo y por lo tanto se califica como no apto.

De hecho los resultados del Inventario Nacional Forestal Periódico proporcionan esta información, para cada tipo de vegetación y subprovincia fisiográfica y está dentro de una base de datos geográficamente referenciada, por lo que en un mapa de zonificación sería factible incorporarla.

Los criterios de zonificación del Reglamento de la Ley Forestal consideran tres clases de degradación por erosión: alta, media y baja. Con la metodología desarrollada en este trabajo, la clase de degradación baja es un tanto fingida para tratar de cumplir con lo indicado en dicho reglamento. Simplemente con definir el riesgo de erosión permisible mínimo para considerar un terreno con vegetación forestal fragmentada como degradado es suficiente, porque en caso de que se determine una pérdida de suelo anual mínima o nula, estos terrenos se podrán clasificar como de producción maderable baja.

Las zonas de restauración indican aquellos terrenos que no poseen vegetación arbolada o ésta es limitada a pequeñas áreas, presentan diversos niveles de degradación y en los cuales se pueden realizar acciones de forestación y reforestación con fines de protección a otros recursos, o con fines de uso agroforestal. A su vez, la clasificación realizada permite jerarquizar aquellos terrenos que tienen altos o medios niveles de degradación, y por lo tanto resultan prioritarios para las acciones de conservación de suelos. También para una restauración efectiva, se puede tener una idea aproximada de los terrenos con potencial para integrar programas de atención a áreas críticas, que tengan como componente fundamental las causas que ocasionaron los desmontes y cambio de uso del suelo.

Clasificación provisional de aptitud de la tierra

Como se refirió anteriormente, el mapa de vegetación y uso del suelo del Inventario Nacional Forestal Periódico proporciona una clasificación que puede ser utilizada para definir zonas de producción forestal, al disponer de información más precisa que el mapa de zonificación. Por lo anterior, se propusieron clases de aptitud de la tierra para las zonas forestales de producción y restauración, donde el riesgo máximo de erosión se consideró como la principal cualidad de la tierra (Cuadro 3).

De acuerdo a la clase de pendiente, esta cualidad de la tierra tiene mayor significado en los terrenos en los que es factible desde un punto de vista físico utilizarlos con fines forestales o agropecuarios. La presencia de una cubierta vegetal protectora es significativa a medida que la inclinación y longitud de la pendiente aumenta (Figueroa *et al.*, 1991). Por consiguiente, se puede sugerir para el área de estudio que los terrenos con pendientes mayores al 30% y con vegetación natural deben continuar en uso forestal, con fines de conservación y protección al suelo. Una cubierta forestal con cobertura de copa cerrada por ejemplo, disminuye los valores de pérdida de suelo estipulada en el Cuadro 3 hasta 40 veces, con lo que el riesgo de erosión se evalúa como imperceptible. Además en esta situación las prácticas de cambio de uso del suelo o las silvícolas que dejan descubierto los terrenos por periodos muy largos deben ser muy restringidas con condiciones de manejo que mitiguen la pérdida de suelo por erosión hídrica y el Estado debe de estimular y apoyar con subsidios la recuperación de las áreas que se encuentran sin vegetación natural.

En terrenos con pendientes menores al 30%, el riesgo de erosión puede ser aceptable o moderado, esto significa que estas áreas es factible utilizarlas para cultivos agrícolas. La conveniencia o no de llevar a cabo un cambio de uso del suelo debe obedecer más a consideraciones económicas sociales y de impacto a otros recursos.

Por ello el modelo ensayado en este estudio, es la base para definir lineamientos sobre diferentes tipos de manejo forestal que determinen que terrenos con ciertas clases de pendientes podrían permanecer como bosque protector o cuales dedicarse a la producción maderable de acuerdo con el riesgo de erosión estimado. Además con el modelo, la combinación de los atributos de la vegetación, las características de la pendiente y el riesgo máximo de erosión apoya la emisión de lineamientos de política de producción, restauración y conservación apropiados para clases de uso forestal por región o entidad federativa. Además el procedimiento cuantitativo de evaluación de aptitud de uso de la tierra estudiado identifica y localiza áreas con diferentes capacidades de uso de la tierra y de acuerdo con FAO (1985) su nivel de planificación es nacional o provisional.

