



Vivir Mejor

Ordenamiento del uso del suelo para producción de especies no maderables de uso múltiple en el estado de Nuevo León

Oscar Ulises MARTINEZ BURCIAGA, Humberto de la FUENTE SAUCEDO y Guillermo MEDINA GARCIA



**GOBIERNO
FEDERAL**

SAGARPA

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

www.gobiernofederal.gob.mx

www.sagarpa.gob.mx

www.inifap.gob.mx



inifap
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Centro de Investigación Regional Noreste
Campo Experimental Saltillo
Saltillo, Coahuila. Diciembre de 2011
Folleto Técnico No 45 . ISBN: 978-607-425-724-3



Vivir Mejor

**Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo
Rural, Pesca y Alimentación**

Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda
Secretario

MSc. Mariano Ruíz-Funes Macedo
Subsecretario de Agricultura

Ing. Ignacio Rivera Rodríguez
Subsecretario de Desarrollo Rural

Ing. Ernesto Fernández Arias
Subsecretario de Fomento a los Agronegocios

MSc. Jesús Antonio Berumen Preciado
Oficial Mayor

**Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias**

Dr. Pedro Brajcich Gallegos
Director General

Dr. Salvador Fernández Rivera
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

MSc. Arturo Cruz Vázquez
Coordinador de Planeación y Desarrollo

Lic. Marcial A. García Morteo
Coordinador de Administración y Sistemas

Centro de Investigación Regional Noreste

Dr. Sebastián Acosta Núñez
Director Regional

Dr. Jorge Elizondo Barrón
Director de Investigación, Innovación y Vinculación

M. C. Nicolás Maldonado Moreno
Director de Planeación y Desarrollo

M. A. José Luís Cornejo Enciso
Director de Administración

M. C. Gustavo Javier Lara Guajardo
Director de Coordinación y Vinculación

**ORDENAMIENTO DEL USO DEL
SUELO PARA LA PRODUCCIÓN DE
ESPECIES NO MADERABLES DE
USO MÚLTIPLE EN EL ESTADO DE
NUEVO LEÓN**

Oscar Ulises MARTÍNEZ BURCIAGA¹
Humberto de la FUENTE SAUCEDO²
Guillermo MEDINA GARCÍA³

¹Investigador del Campo Experimental Saltillo

²Investigador del Campo Experimental General Terán

³Investigador del Campo Experimental Zacatecas

Contenido

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	2
Ordenamiento del uso del suelo.....	3
Causas y riesgos de erosión.....	5
Zonificación y capacidad de uso del suelo.....	7
Potencial productivo.....	9
MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
Determinación del potencial productivo.....	13
Determinación de los riesgos la erosión del suelo.....	15
Acopio de Información de variables de clima, suelo y topografía.....	15
Integración de la información de variables de clima, suelo y topografía.....	15
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
Candelilla (<i>Euphorbia antisyphilitica</i> Zucc.).....	18
Chamizo (<i>Atriplex canescens</i> Pursh Nutt.).....	20
Guayule (<i>Parthenium argentatum</i> A.Gray.).....	22
Engordacabras (<i>Dalea bicolor</i> Humb).....	24
Lechuguilla (<i>Agave lechuguilla</i> Torr.).....	26
Maguey (<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck.).....	28
Nopal Forrajero (<i>Opuntia rastrera</i> F.A.C. Weber.).....	30
Orégano (<i>Lippia graveolens</i> H.B.K.).....	32
Sotol (<i>Dasylirion cedrosanum</i> Trel.).....	34
Consideraciones del estudio.....	36
Resultados de erosión potencial y actual.....	38
CONCLUSIONES.....	43
LITERATURA CITADA.....	44

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
 Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina
 Delegación Coyoacán, C. P. 04010 México D. F. Teléfono
 (55) 3871-8700

Ordenamiento del uso del suelo para la producción de especies no maderables de uso múltiple en el estado de Nuevo León

ISBN: 978-607-425-724-3

Primera Edición 2011

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito a la Institución.

Índice de Cuadros

Cuadro		Pág.
1	Superficies con potencial productivo para Candelilla (<i>Euphorbia antisyphilitica</i> Zucc.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.....	18
2	Superficies con potencial productivo para Chamizo (<i>Atriplex canescens</i> Pursh Nutt.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.....	20
3	Superficies con potencial productivo para Guayule (<i>Parthenium argentatum</i> A.Gray.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.....	22
4	Superficies con potencial productivo para Engordacabra (<i>Dalea bicolor</i> Humb.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.....	24
5	Superficies con potencial productivo para Lechuguilla (<i>Agave lechuguilla</i> Torr.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.....	26
6	Superficies con potencial productivo para Maguey (<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.....	28
7	Superficies con potencial productivo para Nopal Forrajero (<i>Opuntia rastrera</i> F.A.C. Weber) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.....	30
8	Superficies con potencial productivo para Orégano (<i>Lippia graveolens</i> H.B.K.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.....	32

9	Superficies con potencial productivo para Sotol (<i>Dasyilirion cedrosanum</i> Trel.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.....	34
---	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Índice de Figuras

Fig.		Pág.
1	Distribución de áreas con potencial productivo para Candelilla (<i>Euphorbia antisyphilitica</i> Zucc.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.....	19
2	Distribución de áreas con potencial productivo para Chamizo (<i>Atriplex canescens</i> Pursh Nutt.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.....	21
3	Distribución de áreas con potencial productivo para Guayule (<i>Parthenium argentatum</i> A.Gray.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.....	23
4	Distribución de áreas con potencial productivo para Engordacabras (<i>Dalea bicolor</i> Humb.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.....	25
5	Distribución de áreas con potencial productivo para Lechuguilla (<i>Agave lechuguilla</i> Torr.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.....	27
6	Distribución de áreas con potencial productivo para Maguey (<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.....	29
7	Distribución de áreas con potencial productivo para Nopal forrajero (<i>Opuntia rastrera</i> F.A.C. Weber) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.....	31

8	Distribución de áreas con potencial productivo para Orégano (<i>Lippia graveolens</i> H.BK.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.....	33
9	Distribución de áreas con potencial productivo para Sotol (<i>Dasyllirion cedrosanum</i> Trel.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.....	35
10	Mapa de riesgo la erosión potencial en el estado de Nuevo León.....	39
11	Mapa de riesgo la erosión actual en el estado de Nuevo León.....	41

ORDENAMIENTO DEL USO DEL SUELO PARA LA PRODUCCIÓN DE ESPECIES NO MADERABLES DE USO MULTIPLE EN EL ESTADO DE NUEVO LEÓN

Oscar Ulises MARTÍNEZ BURCIAGA¹
Humberto de la FUENTE SAUCEDO²
Guillermo MEDINA GARCIA³

INTRODUCCION

En términos generales, en las regiones áridas y semiáridas del estado de Nuevo León, el potencial productivo para cultivos básicos o de importancia económica es bajo, debido principalmente a la escasa disponibilidad de agua tanto de precipitación directa como de otras fuentes y también por el estado actual de deterioro de los suelos como consecuencia de la acción erosiva de los factores naturales y del mismo hombre en su afán de obtener a veces de manera indiscriminada sus bienes de consumo.

Sin embargo, en estas áreas, no obstante las limitaciones que imponen estos factores, es importante el desarrollo de las actividades productivas dado que de ellas dependen muchas familias que generan además, considerables volúmenes de alimentos y otros productos que satisfacen en parte las necesidades de los pobladores de las áreas urbanas.

Por lo tanto, es importante la búsqueda de opciones productivas que se adecuen a las condiciones impuestas por los factores agroclimáticos que signifiquen ingresos económicos para los productores y sobre todo que ayuden a regenerar la vegetación natural en las áreas desprovistas de ella y mediante

¹ MC. Investigador del Programa de Investigación de Agrometeorología y Modelaje. Campo Experimental Saltillo.

² MC. Investigador del Programa de Investigación de Agrometeorología y Modelaje. Campo Experimental General Terán.

³ Dr. Investigador del Programa de Investigación de Agrometeorología y Modelaje. Campo Experimental Zacatecas.

un uso adecuado, poder establecer sistemas de explotación eficientes.

En éste aspecto, existen muchas opciones productivas de especies vegetales que aunque no son originales de las mismas regiones, pueden adaptarse y producir con buen potencial.

El estudio del potencial productivo de las especies vegetales que se consideran en este trabajo, identifica las áreas que reúnen las características que son requeridas por cada una de las especies vegetales para producir con buen potencial, de manera que, mediante su explotación, además de ayudar a la preservación de los recursos, proporcione satisfactores económicos para quienes los explotan.

Por otro lado, dado que la información que se contempla para un estudio de tal magnitud es inmensa y la precisión requerida para que los resultados puedan ser aplicados con la mayor precisión posible, se utilizan herramientas innovadoras como son los Sistemas de Información Geográfica (SIG), los cuales facilitan el procesamiento y análisis de tal cantidad de información y los presenta con salidas de datos espacialmente geo-referenciados (Bosque, 1992).

Por lo cual, la información resultante es presentada en una serie de cuadros y figuras con referencias geográficas que harán posible que la información sea más fácilmente interpretable para su uso en campo por los técnicos responsables de la planeación de las actividades productivas de las zonas áridas y semiáridas del Estado.

ANTECEDENTES

En las regiones áridas y semiáridas del estado de Nuevo León, las tierras han sido utilizadas sin estudios previos que muestren cual es el tipo de uso más adecuado y cual es el efecto ambiental de los diferentes usos. Muchos tipos de usos de las tierras

(agrícolas, pecuarios y forestales), son hechos de forma y en lugares inadecuados, lo que ha resultado en pobreza, degradación ambiental, explotación económicamente ineficiente y pérdida de recursos naturales como suelo y agua.

Por lo tanto, esto representa un reto en la planeación y manejo sustentable de los recursos naturales, ya que de la integración del manejo de los recursos depende su rehabilitación y/o restauración; caso especial es el suelo, el cual como recurso limitado en superficie y posibilidades productivas, aunado a la distribución de la tenencia de la tierra, dificulta la aplicación de prácticas de manejo innovadoras que van en contra de formas de manejo tradicionales (Martínez, 2006).

La evaluación de suelos tiene su mayor aplicación en la selección de un uso apropiado y sustentable para cada tipo de suelo y la formulación de propuestas que involucren formas alternativas de uso de este recurso, así como la identificación de las principales necesidades de manejo. El ordenamiento involucra esta evaluación y debe basarse en la asignación del uso del suelo considerando la aptitud, los recursos naturales, la distribución de los asentamientos humanos y sus actividades socioeconómicas.

Ordenamiento del uso del suelo

En forma general, se puede decir que los proyectos de ordenamiento tienen como objetivo principal asignar el uso del suelo de acuerdo a su aptitud, tomando en cuenta criterios de preservación, restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente.

El ordenamiento productivo de los suelos debe estar considerado dentro de un programa de desarrollo rural. Un plan de desarrollo rural sólo puede alcanzar sus objetivos si se toman en cuenta las tierras existentes y su aptitud de uso, su capacidad de producir alimentos, madera, y otros elementos útiles al hombre. El arreglo de los sistemas de producción en base a

parámetros económicos y con el objetivo de aumentar la rentabilidad de las familias rurales, pasa necesariamente por el mantenimiento del suelo productivo a lo largo del tiempo y por el restablecimiento del equilibrio original que tiene influencia directa sobre la circulación del agua en la naturaleza (Martínez, 2006).

La importancia del ordenamiento territorial radica en la perspectiva de orientar y regular los procesos de utilización y ocupación del espacio (planificación del uso de la tierra) en base a la aptitud del suelo, mediante la distribución y localización ordenada de las actividades y usos del territorio, en armonía con el medio ambiente y en concordancia con el desarrollo humano (CINFA, 2003).

Un requerimiento inicial para el desarrollo de un ordenamiento productivo, es contar con una subdivisión del espacio agropecuario. Entre los múltiples criterios que pueden utilizarse para la zonificación, los más importantes para responder a los requerimientos del análisis del riesgo son los de carácter edafo-climáticos, así como los de uso actual y potencial del suelo (Bonett, 2001).

Para llevar a cabo el ordenamiento, se requiere de una evaluación ambiental basada en dos conceptos claves: la regionalización y la evaluación de la capacidad del territorio para sostener una política ambiental, actividad o uso específico. La capacidad implica una evaluación del estado presente de los recursos, sin introducir modificaciones previas al ambiente para adecuarlo a la política ambiental o al uso que se destinará al territorio (Cendrero, 1989).

El modelo de ordenamiento de una región se debe de realizar mediante el análisis y organización de las actividades productivas, basadas en las características del territorio y potencialidades de uso de los recursos, promoviendo la conservación y restauración de los ecosistemas, todo ello con

una visión sostenible que permita prever los conflictos de uso y degradación de los ecosistemas por efecto de las actividades antrópicas.

Dentro del ordenamiento, la erosión es un factor determinante a considerar en la evaluación de la aptitud de los suelos, ya que las clases de suelos están en función del grado de riqueza o pobreza de nutrientes para los cultivos. La mayor cantidad de materia orgánica o nutrientes se localiza en la parte superficial del suelo, que es la más expuesta al arrastre y/o acarreo de sus partículas de su lugar de origen ya sea por acción del agua o el viento (Torres, 1981) ó factores biológicos, en este último el hombre tiene una participación importante.

Causas y riesgos de erosión

La erosión puede tener varias causas y normalmente cuando nos encontramos frente a un proceso erosivo es por la combinación de varias de estas causas no por una sola de ellas. Aunque estos procesos pueden ser naturales, casi siempre encontramos la mano del hombre en su desencadenamiento. Las causas principales se relacionan estrechamente a la disminución y pérdida de la cubierta vegetal, producto de la remoción directa de las actividades que realiza el hombre en su búsqueda de satisfacer sus necesidades y, a las labores de cultivo o prácticas de manejo, muchas veces inadecuadas que utiliza para lograrlo.

Existen varios modelos simples y complicados para predecir la erosión a nivel de suelo, parcelas, campo y cuencas. Estos modelos varían en sus requerimientos de insumos y en su habilidad de predecir otros procesos agrícolas tales como hidrología, nutrientes, pérdidas por lixiviación u otros procesos y producción de cultivos. Es necesario comprender los procesos de la erosión del suelo para reducir o eliminar eficientemente la erosión (Estrucplan, 2007).

Para la estimación de la erosión se han desarrollado modelos cualitativos y cuantitativos; entre los primeros, destaca la cartografía de unidades homogéneas en función de los parámetros principales que controlan el proceso erosivo (erosividad de la lluvia, suelo, vegetación, topografía), con otros atributos de ajuste más subjetivos. Los modelos cuantitativos permiten la estimación numérica de la erosión y pueden tener una evaluación directa o indirecta. La evaluación directa se desarrolla en terreno, por medición en parcelas de erosión o por la medición de variables, tales como sedimentos en el agua y los simuladores de lluvia, cuyos datos son extrapolados a zonas homogéneas. Los métodos de evaluación indirecta están asociados a modelos que son representaciones simplificadas de la realidad; entre estos podemos distinguir modelos estadísticos, modelos físicos y modelos paramétricos (Almorox *et al.*, 1994).

Pueden usarse varios métodos empíricos para calcular la erosión total laminar y en surcos en un segmento de pendiente, entre los que se encuentran: la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (Universal Soil Loss Equation) (Wischmeier y Smith, 1978); el Método Onstad Foster (Onstad y Foster, 1975), y la Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelos (Revised Universal Soil Loss Equation - RUSLE), (Renard *et al.*, 1991).

Los modelos empíricos destacan por su amplia utilización, de ellos el más usado ha sido el de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), especialmente adaptado para evaluar las pérdidas de suelo por erosión laminar y surcos. Su bondad depende del rigor con que los cinco multiplicandos que componen la ecuación, reproduzcan las condiciones del medio al interpretar los mecanismos erosivos por sus causas y efectos (Almorox *et al.*, 1994).

La USLE es un método que utiliza seis factores: erosividad de la lluvia (R), susceptibilidad de erosión del suelo (K), largo de la pendiente (L), magnitud de la pendiente (S), cubierta y manejo de cultivos y residuos (C), y prácticas de conservación (P), para

estimar la pérdida de suelos promedio (A) por el período de tiempo representado por R, generalmente un año (Jones *et al.*, 1994).

Diversos investigadores han aplicado el modelo EUPS. Millas (1977), estimó la erosión en 8,8 y 9,9 ton/ha¹ año en dos series de suelos graníticos en Cauquenes (rotación de papas, trigo y avena asociada a pradera) y Riquelme (1994), en esta misma serie de suelo, la estimó en 8,8 ton/ha¹ año, con un cultivo de trigo y labranza tradicional, Peña (1980, 1982) en Santa Bárbara y posteriormente Gaete (1999), en Galvarino, obtuvieron una buena correspondencia entre las estimaciones del modelo y los resultados de las parcelas de erosión.

Por otra parte, la elaboración de un plan de ordenamiento productivo además de incluir la identificación y localización de los riesgos a la erosión, deberá considerar la aptitud natural de los terrenos para que conjuntamente con la determinación del potencial productivo de los mismos, se generen las propuestas de producción más acordes con la sustentabilidad del recurso y con la satisfacción de las demandas que del suelo se requieren.

Zonificación y capacidad de uso del suelo

Las metodologías para la evaluación del medio ambiente con fines de planificación ambiental o manejo integrado de recursos tienen dos enfoques diferentes: el analítico y el sintético. El primero considera la naturaleza de la superficie terrestre como una integración de elementos o características naturales que pueden ser representadas y evaluadas por separado, para determinar su capacidad de uso. El enfoque sintético, por otro lado, considera la superficie de la tierra como un conjunto de unidades ambientales, con rasgos bióticos y abióticos homogéneos (McHarg, 1969).

Un requerimiento inicial para el desarrollo de un ordenamiento productivo, es contar con una subdivisión del

espacio agropecuario. Entre los múltiples criterios que pueden utilizarse para la zonificación, los más importantes para responder a los requerimientos del análisis del riesgo son los de carácter edafo-climáticos, así como los de uso actual y potencial del suelo (Bonett, 2001).

La zonificación es un método ampliamente aceptado como instrumento de manejo integrado, el cual se aplica en la resolución de los conflictos que pueden surgir en la asignación de actividades o usos del suelo, al igual que en la designación de áreas de conservación que preserven la continuidad de los procesos biológicos y la productividad de los sistemas naturales (Slam y Clark, 1989).

SEDUE (1988) publicó un manual donde se establece la metodología y las técnicas particulares de zonificación ecológica y evaluación de la capacidad de uso del suelo. Dentro de estas técnicas, se considera la definición de unidades ambientales bajo una estructura de regionalización jerárquica que utiliza diferentes criterios o factores ambientales a distintos niveles (o escalas), puesto que al considerar unidades cada vez menores, se requiere incluir criterios más específicos.

El término "capacidad de uso del suelo" se refiere al potencial de un suelo como recurso para desarrollar diferentes cultivos y formas de agricultura. Para su determinación se toman en consideración y se relacionan las propiedades de los suelos, las características topográficas del terreno, el clima, los requerimientos del cultivo y uno o varios niveles tecnológicos de referencia. En este sentido, la evaluación de la capacidad de uso del suelo identifica las áreas donde los requerimientos ecológicos de las especies se satisfacen dentro de un régimen de manejo dado. Normalmente, se trata de clasificar las áreas con base en el potencial productivo, según las limitaciones intrínsecas del sitio como el clima, los suelos y la topografía. El conocimiento de la capacidad del suelo representa un elemento clave en la planificación de los usos del suelo (Znick, 1996; Verheye, 1997)

pues, una utilización acertada del mismo es una premisa fundamental para conseguir un desarrollo sostenible, sobre todo si consideramos que todas las actividades antrópicas que fomentan la ocupación del espacio, particularmente en las áreas más dinámicas, pueden ocasionar la degradación del medio edáfico y, finalmente, provocar la pérdida total del recurso (Año *et al.*, 2005).

A nivel nacional, la evaluación de la capacidad de uso se basa principalmente en datos de clima globales y continentales que definen los patrones de precipitación y temperatura anual y por temporada, mientras que a nivel regional, se describe mejor utilizando la distribución de recursos primarios físicos controlados por el clima y la superficie geológica.

Potencial productivo

La determinación del potencial productivo constituye la base para elaborar proyectos de viabilidad en aspectos económicos, ecológicos y/o sociales que puedan contribuir en gran medida a mejorar las condiciones de vida de los habitantes de las poblaciones cuyas actividades se relacionen con la explotación de dichos recursos. Para esto, es fundamental iniciar una correcta planeación y programación para lo cual se debe de realizar un análisis de las condiciones agroecológicas, de alternativas tecnológicas de producción y manejo de las especies, y sobre todo de las necesidades de los productores (Ortiz, 1990).

Determinar áreas con potencial productivo es básicamente una zonificación en la cual se divide la superficie de la tierra en unidades más pequeñas, que tienen características similares relacionadas con la aptitud del suelo, la producción potencial y el impacto ambiental.

La importancia de esta zonificación radica en que los aprovechamientos que se planeen deberán ser en condiciones

más productivas y con un riesgo menor dado que las áreas determinadas deberán reunir las condiciones agro-climáticas que las especies requieren para producir con buen potencial (Ruiz *et al.*, 1999).

Para estudios del potencial productivo existen muchas metodologías desarrolladas que consideran criterios muy distintos pero que conllevan al mismo objetivo que es zonificar o delimitar áreas en base al potencial productivo de los recursos, esto con el propósito de asignar su uso en base a la aptitud que sostienen de manera que las explotaciones sean rentables y sostenidas y preserve el potencial de las mismas.

La zonificación puede realizarse utilizando, primeramente, métodos agroclimáticos en los cuales se determina, en diferentes grados de precisión, las relaciones de parámetros agroclimáticos con la respuesta del cultivo y, posteriormente, con métodos agroecológicos en donde se involucran otros factores como suelo, topografía, biota y factores aerotécnicos (Primault, 1979).

Los métodos agroclimáticos y agroecológicos abarcarían apenas el marco biofísico de la regionalización, dejando al descubierto los aspectos socioeconómicos que constituyen el segundo marco de referencia que debe tomarse en cuenta en estos trabajos; por lo tanto, un tercer grupo de métodos de regionalización lo constituyen los métodos integrales, que toman en cuenta los dos marcos de referencia: el biofísico y el socioeconómico (Romo, 1985).

Por su parte Inzunza (1991) considera que además de tomar en cuenta el potencial agroclimático, la planeación debe de complementarse con estudios de la productividad del suelo para el mejor aprovechamiento de los recursos de una manera científica y con grandes posibilidades de lograr el objetivo trazado. Menciona que en México se ha prescindido de este enfoque como una herramienta útil para la introducción de

nuevas especies o de la expansión de las ya establecidas debido a la falta de metodologías adecuadas.