Sin embargo, evidentemente se encontraron diversas limitaciones en el sistema ensayado, que requieren ajustes complementarios. Algunos de estos deben ser sobre el modelo en sí mismo. Se advierte de la necesidad de llevar a cabo investigación adicional para validar el uso de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo en México y en particular para condiciones forestales. Un aspecto muy importante es el establecimiento de niveles de tolerancia de pérdida de suelo por erosión hídrica que tome en cuenta diversos aspectos, incluidos el impacto que causa en la calidad del agua, en la pérdida de productividad de la tierra y en los costos de recuperar o conservar los recursos suelo y agua en un terreno y en una región determinada.

Algunas otras limitaciones derivan de la base de información utilizada. El mapa de vegetación y uso del suelo, requiere incorporarle ajustes debido a una comprobación de campo. Los valores de inclinación de la pendiente estimados con base en el modelo digital de elevación del terreno no fueron probados. En cuanto a la estimación de la erosividad de la lluvia y erosionabilidad del suelo tiene errores por estar basada en unidades cartográficas de escala pequeña (1:1,000,000) y la variabilidad espacial dentro de cada unidad es una restricción importante, puesto que obviamente no son homogéneas las unidades y esto es una dificultad para cualquier clase de evaluación.

Una alternativa que no fue ensayada en este estudio fue la de partir de la clasificación de tierras del Sistema de Ordenamiento Ecológico del Territorio Nacional (SI-ORDECO), que a un nivel de planificación nacional o estatal considera como unidades de clasificación las provincias y subprovincias fisiográficas, en escalas de trabajo de 1,250,000 a 1:1,000,000. Spurr y Barnes (1982) definen este nivel como Distrito de Tierra, que se caracteriza por tener un patrón distintivo de aspectos

geomorfológicos, del relieve y de la vegetación asociada. Además estos autores afirman que tales clasificaciones son mucho menos precisas que otros métodos de estimación de productividad del sitio, sin embargo, aportan un primer paso importante para un manejo forestal extensivo, para estimar la productividad de madera de un sitio y su capacidad de soportar cierto tipo de especies.

Por ello se sugiere que en estudios con objetivos similares al presente y que sean de mayor detalle, se utilice la clasificación fisiográfica que propone el SIORDECO. Esto es factible con el aporte de sistemas de información geográfica, el modelo digital de elevación del terreno, la información cartográfica del Inventario Nacional Forestal Periódico y la utilización de imágenes de satélite recientes. Además aporta los beneficios que refiere Jones citado por Arteaga (1983): "La clasificación de la productividad del sitio a partir de las características fisiográficas sirve para varios propósitos. A través de la creación de estas unidades se pretende agrupar áreas relativamente homogéneas en cuanto a la capacidad para producir madera y dinámica sucesional y consecuentemente que éstas sirvan de base para evaluar la productividad y para la prescripción silvícola. Los tipos de sitios basados en la fisiografía del terreno también han servido de base para determinar la capacidad de uso del suelo tales como agricultura, fauna silvestre, recreación y producción de madera".

Lo anterior está relacionado estrechamente con lo determinado en el Artículo 23 BIS del Decreto por el que se Reforma la Ley Forestal (SEMARNAP, 1997), en el que se propone la promoción de unidades de manejo forestal en las distintas regiones forestales o cuencas hidrográficas. Esto es que las autoridades gubernamentales responsables de instrumentar dichas unidades, tomen en cuenta los sistemas terrestres del SIORDECO y propongan una evaluación de tierras con las consideraciones económicas sociales y de impacto a otros recursos para determinar zonas de productividad maderable homogéneas.

Por otra parte lo que se llevó a cabo en este trabajo, fue la etapa del proceso de confrontación o cruce de la evaluación de tierras que conduce a una clasificación provisional de aptitud. Una etapa posterior, es el análisis de las consecuencias esperadas de los sistemas alternativos de los usos de la tierra considerando tres aspectos: impacto ambiental, rentabilidad económica y las consecuencias sociales de cada cambio alternativo en el uso o manejo de la tierra. Sin embargo, para un propósito ambicioso de la evaluación como es esta etapa, la comparación de formas alternativas de uso necesitan disponer de un mayor grado de interacción con investigaciones económicas y sociales a fin de encontrar tecnologías de aprovechamiento, conservación y restauración que respondan a los problemas y necesidades de la población local.