Muchos trabajos de regionalización se han realizado en el ámbito mundial, pero escasos los correspondientes a la América Latina (García, 1979). En México, la planificación agrícola ha prescindido de esta herramienta debido principalmente, a la falta de metodologías adecuadas. (Inzunza, 1991).

Las metodologías iniciales para estudio de los recursos naturales se dieron a luz en Costa Rica en el decenio de los sesenta las cuales generalmente utilizaban volúmenes grandes de información de todo tipo, suelos, clima, geología, hidrología, recursos socioeconómicos, etc., sin la debida integración que diera resultados eficientes para la planeación. Posteriores estudios quizá ya con cierto nivel de integración culminaron en proyectos de regionalización pero aún con muchas deficiencias de integración. Ultimamente, surge interés por los denominados estudios integrados y son presentadas nuevas metodologías y enfoques que persiguen una planificación eficiente sin embargo, no han llegado a concentrarse en estudios específicos aptos para tal fin (García, 1983).

La metodología más común utilizada en México ha sido las caracterizaciones clima-planta las cuales han servido para identificar áreas con igual potencial de respuesta de los recursos naturales (FAO, 1978). Esta metodología ha tenido aceptación por su adaptación a la disponibilidad de información existente y a la flexibilidad y poca complicación de su metodología.

Otras metodologías han sido utilizadas para conjuntar los efectos climáticos y edáficos como la desarrollada por Hernández y Villa (1993) para regionalizar las áreas en función del déficit de humedad en el suelo.

En el INIFAP, los estudios de potencial productivo se han basado principalmente en caracterizaciones del medio físico y

hasta cierta forma, se han involucrado factores del medio socioeconómico. De estos estudios han surgido los marcos de referencia que han sido la base para planear acciones de generación o aplicación de tecnología la cual en muchos de los casos, se ha podido extrapolar a áreas con similitud de condiciones.

Lo más reciente utilizado para la determinación del potencial productivo, son técnicas de mayor precisión y con mayor poder integrador de los factores que se involucran en la producción. Estas técnicas se basan en la utilización de Sistemas de Información Geográfica (SIG) que se desarrollan mediante el uso de computadora. Esta metodología esta a la vanguardia en el manejo de la información obtenida de imágenes de satélite, fotografías aéreas, y de toda la información presentada en mapas o en bases de datos geo-referenciados (Martínez y Lara, 2003).

Los SIG incorporan datos con diversas características y diversos tipos de representación. Se acostumbra diferenciar por lo menos dos tipos de representación: la vectorial (como los mapas, por ejemplo), y la matricial o raster (como las imágenes, por ejemplo). La existencia de múltiples formas de representación aumenta el potencial de utilización del sistema, debido a varias causas: datos provenientes de fuentes distintas tienen, en general, formas diferentes y no siempre la conversión de la representación tiene sentido; variados métodos de manipulación pueden requerir representaciones diferentes. En definitiva, los Sistemas de Información Geográfica amplían enormemente las posibilidades de análisis que brindan los mapas convencionales, además de facilitar su almacenamiento y visualización (Chuvienco, 1998).

MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño del plan de ordenamiento se realizó para las regiones áridas y semiáridas del estado de Nuevo León, situado en la

región noreste de México, entre los 23° 15' y 27° 50' de Latitud Norte (LN) y 98° 20' y 101° 24' de Longitud Oeste (LW).

Para el ordenamiento de las actividades productivas, se zonificaron las áreas de acuerdo al potencial productivo de las especies forestales no maderables de mayor importancia económica. Se identificaron además, los riesgos a la erosión a fin de determinar las limitaciones productivas y el manejo más adecuado con respecto a este factor. Los procedimientos y metodologías utilizadas para el logro de estas actividades, se presentan a continuación.

Determinación del potencial productivo

Los parámetros edafo-climáticos utilizados en el presente trabajo se derivaron del Sistema de Información Climática del INIFAP, el cual proviene de un proceso de acopio, manejo, análisis e interpretación de datos diarios de temperatura máxima, temperatura mínima, precipitación y evaporación, correspondientes a estaciones meteorológicas de tipo ordinario pertenecientes a la red de estaciones de la Comisión Nacional del Agua en Nuevo León. Incluye también variables edáficas, de uso del suelo y topográficas escala 1:250,000 del INEGI.

Dependiendo de la especie, algunos de los parámetros utilizados en el proceso de identificación de áreas potenciales fueron: temperatura máxima media anual, temperatura mínima media anual, temperatura media anual, temperatura media del ciclo de la especie, precipitación acumulada promedio anual, precipitación acumulada promedio para el período de la especie, altitud, pendiente del terreno, tipo de suelo, textura, salinidad y profundidad.

Para la elaboración de los mapas, primero se conjuntaron los requerimientos de las diferentes especies, los cuales fueron obtenidos de revisión bibliográfica, resultados de experimentos del INIFAP y de la experiencia de diversos investigadores. Una

vez que se contó con un mínimo de requerimientos, se determinaron las áreas geográficas con buen potencial. Los requerimientos considerados fueron los siguientes:

Especie	Altitud m.s.n.m	Precip. mm.	Temp. °C	Pend. %	Textura del Suelo
Candelilla	400-500	200-350		3-20	Media y Gruesa
Chamizo	0-2000	150-500		0-12	Media y Gruesa
Guayule	1000-2133	200-500	17-26	0-20	Media y Gruesa
Engordacabras	500-2800	350-500		0-12	Media y Gruesa
Lechuguilla	950-1990	200-500	16-26	4-20	Media y Gruesa
Maguey	500-2700	250-500	16-23	0-12	Media y Gruesa
Nopal forrajero	10-2500	150-1000	15-25	0-8	Media y Gruesa
Orégano	1000-2000	250-500	17-21	4-12	
Sotol	1000-2350	200-500	16-21	4-20	

El procedimiento de identificación de áreas potenciales para las especies, consistió en un análisis multicriterio llevado a cabo mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG) IDRISI (Eastman, 1999). Este análisis se basó en la comparación de los requerimientos clima-suelo de las especies, contra las condiciones ambientales de la región de estudio (Medina *et al*, 1997). A partir de las imágenes temáticas producidas, se generó la cartografía de cada una de ellas, exportando las imágenes y convirtiéndolas a vectores en formato "shapefile" con el SIG ArcView 3.2 (ESRI, 1999), los cuales se editaron para obtener los mapas temáticos. Para cada especie se obtuvo la imagen de las áreas con potencial, así como el número de hectáreas que representan. Las especies consideradas en este estudio se presentan a continuación.

- Candelilla *Euphorbia antispyhillitica* Zucc.
- Chamizo *Atriplex canescens* Pursh Nutt.
- Guayule *Parthenium argentatum* A.Gray.
- Engordacabra *Dalea bicolor* Humb
- Lechuguilla *Agave lechuguilla* Torr.
- Maguey *Agave salmiana* Otto ex Salm-Dyck.
- Nopal forrajero *Opuntia rastrera* F.A.C. Weber.

- Orégano *Lippia graveolens* H.B.K
- Sotol *Dasyilirion cedrosanum* Trel.

Determinación de riesgos a la erosión del suelo.

Acopio de Información de variables de clima, suelo y topografía.

Para el acopio de información se recurrió a las fuentes de información oficiales como el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) para las variables edáficas y del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) para las variables climáticas.

Integración de la información de variables de clima, suelo y topografía.

La elaboración de mapas para evaluar el riesgo a la erosión hídrica fue basada en la aplicación de conceptos y herramientas de los SIG, utilizando el modelo conocido como Ecuación Universal de la Pérdida del Suelo (Wischmeier y Smith, 1978), adaptado por la FAO (1980). Esta ecuación es un modelo empírico de predicción, desarrollado para predecir pérdidas de suelo promedio anual por hectárea, debidas a erosión laminar y en canalillos. La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo involucra los siguientes factores (Wischmeier y Smith, 1978):

$$A = R K L S C P$$

En donde:

- A = Pérdida anual de suelo (ton/ha)
- R = Erosividad de la lluvia (MJ mm/ha hr)
- K = Erosionabilidad del suelo (ton hr/MJ mm)
- L = Factor por longitud de pendiente (adimensional)
- S = Factor por grado de pendiente (adimensional)
- C = Factor por cubierta vegetal (adimensional)
- P = Factor por prácticas de manejo (adimensional)

Los factores RKLS le dan magnitud a la erosión potencial; al incluir el efecto de la cobertura actual (C), se estimará la erosión actual; al incluir el factor C1 correspondiente al valor de C con manejo adecuado, se estimará la erosión con prácticas de manejo de cobertura; finalmente al multiplicar RKLSC1P, se obtendrá la erosión esperada en caso de contar con manejo de cobertura y prácticas mecánicas.

Los mapas o imágenes tipo vector fueron transformados a imágenes tipo raster para su manejo en el Sistema de Información Geográfica IDRISI® el cual permite hacer combinaciones de temas mediante clasificación y sobreposición de mapas, ubica y cuantifica las superficies con características requeridas. En el sistema raster, los polígonos son divididos en cuadrículas o píxeles en los cuales, cada pixel adopta un valor de acuerdo a la variable considerada representando mayor exactitud a medida que los píxeles o cuadrículas son menores. En este proyecto, se generó la información en cuadrículas de 90 x 90 m que representan una superficie de 0.81 hectáreas lo que se puede considerar como un nivel muy bueno de precisión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La combinación de los factores del medio físico mediante el Sistema de Información Geográfica, permitió generar las coberturas georreferenciadas de las áreas potenciales de cada una de las especies en consideración.

Partiendo de las bases de datos previamente elaboradas de los factores climáticos, edáficos y topográficos, el estudio permitió diferenciar áreas con características similares que propician ambientes en los cuales las especies vegetales pudieran tener su mejor desarrollo. En una primera fase, cada uno de estos factores físicos fue analizado de manera independiente para determinar su distribución espacial en los rangos requeridos por las especies. De aquí resultaron mapas binarios que señalan las áreas que están o no están dentro de estos rangos.

En la siguiente fase se combinaron los factores mediante la sobreposición de los diferentes mapas y en la cual, los puntos coincidentes del terreno, se seleccionaron como los que reúnen los requerimientos agroclimáticos en cada una de las especies. De esta acción, también resultaron mapas binarios en los cuales se basó la contabilidad de la superficie con potencial para cada uno de los Distritos de Desarrollo Rural del estado.

Por otra parte, en cuanto a los factores considerados, generalmente para este tipo de especies, los requerimientos agroclimáticos no son muy demandantes de cantidad y calidad de sus atributos por lo que cualquiera de éstas, se adapta muy fácilmente a las condiciones que se presenten aunque, quizá no se expresen con su máximo potencial productivo.

En términos generales, la precipitación es el factor que mayor influencia tiene en el potencial productivo de las especies vegetales y su presencia o ausencia se refleja notoriamente en el aspecto físico que presentan. Sin embargo, no necesariamente una condición lluviosa debe propiciar mayor potencial productivo y más para las especies vegetales propias de estas regiones en los que otros factores como la profundidad del suelo, textura, pendiente y la presencia de alguna fase física o química entre otras, puede ser determinante en la expresión de su potencial productivo.

Dada la naturaleza de este estudio, los resultados que se obtienen generalmente están referidos a áreas geográficas que aunque, en esta publicación se presentan en mapas convencionales, están soportados en mapas digitales con atributos de latitud, longitud y altitud que muy fácilmente pueden guiarnos a localizar dichas áreas geográficas. Se presenta en seguida los resultados en cuanto a la distribución y superficies con potencial productivo.

Candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.)

De esta especie se obtiene cera la cual es usada por la industria de cosméticos y farmacéutica. También se usa para la fabricación de lubricantes, adhesivos, aislantes eléctricos y velas. La producción depende de las condiciones agroclimáticas y del estado de la planta. De manera natural se pueden obtener producciones superiores a 60 kg/ha de cera de aproximadamente 1500 plantas/ha, la cual puede incrementarse si se cultiva técnicamente.

Las áreas potenciales para esta especie se presentan por Distrito de Desarrollo Rural (DDR) en el Cuadro 1. La distribución de estas áreas se señala en la Figura 1.

Cuadro 1. Superficies (ha) con potencial productivo para Candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.

DISTRITO DE DESARROLLO RURAL				TOTAL
ANAHUAC	APODACA	MONTE-MORELOS	GALEANA	
0	102,598	0	0	102,598

De acuerdo a los resultados mostrados en el Cuadro 1, la candelilla se encuentra distribuida en su totalidad en el Distrito de Desarrollo Rural Apodaca ubicado en la parte centro del estado, principalmente en los municipios de General Escobedo y García.

La superficie potencial es de 102,598 ha. En este distrito, la superficie con potencial productivo se ubica en su mayoría en las condiciones más áridas en las cuales, no más del 20% de las demandas de agua son suplidas por la precipitación pluvial.

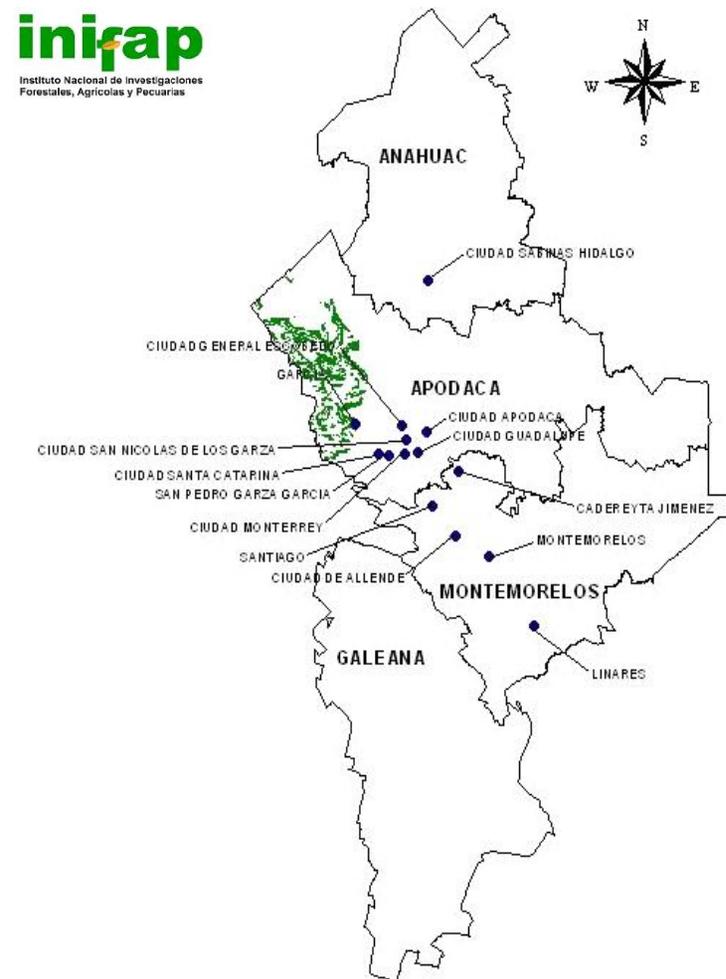


Figura 1. Distribución de áreas con potencial productivo para Candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.

Chamizo (*Atriplex canescens* Pursh Nutt.)

Es una especie forrajera con alto contenido de proteína y energía metabolizable que puede ser aprovechada durante cualquier época del año en la alimentación del ganado caprino o bovino mediante el pastoreo. Alcanza de 1 a 2 m de altura al segundo año de su establecimiento y produce en forma sostenida aproximadamente 2.5 ton/ha de materia seca.

Las superficies con potencial productivo se presentan en el Cuadro 2. La distribución en los Distritos de Desarrollo Rural se presenta en la Figura 2. De acuerdo a los resultados que se presentan en el Cuadro 2, aproximadamente el 25% de la superficie del Estado posee potencial productivo para esta especie vegetal. En total, 1,612,598 ha se distribuyen en todos los Distritos de Desarrollo Rural del Estado, principalmente en los de Anáhuac, Apodaca y Galeana.

Cuadro 2. Superficies con potencial productivo para Chamizo (*Atriplex canescens* Pursh Nutt.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.

DISTRITO DE DESARROLLO RURAL				TOTAL
ANAHUAC	APODACA	MONTE-MORELOS	GALEANA	
613,649	333,613	1,707	663,629	1,612,598

Esta especie pudiera verse limitada quizá, solamente en áreas de altitudes elevadas (mayores de 2000 msnm) y en suelos poco profundos principalmente del tipo litosol. Las áreas potenciales incluyen también superficies que la mayoría de las especies no pueden utilizar por poseer algún grado de salinidad.

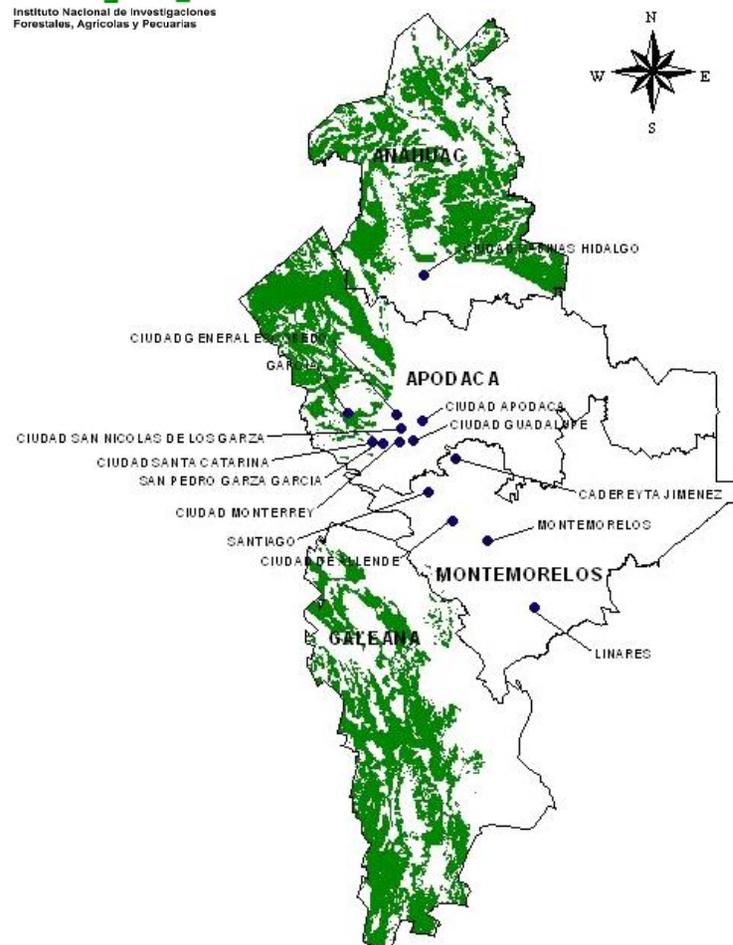


Figura 2. Distribución de áreas con potencial productivo para Chamizo (*Atriplex canescens* Pursh Nutt.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.

Guayule (*Parthenium argentatum* A. Gray)

Es una especie de ecosistemas áridos y semiáridos de cuya planta se obtienen productos y subproductos como latex, resinas, caucho, bagazo para diferentes usos como elaboración de guantes de cirugía, condones, ligas, llantas, preservantes de madera, pesticidas, plastificantes, combustibles, etc. Se estima que el contenido de latex en los tallos puede alcanzar el 10% del peso total.

Las áreas que tienen potencial productivo para esta especie se presentan por Distrito de Desarrollo Rural en el Cuadro 3 y su distribución geográfica se presenta en la Figura 3.

Cuadro 3. Superficies con potencial productivo para Guayule (*Parthenium argentatum* A.Gray.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.

DISTRITO DE DESARROLLO RURAL				TOTAL
ANAHUAC	APODACA	MONTE-MORELOS	GALEANA	
635	20,218	3,153	453,511	477,517

Como se puede apreciar en el Cuadro 3, en el estado de Nuevo León es poca la superficie que reúnen las condiciones que requiere el guayule para producir con buen potencial. Estas condiciones se presentan en 477,517 ha distribuidas en todos los distritos pero principalmente en el de Galeana ubicado en la parte sur del estado.

La distribución geográfica de estas áreas tal como se puede apreciar en la Figura 3, es en zonas de altitudes mayores a los 1000 msnm y con condiciones de precipitación por debajo de los 300 mm anuales.

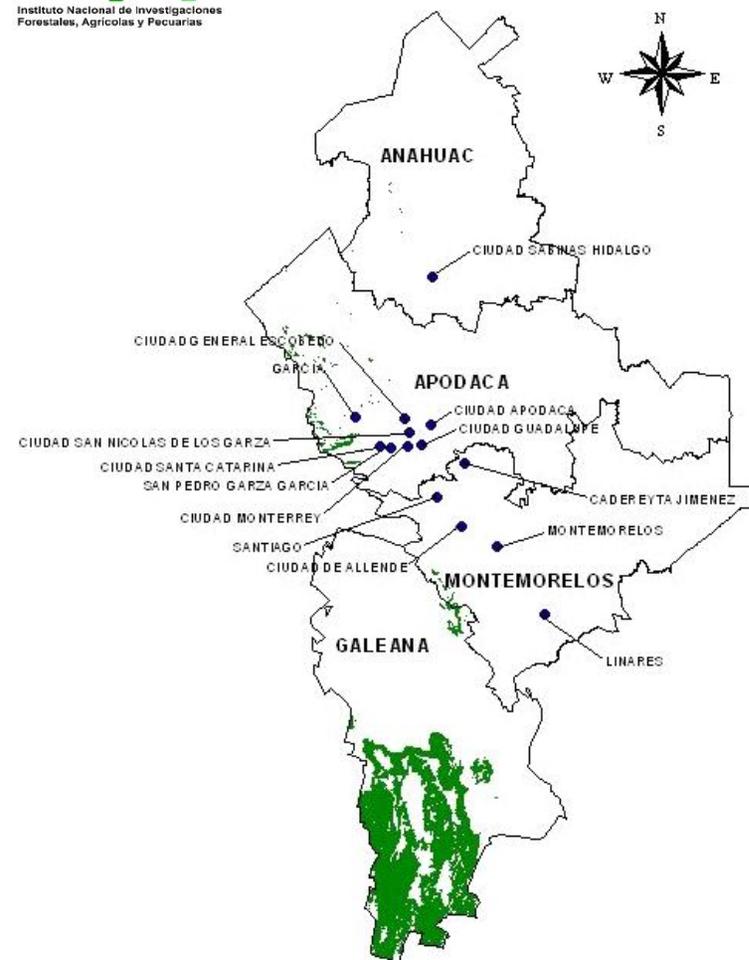


Figura 3. Distribución de áreas con potencial productivo para Guayule (*Parthenium argentatum* A. Gray) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.

Engordacabras (*Dalea bicolor* Humb.)

Es una planta forrajera para el ganado, además se utiliza como planta ornamental en las zonas áridas y como planta medicinal para el tratamiento de trastornos digestivos. Representa una opción productiva para áreas con problemas de salinidad tanto del suelo como del agua. Posee una composición nutricional muy similar al de la alfalfa, con cerca de 15% de proteína cruda y 40.7% de fibra bruta. La producción esperada de materia seca es de aproximadamente 4.2 ton/ha y puede incrementarse hasta más de 5.0 ton/ha.