Agrega FAO (1985) al respecto, que el grado de análisis económico depende primeramente de sí la evaluación pretende aportar lineamientos de política solamente,

en cuyo caso el análisis puede ser llevado en términos globales. Por ello es una evaluación de tierras para manejo forestal con fines de conservación a nivel nacional o estatal, las valoraciones económicas cuantitativas no son necesarias, porque su utilidad a este nivel es para una planificación indicativa que apoye mediante el establecimiento de lineamientos de política a reducir la degradación de los recursos naturales y a recuperar terrenos de aptitud preferentemente forestal afectados por procesos de degradación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La estimación de la erosión permisible y la determinación del factor cobertura vegetal en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo en terrenos Forestales debe ser tema de investigación interdisciplinaria. Los valores utilizados en este trabajo son resultado de estudios hechos con objetivos muy diferentes. Para la zonificación nacional se propone que se deben establecer tasas de tolerancia a la erosión por cuenca hidrográfica.
2. El efecto de la inclinación y longitud de la pendiente fue importante en el área de estudio, por el efecto multiplicativo que tiene en la pérdida de suelo por erosión hídrica. Con el apoyo del modelo digital de terreno se pueden definir clases más precisas de terrenos, que tomen en cuenta el tipo de fisiografía y pendiente.
3. Los actuales criterios de zonificación son deficientes. Como parte de la Reforma al Reglamento de la Ley Forestal que se autorizará próximamente, se sugiere definir los usos de los terrenos forestales de acuerdo a una clasificación internacional con mayor reconocimiento, como es el de grupos amplios de uso de la tierra para fines forestales (FAO, 1986), que considere áreas críticas y bosques para producción y protección.
4. Adicionalmente de definir zonas forestales el procedimiento cuantitativo de evaluación de aptitud de uso de la tierra en un nivel de planificación nacional o estatal, identifica y localiza áreas con diferentes capacidades de uso de la tierra. Con la combinación de los atributos de la vegetación, las características de la pendiente y el riesgo máximo de erosión sugiere este procedimiento, un rango amplio de usos de la tierra apropiados para regiones forestales, e implica un apoyo para determinar lineamientos de política de producción, restauración y conservación acordes para cada entidad federativa.
5. En caso de que se pretendan determinar clases de productividad maderable, éstas deben ser a partir de áreas con características fisiográficas similares, a fin de disponer e un marco de referencia para una evaluación de tierras más detallada a nivel de distrito, región forestal o municipio, que sirva para analizar aspectos de impacto ambiental, rentabilidad econó-

mica y consecuencias sociales de las prescripciones silvícolas y de protección a otros recursos.