En el Cuadro 4 se presentan las áreas con potencial productivo para esta especie y en la Figura 4, se muestra la distribución geográfica de estas áreas.

Cuadro 4. Superficies con potencial productivo para Engordacabras (*Dalea bicolor* Humb.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León

DISTRITO DE DESARROLLO RURAL				TOTAL
ANAHUAC	APODACA	MONTE-MORELOS	GALEANA	
42,068	135,506	2,641	618,185	798,400

Para esta especie, la superficie con potencial productivo es de 798,400 ha y se distribuye en los cuatro Distritos de Desarrollo Rural que conforman el estado. En relación a la superficie total del Estado, esta superficie representa apenas el 12.4% del total y la mayor parte se concentra en el DDR de Galeana sin embargo, también se encuentra en considerables proporciones en los DDR de Apodaca. De acuerdo a esta distribución, la altitud sobre el nivel del mar y la precipitación pudieran ser los factores que determinan la composición de las áreas potenciales.

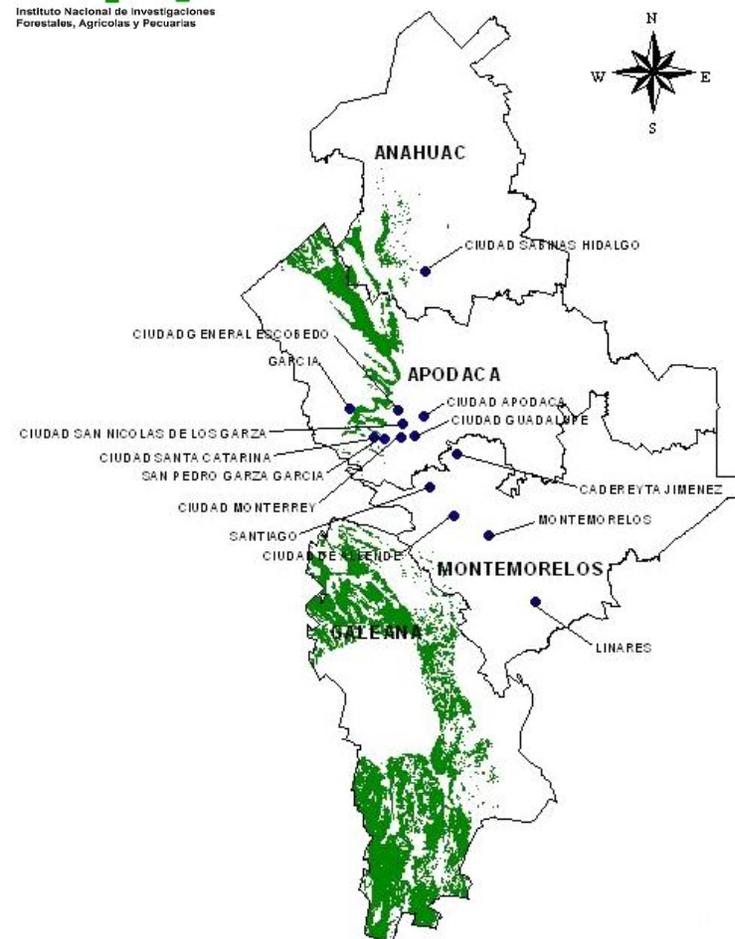


Figura 4. Distribución de áreas con potencial productivo para Engordacabras (*Dalea bicolor* Humb.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.

Lechuguilla (*Agave lechuguilla Torr.*)

Las áreas con potencial productivo se presentan en el Cuadro 5 y la distribución geográfica se presenta por Distrito de Desarrollo Rural en la Figura 5.

De acuerdo a los valores mostrados en el Cuadro 5, apenas el 3.7% de la superficie estatal posee las características agroclimáticas que requiere la lechuguilla para producir con buen potencial. La distribución es casi en su totalidad en el distrito de Galeana. Aunque se puede decir que son pocos los factores que restringen las áreas con potencial productivo de esta especie, factores como la altitud sobre el nivel del mar y valores de baja pendiente y salinidad pueden ser los que más superficie discriminan.

Cuadro 5. Superficies con potencial productivo para Lechuguilla (*Agave lechuguilla Torr.*) de acuerdo al riesgo potencial de erosión en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.

DISTRITO DE DESARROLLO RURAL				TOTAL
ANAHUAC	APODACA	MONTE-MORELOS	GALEANA	
842	27,527	2,981	209,032	240,382

El aprovechamiento de esta especie en las áreas con potencial productivo es una buena opción para la reconversión productiva de las áreas agrícolas que han sido abandonadas, dada la rusticidad y adaptación a condiciones de suelos pobres y baja precipitación y que además puede ser una alternativa para recuperar los ecosistemas degradados de las zonas áridas y semiáridas, deteniendo los procesos erosivos a los que actualmente están sometidas estas áreas. Además, también representa una buena fuente de ingresos y empleo muy importante para los pobladores de la región.

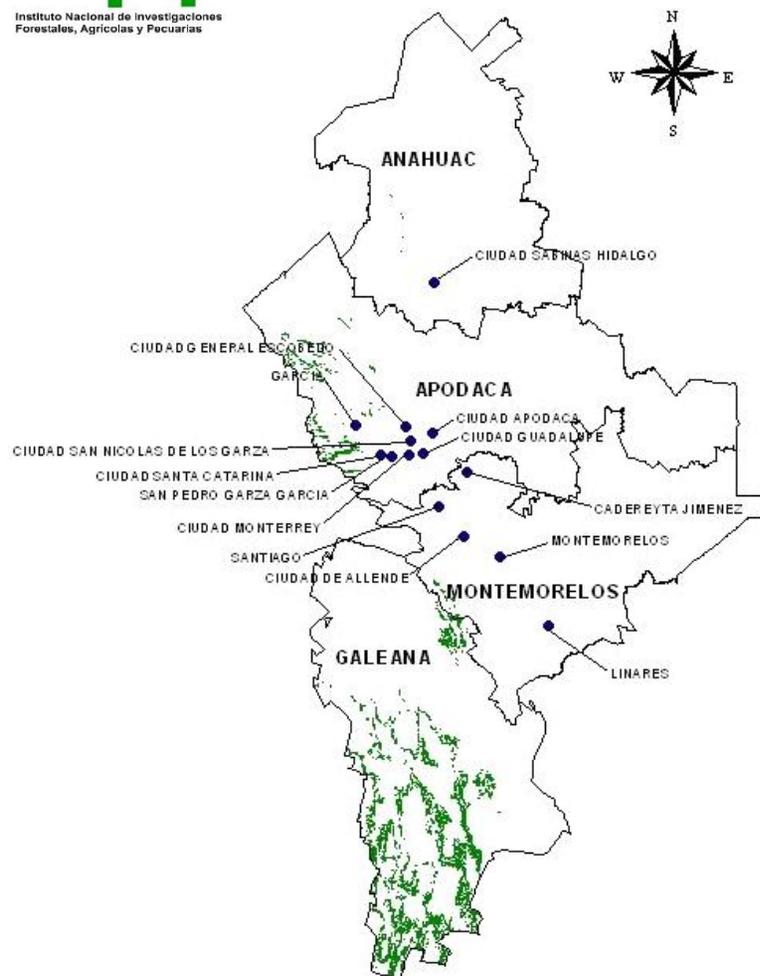


Figura 5. Distribución de áreas con potencial productivo para Lechuguilla (*Agave lechuguilla Torr.*) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.

Magüey (*Agave salmiana Otto ex Salm-Dyck.*)

Es fuente de forraje para las épocas de sequía; se utiliza en la elaboración de bebidas alcohólicas y, en menor grado, para la extracción de fibras y las pencas como combustible. Mediante un buen manejo de la plantación pueden producir por diez años, obteniéndose alrededor de 42 toneladas de materia seca por hectárea.

Las superficies que se presentan en el Cuadro 6 corresponden a las áreas potenciales para esta especie en cada uno de los Distritos de Desarrollo Rural. La Figura 6 muestra la distribución de estas áreas. La superficie potencial de magüey es también limitada ya que representa apenas el 13.2% del total del estado y se distribuye en todos los distritos aunque en mayor proporción en el de Galeana y Apodaca. Estas áreas se encuentran en municipios como Escobedo, García y Galeana.

Cuadro 6. Superficies con potencial productivo para Magüey (*Agave salmiana Otto ex Salm-Dyck.*) de acuerdo al riesgo potencial de erosión en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León

DISTRITO DE DESARROLLO RURAL				TOTAL
ANAHUAC	APODACA	MONTE-MORELOS	GALEANA	
43,134	289,215	1,759	513,229	847,337

El aprovechamiento productivo de esta especie requiere consideraciones sobre todo de manejo en el cual, se pueda planear su establecimiento de manera que se promueva la conservación del suelo, quizá combinada con otras especies o promoviendo plantaciones que cubran la mayor parte del suelo posible, así como parte de estrategias para el diseño de sistemas de conservación tanto del suelo como del agua.

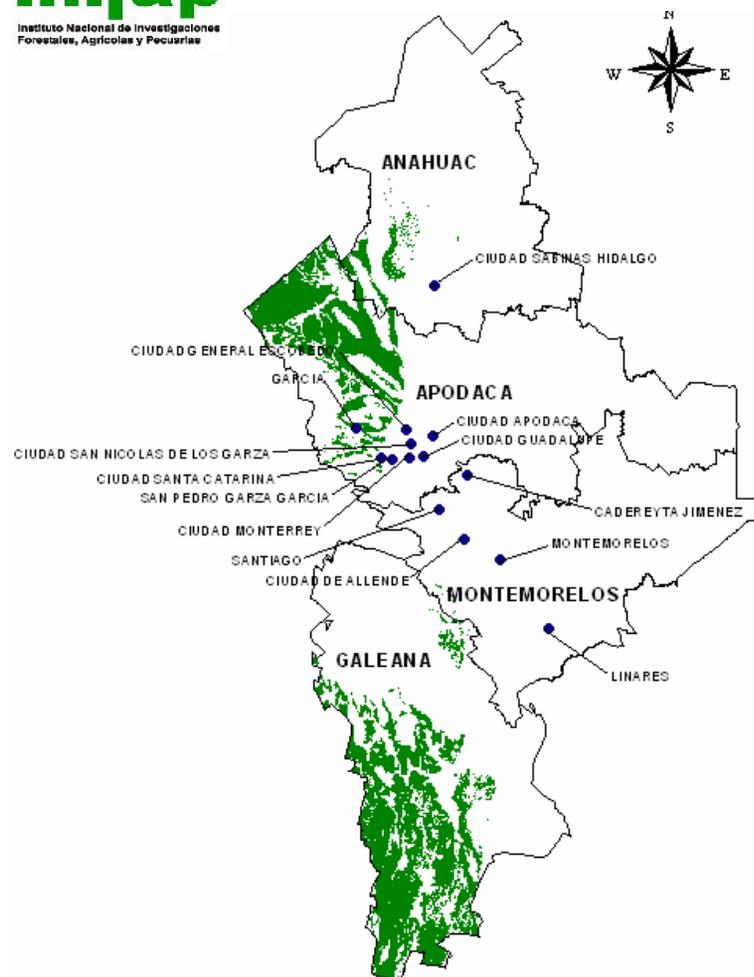


Figura 6. Distribución de áreas con potencial productivo para Magüey (*Agave salmiana Otto ex Salm-Dyck.*) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.

Nopal Forrajero (*Opuntia rastrera* F.A.C. Weber)

Su uso es principalmente como forraje en las zonas áridas y semiáridas sobre todo cuando escasean otros forrajes. De manera natural se pueden obtener 15 ton/ha por turno de aprovechamiento y de manera cultivada, más de 55 ton/ha.

Las superficies de los Distritos de Desarrollo Rural que tienen las características de los factores agroclimáticos que esta especie requiere para adaptarse y producir con buen potencial se presentan en el Cuadro 7 y su ubicación geográfica se muestra en la Figura 7. De las especies consideradas en este estudio, el nopal forrajero se constituye como la especie con mayor superficie potencial dado que su ámbito natural, es prácticamente lo que está presente en el Estado. A excepción de las áreas con pendientes mayores de 8% y las ocupadas por cuerpos de agua, ciudades y zonas de riego, casi todas pueden ocuparse para la producción de esta especie vegetal.

Cuadro 7. Superficies con potencial productivo para Nopal Forrajero (*Opuntia rastrera* F.A.C. Weber) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.

DISTRITO DE DESARROLLO RURAL				TOTAL
ANAHUAC	APODACA	MONTE-MORELOS	GALEANA	
647,274	745,796	306,763	620,777	2,320,610

De acuerdo a los valores que se muestran en el Cuadro 7, la superficie potencial es de 2,320,610 ha las cuales representan el 36.1% del total estatal y se distribuyen en proporciones considerables en todos los Distritos de Desarrollo Rural. El DDR Apodaca concentra el 32.1% de la superficie potencial y en un poco menor proporción se encuentran los distritos de Anáhuac y Galeana con el 27.9 y 26.7% respectivamente.

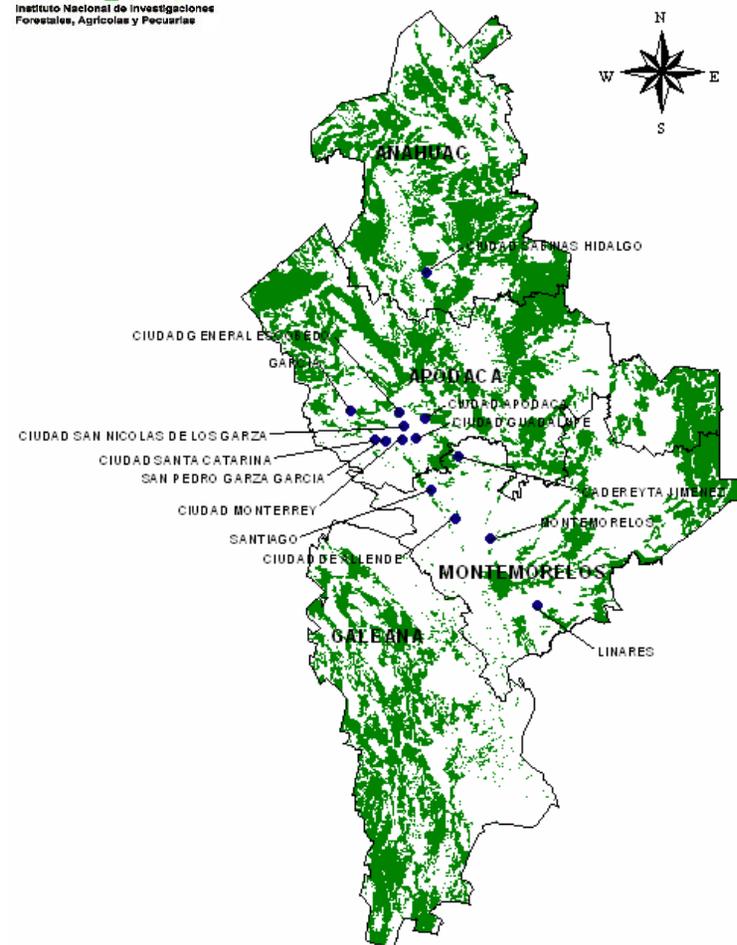


Figura 7. Distribución de áreas con potencial productivo para Nopal Forrajero (*Opuntia rastrera* F.A.C. Weber) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.

Orégano (*Lippia graveolens* H.B.K.)

Es una especie que tiene demanda en el sector farmacéutico, de los licores y cosmético, además de la industria alimenticia, conservera y semillera. Su uso práctico en cocina es el de aromatizante por excelencia de muchos alimentos. También la herboristería lo consume ampliamente por sus propiedades tónicas, digestivas, estomacales y antiasmáticas. Se puede esperar una producción de 1,442 kg/turno de hoja seca en plantaciones de 10,000 plantas/ha.

Los resultados del estudio del potencial productivo para esta especie se presentan en el Cuadro 8, por Distrito de Desarrollo Rural y en la Figura 8, se muestra la distribución geográfica de dichas áreas en el estado de Nuevo León.

Cuadro 8. Superficies con potencial productivo para Orégano (*Lippia graveolens* H.B.K.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.

DISTRITO DE DESARROLLO RURAL				TOTAL
ANAHUAC	APODACA	MONTE-MORELOS	GALEANA	
52	4,374	564	168,004	172,994

En comparación a otras especies, de manera general se puede apreciar que no es mucha la superficie potencial que tiene esta especie en el Estado la cual ocupa un poco menos del 2.7% de la superficie total y principalmente se encuentra en la parte sur del Estado en el distrito de Galeana. Estas áreas con potencial se encuentran en terrenos situados por encima de los 1,000 m sobre el nivel del mar y no más de 2000, lo que se puede considerar como la mayor limitante que enfrenta esta especie en el Estado.

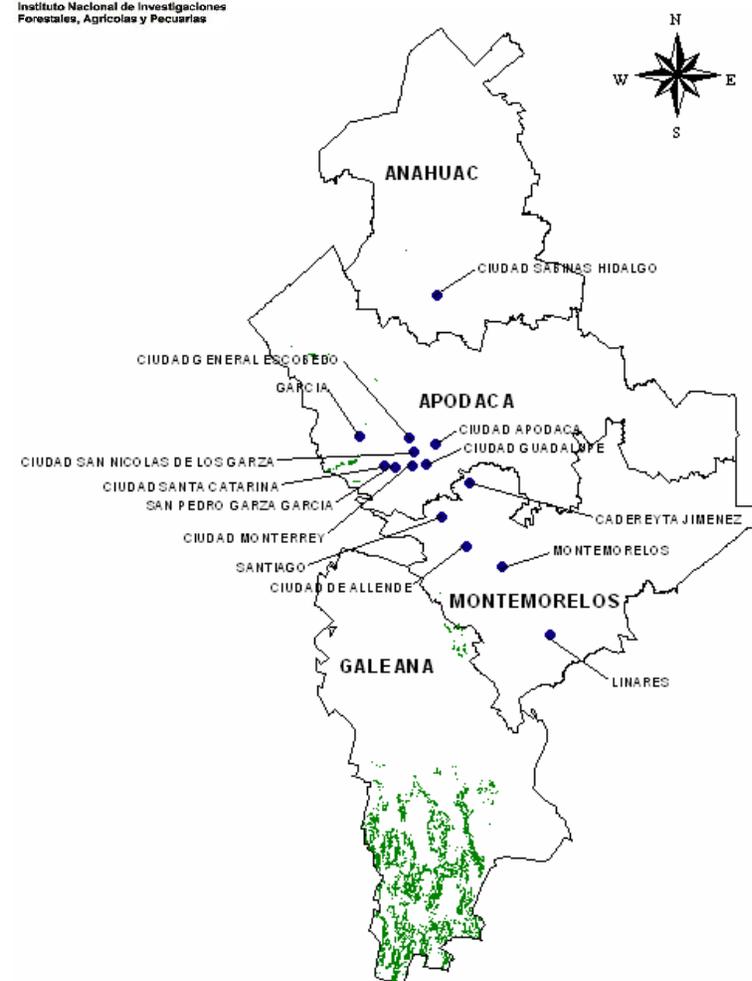


Figura 8. Distribución de áreas con potencial productivo para Orégano (*Lippia graveolens* H.B.K.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.

Sotol (*Dasyliion cedrosanum* Trel.)

Esta planta típica de las zonas áridas y semiáridas tiene un gran valor por sus múltiples usos; ya sea como forraje, en la elaboración de alcohol, como fibra en la fabricación de cordelería y cestería, como ornamento, en prácticas rituales y religiosas y en actividades festivas.

Las superficies que resultaron con potencial productivo para esta especie se presentan en el Cuadro 9, y en la Figura 9, se puede observar la distribución geográfica de dichas superficies. De acuerdo a los valores que se presentan en el cuadro, la superficie potencial corresponde a aproximadamente el 5.3% de la superficie estatal y se encuentra en todos los Distritos de Desarrollo Rural, pero casi en su totalidad en el municipio de Galeana en el cual se encuentra el 95% de esta superficie potencial.

Cuadro 9. Superficies con potencial productivo para Sotol (*Dasyliion cedrosanum* Trel.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.

DISTRITO DE DESARROLLO RURAL				TOTAL
ANAHUAC	APODACA	MONTE-MORELOS	GALEANA	
366	14,104	2,576	324,340	341,386

De acuerdo a la Figura 9, solo pequeñas áreas ubicadas en los municipios de Escobedo y García tienen potencial pero la mayoría se concentra de manera homogénea en la parte sur del estado que corresponde al municipio de Galeana en áreas por debajo del límite de altitud en el cual se puede desarrollar de manera natural y en cuyas regiones se presentan condiciones de humedad que de alguna manera afectan al desarrollo de las plantas.

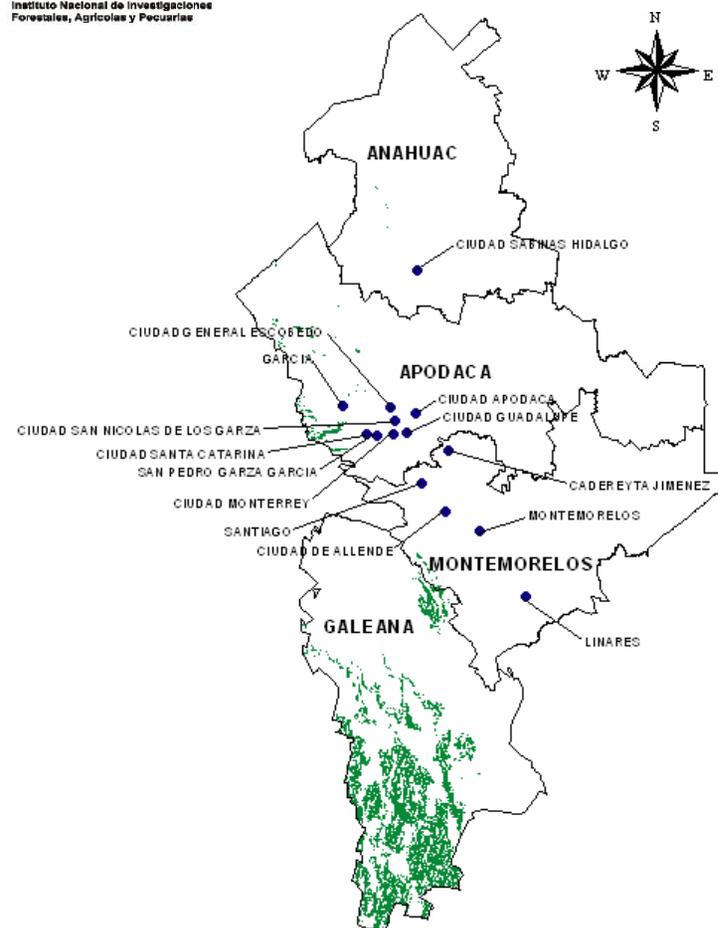


Figura 9. Distribución de áreas con potencial productivo para Sotol (*Dasyliion cedrosanum* Trel.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.