LITERATURA CITADA

- ARTEAGA M., B. 1983. Índice de sitio para *Pinus patula* Schl et Cham, en la región Chignahuapan-Zacatlán, Puebla. Tesis de Maestría en Ciencias. Programa Forestal. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. p. 34.
- BASINSKI, J.J. 1984. Land evaluation some general considerations. Workshop at the CSIRD. Division of Water and Land Resources. Camberra, Australia. pp. 59-65.
- DRIESEN, P.M. 1986. Erosion hazards and conservation needs as a function of land characteristics and qualities. In Siderius, W. (1986) q.v. pp.32-39.
- FAO. 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. UNESCO PNUMA: Roma. 86 p.
- FAO. 1985. Evaluación de tierras con fines forestales. Estudio FAO Montes 55. Roma. 157 p.
- FAO. 1986. Ordenación forestal de los trópicos para uso múltiple. Estudio FAO Montes 48. Roma. 106 p.
- FIGUEROA S., B.; A. AMANTE O.; H.G. CORTÉS T.; E. OSUNA C.; J.M: RODRÍGUEZ O.; F.J. MORALES F. 1991. Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión. Colegio de Postgraduados. Centro Regional para Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas. México, D.F. 150 p.
- MILLINGTON, A.C. 1986. Reconnaissance scale soil erosion mapping using a simple geographic information system in the humid tropics. In Siderius, W. (1986) q.v. pp. 64-81.
- ORTÍZ S., M.; M. ANAYA G.; J. ESTRADA W. 1994. Evaluación, cartografía y políticas preventivas de la degradación de la tierra. CONAZA, CP y UACH. México, D.,F. p. 111.
- PUNTES, R. 1986. Risk of land degradation as main criterion for land evaluation. In BEEK K.J., P:A: Burrough y D.E. McCormack (1986) q.v. pp. 53-56.
- SARH. 1993. Ley Forestal. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Dirección General Jurídica . Méx. 64 p.
- SARH. 1994a. Reglamento de la Ley Forestal. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Dirección General Jurídica. Méx. 59 p.
- SARH. 1994b. Memoria Nacional del Inventario Nacional Forestal Periódico. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Subsecretaría Forestal. SARH. Méx. p. 110.
- SEMARNAP. 1997. Decreto por el que se reforma la Ley Forestal. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Diario Oficial de la Federación del 20 de mayo de 1997. (Órgano Oficial del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos). México, D.F. pp. 32-47.
- SPURR, S.H.; B.V. BARNES. 1982. Ecología Forestal. Traducción de Carlos L. Raigorodsky Z. AGT EDITOR. México. pp. 333-334.
- YOUNG, A. 1984. Land evaluation for agroforestry: the tasks ahead. ICRAF Working Paper 22, Nairobi, pp. 10-11.

CUADRO 3. Clases provisionales de aptitud de la tierra para zonas forestales de producción y restauración para el Estado de Guerrero.

Zonas forestales	Clases provisionales de aptitud por máximo riesgo de erosión				Grupo de vegetación Superficie	
	Alta A1 <de 25	Moderada A2 26 a 60	Marginal A3 61 a 200	No apta N >a 200	Error	Total
Clases de terreno por tipo de pendiente	(ton/ha/año)				(ha)	
TERRENOS DE PRODUCTIVIDAD MADERABLE ALTA						
De 0 a 8%	15,045	17,194	34,472	2,166		68,877
De 9 a 30%	0	2,183	112,228	325,032		439,443
De 31 a 100%	0	0	866	542,384		543,250
> de 100%				3,869		3,869
Vegetación de cobertura de copa cerrada					238	1,055,676
TERRENOS DE PRODUCTIVIDAD MADERABLE MEDIA						
De 0 a 8%	46,868	39,965	69,375	831		157,039
De 9 a 30%	0	5,137	220,130	400,878		626,145
De 31 a 100%		0	3,639	531,396		535,035
> de 100%				2,965		2,965
Vegetación de cobertura de copa abierta					854	1,322,039
TERRENOS DE PRODUCTIVIDAD MADERABLE BAJA						
De 0 a 8%	91,358	37,402	100,501	5,765		235,026
De 9 a 30%	0	3,976	164,853	332,313		501,142
De 31 a 100%	0	0	3,276	342,263		345,539
> de 100%				1,618		1,618
Vegetación arbolada fragmentada					2,534	1,085,859
TERRENOS PARA APROVECHAR RECURSOS NO MADERABLES						
De 0 a 8%	1,391	1,152	1,487	23		4,053
De 9 a 30%	0	100	9,049	7,527		16,676
De 31 a 100%	0	0	41	6,434		6,475
> de 100%				92		92
Otros tipos de vegetación					10	27,307
TERRENOS CON DEGRADACIÓN MEDIA Y BAJA						
De 0 a 8%	5,765	100,501	37,402	91,358		235,026
De 9 a 30%	332,313	164,853	3,976	0		501,142
De 31 a 100%	342,263	3,276	0	0		345,539
> de 100%	1,618	0	0	0		1,618
Vegetación arbolada fragmentada					2,534	1,085,659
TERRENOS CON DEGRADACIÓN ALTA						
De 0 a 8%	11,829	277,875	283,142	397,367		970,213
De 9 a 30%	668,904	467,769	9,722	0		1,146,395
De 31 a 100%	548,801	3,499	0	0		552,300
> de 100%	2,425	0	0	0		2,425
TERRENOS EN USO ACTUAL AGROPECUARIO					14,825	2,686,157