Consideraciones del estudio

Como se mencionó anteriormente, el ordenamiento basado en el potencial productivo tiene como objetivo principal asignar el uso del suelo de acuerdo a su aptitud, tomando en cuenta criterios de preservación, restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente. De acuerdo con Bonett (2001) un requerimiento inicial para el desarrollo de un ordenamiento productivo, es contar con una subdivisión del espacio agropecuario.

En este estudio se subdividieron las áreas de acuerdo a la aptitud para producir especies vegetales no maderables de usos variados y de importancia económica para el estado.

Esta zonificación considera áreas que tienen potencial productivo para cada especie en particular y áreas que tienen potencial para producir varias especies en su conjunto. En el primer caso, la información servirá para apoyar programas en los cuales se tenga interés por producir algún producto en especial de los cuales hay muchos en los programas de gobierno y en el segundo caso, para que las actividades productivas que se realizan en el campo sean para fortalecer la economía de los productores y por lo tanto del estado y que además coadyuven a recuperar y conservar los recursos naturales existentes.

El ordenamiento por lo tanto es, en función de las demandas de productos que de las especies deriven, seleccionar la o las especies que tengan posibilidades de producirse con buen potencial en un área determinada y cuyo manejo atienda las necesidades de conservación principalmente del suelo. Este ordenamiento se propone para que las explotaciones de las especies vegetales sean productivas y de manera sustentable que garantice el bienestar social y económico de las poblaciones.

Quizá lo importante para cada una de las áreas es diseñar un sistema agroforestal que diversifique la producción, dándole

mayor importancia a la producción de especies de más valor económico pero, considerando también, las que aporten sus características de crecimiento y adaptación que ayuden a la conservación del suelo y agua.

Para aplicar las acciones resultantes de este estudio, es muy importante tomar en cuenta la preservación y aprovechamiento sostenible, el ordenamiento señala que el uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural para no alterar el equilibrio de los demás elementos que forman los ecosistemas. El uso productivo del suelo debe evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos. En las zonas afectadas por fenómenos de degradación o desertificación, deben llevarse a cabo las acciones de regeneración, recuperación y rehabilitación necesarias, a fin de restaurarlas.

La manera de hacerlo consiste en llevar a cabo la evaluación de los terrenos, a fin de determinar los criterios mediante los cuales el terreno pueda ser destinado a un uso agrícola, forestal u otro, de tal manera de poder diseñar las estrategias de control más adecuadas, para lo cual, es importante evaluar primeramente el riesgo a la erosión con el propósito de identificar aquellas áreas donde la productividad sostenible de un uso específico, es amenazada por una pérdida excesiva del suelo (Zárate y Anaya, 1992).

A continuación se presenta información sobre el riesgo a la erosión hídrica a que están sujetas las superficies del estado, lo cual servirá para apoyar la toma de decisiones en cuanto a la implementación de acciones para el ordenamiento del uso del suelo en los sistemas de producción de especies forestales no maderables que se pongan.

Resultados de erosión potencial y actual

Erosión potencial (RKLS)

En la Figura 10 se presentan el mapa de erosión potencial para el estado de Nuevo León, el cual es el resultado de los factores RKLS de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo. La superficie afectada por cada nivel de erosión potencial se muestra en el Cuadro 10, donde es posible observar que más del 50% de la superficie estatal puede perder anualmente de 10 a 50 ton/ha de suelo, en caso de continuar sobreutilizando la cubierta vegetal hasta su desaparición.

El Cuadro 10 señala que 3,207,845 ha esta en rango de moderada, 1,973, 968 ha se ubica en un rango alto, 476,890 ha presentan un riesgo muy alto y solo 710,084 ha están en riesgo ligero.

Los rangos moderados ubicados en la Provincia Gran Llanura de Norteamérica, comprenden en su totalidad a las áreas de uso pecuario y parte del matorral espinoso tamaulipeco, ubicadas en la zona este, norte y sur del estado, siendo el factor tipo de suelo (K) el que definen en mayor porcentaje los valores obtenidos (entre 10 y 50 ton/ha/año).

Los rangos muy altos comprenden en su totalidad las áreas agrícolas y sus alrededores y son los factores cubierta vegetal y tipo de suelo los que definen en mayor proporción los valores obtenidos (mayores de 200 ton/ha/año).

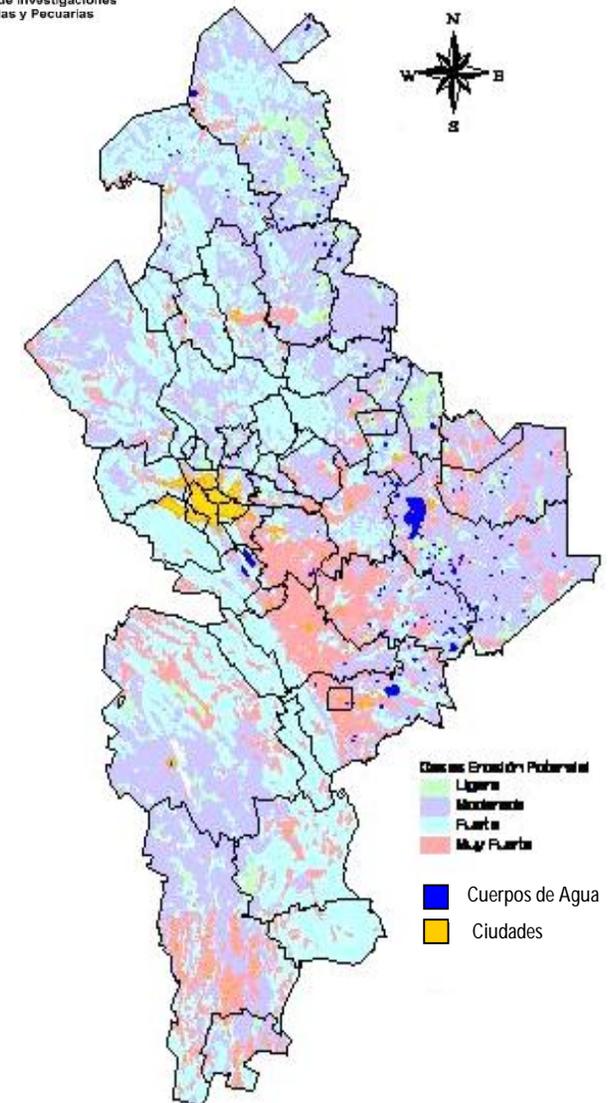


Figura 10. Mapa de riesgo de erosión potencial en el estado de Nuevo León.

Cuadro 10. Superficie con diferente riesgo potencial a la erosión en el estado de Nuevo León.

NIVEL DE EROSIÓN	SUP.(ha)
Sin erosión aparente (0-2 ton/ha/año)	52,210
Erosión ligera (2-10 ton/ha/año)	710,084
Erosión moderada (10-50 ton/ha/año)	3,207,845
Erosión alta (50-200 ton/ha/año)	1,973,968
Erosión muy alta (>200 ton/ha/año)	476,890
TOTAL	6,420,997

Estos rangos se ubican en la Provincia Llanura Costera del Golfo Norte, situada en el centro del estado. Por último, el rango fuerte se ubica en las proximidades a las partes altas (sierras y lomeríos) y son los factores de relieve (LS) y erosividad por la lluvia (R) los que definen en mayor proporción los valores encontrados (entre 50 y 200 ton/ha/año).

Para conocer la erosión actual, al mapa de erosión potencial se le sobrepuso la capa de uso actual del suelo, de esta forma se tuvo un panorama más realista de cuanto suelo se está perdiendo con la cobertura actual. (Figura 11). En el cuadro 11 se presentan las superficies.

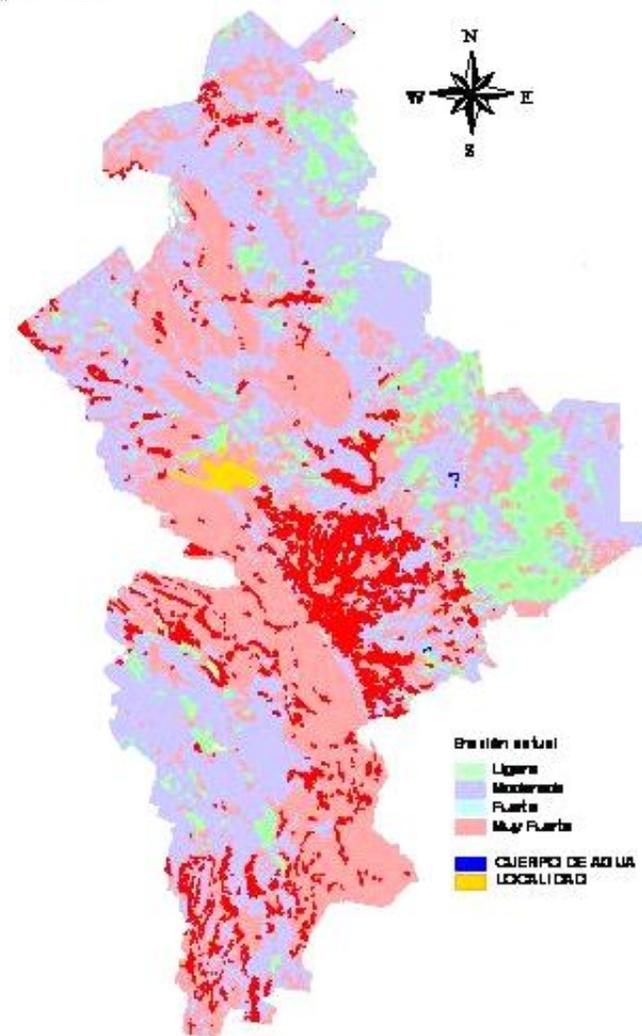


Figura 11. Mapa de riesgo de erosión actual en el estado de Nuevo León.

Cuadro 11. Superficie actual afectada por diferentes grados de erosión en el estado de Nuevo León.

NIVEL DE EROSION	SUP.(ha)
Sin erosión aparente (0-2 ton/ha/año)	35,247
Erosión ligera (2-10 ton/ha/año)	1,273,315
Erosión moderada (10-50 ton/ha/año)	2,941,990
Erosión alta (50-200 ton/ha/año)	1,815,618
Erosión muy alta (>200 ton/ha/año)	354,827
TOTAL	6,420,997

De acuerdo a los valores mostrados en ambos cuadros de erosión, las superficies actuales afectadas por los diferentes grados, están muy cerca de las potenciales en cuanto a la erosión permisible en cada uno de los rangos por lo que al aplicar el ordenamiento, deberán aplicarse las medidas correctivas y preventivas que garanticen, la sustentabilidad de los sistemas de aprovechamiento.

Al igual que los mapas de potencial productivo, la información presentada en los mapas de erosión se soporta en cartografía digital la cual puede utilizarse sobreponiendo cada mapa de áreas potenciales de las diferentes especies con los mapas de erosión y así determinar los riesgos a la erosión a los que están expuestas.

CONCLUSIONES

En el estado de Nuevo León existen 2,320,610 ha que tienen posibilidades de producir con buen potencial al menos una de las especies forestales no maderables de mayor importancia económica.

El nopal forrajero (*Opuntia rastrera* F.A.C. Weber), es la especie con mayor superficie potencial en el estado y se puede producir con buen potencial en la superficie antes mencionada.

Las especies con valor forrajero son las que mayor superficie potencial presenta y son una buena opción para impulsar la ganadería extensiva en las zonas áridas y semiáridas del estado.

Este estudio servirá para apoyar programas en los cuales se tenga interés por producir alguna especie en particular o para que las actividades productivas que se realizan en el campo sean para fortalecer la economía de los productores y por lo tanto del estado y que además coadyuven a recuperar y conservar los recursos naturales existentes.

Este tipo de propuesta deberá considerar a otras especies de diferentes características que tengan también potencial productivo en las mismas áreas y que contribuyan, además de incrementar la producción, a proteger al suelo para evitar pérdidas por erosión hídrica.

Dado la gran superficie potencial que es susceptible a erosionarse, se hace necesario aplicar medidas de protección y conservación del suelo para mantener su potencial productivo.

El ordenamiento productivo, nos permite seleccionar la o las especies que tengan posibilidades de producirse con buen potencial en un área determinada y cuyo manejo atienda las necesidades de protección y conservación del suelo.

LITERATURA CITADA

Almorox, J., R. De Antonio, A. Saa, M. Cruz y J.M. Gasco. 1994. Métodos de estimación de la erosión hídrica. Editorial Agrícola Española S.A. Madrid. España. 150 p.

Añó, V. C., J. A. Pascual. A., y J. Sánchez D. 2005. Capacidad de uso y sellado antropogénico del suelo en la franja litoral de la provincia de Castellón. Investigaciones Geográficas No. 38. Instituto Universitario de Geografía. Universidad de Alicante. pp. 65-77.

Bonett, A. 2001. Zonificación Agroecológica Parcial Región Pampeana. Proyecto Análisis de Riesgo y Seguro Agropecuario. Informe final. ORA de la SAGPYA. Argentina. 19 p.

Bosque S. 1992. Sistemas de información geográfica: Ed. RIALP S.A. España. 451 p.

Cendrero, A. 1989. Mapping and evaluation of coastal areas for planning. Ocean and Shoreline Management.V. 12. pp. 427-462.

Chuvieco, E. 1998. Fundamentos de teledetección espacial. Ediciones RIALP, S.A. Madrid, España. 6 p.

CINFA. 2003. Seminario – Taller sobre cuencas hidrográficas. Escuela Politécnica del Litoral. ESPOL. Centro Integrado de Geomática Ambiental. Guayaquil. Ecuador. 29 p.

Eastman, J. R. 1999. IDRISI32 Ver 2.0: Guide to GIS and image processing. Clark Labs, Clark University. Worcester, MA 01610-1477, USA.

ESRI. 1999. ArcView GIS, Using ArcView GIS. Environmental Systems Research Institute Inc. Redlands, CA., USA. 340 p.

Estrucplan. 2007. Predicción de la erosión hídrica y eólica. Erosión de suelos. Parte 2. América Latina. Argentina. <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=1508>. (Consulta en Noviembre de 2008).

FAO, 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Roma. 86 p.

FAO. 1978. Report on the agroecological zones proyect. Methodology and results for Africa. Vol. I. Food Organization of the United Nations, Rome, Italy). 158 P.

Gaete, N. 1999. Comparación de las pérdidas de suelo en una sucesión avena-trigo con tres sistemas de labranza en el secano interior de la IX región. Chile. Doc. Mimeo. 4 p.

García, B.J. 1979. Estructura metodológica para la caracterización agroecológica de áreas por procedimientos cuantitativos de análisis y su posterior zonificación. Tesis D.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Mex. 500 p.

García, B.J. 1983. El moderno concepto agroclimático y sus múltiples contribuciones en los planes de desarrollo agropecuario. Documento presentado en el Simposio Caracterización, Uso Actual y Potencial de los Recursos Agrícolas de las Zonas Áridas y Semiáridas de México. Editor. José Molina Galán. Colegio de Postgraduados, Centro de Genética. Chapingo, México. 6 p.

Hernández, Y.C. y Villa, C.M.A. 1993. Regional Analysis of the Hydric Status in Arid Lands. p. 298-301.

Inzunza, I.M.A. 1991. Metodologías de zonificación agroclimática de cultivos. Seminarios técnicos. Vol. 8. Núms. 1, 2, 3, 4. INIFAP-CENID-RASPA. Gómez Palacio, Dgo. p. 97-117.

Jones C. A., R.H. Griggs, J.R. Williams y R. Srinivasan. 1994. Predicción de la erosión hídrica y eólica de los suelos. Taller sobre la Utilización de un Sistema de Información Geográfica (SIG) en la Evaluación de la Erosión Actual de Suelos y la Predicción del Riesgo de Erosión Potencial.

<http://www.fao.org/docrep/T2351S/T2351S03.htm#Prediccion%20de%20la%20erosion%20hidrica%20y%20eolica%20del%20suelo> (Consulta en noviembre de 2008).

McHarg, I., L. 1969. Design with nature. Natural History press, New York, USA. 339 p.

Martínez B. O. U. 2006. Ordenamiento productivo de las áreas agrícolas de las microcuencas de la región sureste del estado de Coahuila. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Publicación Especial Núm. 10. Coahuila, México. 54 p.

Martínez B., O. U. y Lara G., G. J. 2003. Potencial productivo de áreas de temporal en el estado de Coahuila. Una propuesta de conversión productiva. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Publicación Especial Núm. 1. Coahuila, México. 89p.

Medina G., G.; Ruiz C., J. A.; Martínez P., R. A. y Ortiz V., M. 1997. Metodología para la determinación del potencial productivo de especies vegetales. Agric. Téc. Méx. 23(1):69-90.

Millas, G. 1977. Determinación de pérdidas de suelo utilizando la ecuación universal de la erosión en 10 localidades del sur de Chile. Tesis Universidad de Chile. Facultad de Agronomía. 110 p.

Onstad, C.A. y Foster, G.R. 1975. Erosion Modelling on a Watershed. Trans. Amer. Soc. Agric. Eng. 18: 288-292.

Ortiz, T.C. 1990. Índices agroclimáticos y su aplicación en la agricultura. Metodología de la Investigación en RASPA. CENID-RASPA. Gómez Palacio, Dgo. p. 35-60.

Peña, L. 1980. Determinación del factor R de la Ecuación Universal de Predicción de la Erosión Hídrica en la provincia de Ñuble. Agricultura Técnica 40. pp. 152-156.

Peña, L. 1982. Determinación de los factores R, K y C de la ecuación de predicción de erosión, válidas para la precordillera de la VII región. Informe Final. Proyecto 2.01.27. Dirección de Investigación, Universidad de Concepción. 18 p.

Primault, B. 1979. Usefulness of agroclimatology in planning *In: "Agrometeorology, Seeman, et al"*. Springer-Verlag, Berlín, Germany. pp 305-316.

Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A. y Porter, J.P. 1991. Revised Universal Soil Loss Equation. J. of Soil and Water Conservation 46: 30-33

Riquelme, J. 1994. Calibration of de Erosion-Productivity Model EPIC for three soil tillage systems in the secano interior of Chile. 8th ISCO Conference. New Delhi, India. 15 p.

Romo, G. J.R. 1985. Zonas con potencial agroclimático para la producción de cinco oleaginosas bajo temporal, en la República Mexicana. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Hidrociencias, Colegio de Postgraduados. Chapingo, Mex. 181 p.

Ruiz C., J. A.; Medina G., G.; González A., I. J.; Ortiz T., C.; Flores L., H. E.; Martínez P., R. A. y Bierly M., K. F. 1999. Requerimientos Agroecológicos de Cultivos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro, Campo Experimental Centro de Jalisco. Libro Técnico Núm. 3. Conexión Gráfica, Guadalajara, Jalisco, México. 324 p.

SARH-INIF, 1985. Inventario Forestal del Estado de Coahuila. Publicación Especial No. 51. México. 80 p.

SEDUE. 1988. Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio. Subsecretaría de Ecología, Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica, México, D.F. 356 p.

Slam, R., V. and J. R. Clark. 1989. Marine and Coastal Protected Areas: A Guide for Planners and Management. IUCN, Gland. 302 p.

Torres R., E. 1981. Manual de conservación de suelos agrícolas. Segunda Impresión. México. 170 p.

Verheye, W. H. 1997. Land Use Planning and National Soils Policies. Agricultural Systems, 53, pp. 161-174.

Wischmeier, W.H. y Smith, D.D. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses. Agriculture Handbook 537. United States Department of Agriculture. Science and Education Administration. 58 p.

Zárate Z. R. y M. Anaya G. 1992. Evaluación y cartografía del riesgo a la degradación del suelo por erosión hídrica en el estado de Tlaxcala. Rev. TERRA. SMCS. Vol. 10 (1). pp. 3-14

Znick, J. A. 1996. La información edáfica en la planificación de uso de las tierras y el ordenamiento territorial. Sociedad Española de la Ciencia del Suelo, Universidad de Granada, Granada. pp. 49-75.



Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria, Centros de Investigación Regional y Campos Experimentales



-  Sede de Centro de Investigación Regional
-  Centro Nacional de Investigación Disciplinaria
-  Campo Experimental

Revisión Técnica

Biol. Alberto Arredondo Gómez
M. C. Rigoberto Meza Sánchez

Comité Editorial del CIRNE

Presidente

Dr. Jorge Elizondo Barrón

Secretario

Ing. Hipólito Castillo Tovar

Vocales

M. C. Antonio Cano Pineda
Dr. Jesús Loera Gallardo
Dr. Raúl Rodríguez Guerra
Dr. Antonio Palemón Terán Vargas
M.C. Nicolás Maldonado Moreno
Dr. Jorge Urrutia Morales

DISEÑO Y FORMACIÓN

M. C. Oscar Ulises Martínez Burciaga

CÓDIGO INIFAP

MX-0-310399-52-03-15-09-45

Clave CIRNE: INIFAP/CIRNE/F-92

La presente publicación se terminó de imprimir en el mes de
Diciembre de 2011 en los talleres de Xpress Impresores, S. A.
de C. V. Periférico Luis Echeverría 1800 Pte. Saltillo,
Coahuila

Su tiraje consta de 500 ejemplares

Campo Experimental Saltillo

Gustavo Javier Lara Guajardo

Director de Coordinación y Vinculación en Coahuila

Isaac Sánchez Valdez

Jefe de Operación

Rocío del Carmen Núñez García

Jefa Administrativa

INVESTIGADOR

Oscar Ulises Martínez Burciaga
Pedro Hernández Rojas
Juan Manuel Covarrubias Ramírez
María del Rosario Zúñiga Estrada
Sergio Javier García Garza
Isaac Sánchez Valdez
Emigdio Morales Olais
Francisco Javier Contreras de la Rea
José Antonio Vázquez Ramos
David Sánchez Aspeytia
Victor Manuel Parga Torres
Antonio Cano Pineda

Carlos Alejandro Berlanga Reyes

David Castillo Quiroz

Eulalia Edith Villavicencio Gutiérrez

Mariano Narcia Velasco

Carlos Ríos Quiroz
Eutimio Jesús Cuellar Villarreal
Luis Mario Torres Espinosa
Auberto Reyes Rosas

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN

Agrometeorología y Modelaje
Carne de Ruminantes
Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal
Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal
Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal
Frijol y Garbanzo
Frutales
Frutales
Frutales
Hortalizas
Hortalizas
Manejo Forestal Sustentable y Servicios Ambientales
Pastizales y Cultivos Forrajeros
Pastizales y Cultivos Forrajeros
Sanidad Forestal y Agrícola
Trigo y Avena