

Áreas con potencial de desarrollo de mezquite en el Norte de México

Ramón Trucíos Caciano, Julio Cesar Ríos Saucedo,
Luis Manuel Valenzuela Nuñez, Juan Estrada Ávalos, Gabriel Sosa Pérez



CENID-RASPA

Gómez Palacio, Dgo. Agosto de 2011

Folleto Técnico Num. 21

Serie: MX-0-250503-20-10-00-09-21 ISBN: 978-607-425-634-5



Vivir Mejor

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

**GOBIERNO
FEDERAL**

SAGARPA



DIRECTORIO INSTITUCIONAL

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda
Secretario

M.Sc. Mariano Ruiz-Funes Macedo
Subsecretario de Agricultura

Ing. Ignacio Rivera Rodríguez
Subsecretario de Desarrollo Rural

Ing. Ernesto Fernández Arias
Subsecretario de Fomento a los Agronegocios

M.Sc. 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

M.Sc. Arturo Cruz Vázquez
Coordinador de Planeación y Desarrollo

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

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DISCIPLINARIA RELACIÓN AGUA-SUELO-PLANTA-ATMÓSFERA

Dr. José Antonio Cueto Wong
Director

Áreas con potencial de desarrollo de mezquite en el Norte de México

M.C. Ramón Trucíos Caciano
M.C. Julio Cesar Ríos Saucedo
Dr. Luis M. Valenzuela Nuñez
Dr. Juan Estrada Ávalos
M.C. Gabriel Sosa Pérez

CENID - RASPA

2011

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

Progreso N°. 5, Barrio de Santa Catarina
Delegación Coyoacán, C. P. 04010 México D. F.
Teléfono: (55) 3871-8700

ISBN: 978-607-425-634-5

Primera Edición 2011

Derechos Reservados ©

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 de la Institución.

CONTENIDO

Introducción	1
Distribución y cambio de superficies con Mezquite	3
Factores que limitan la distribución y desarrollo del mezquite	12
Criterios para generación de potencial productivo del mezquite	20
Distribución de potencial para desarrollo de mezquite en el norte de México	23
Conclusiones	27
Literatura Citada	29

INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de los recursos naturales de zonas áridas en nuestro país aún no se ha estudiado lo suficiente para poder hacer un manejo que permita el uso y conservación de dichos recursos. En ecosistemas semidesérticos a desérticos como son los que predominan en el Norte de México, pocas son las alternativas de producción que se desarrollan de manera natural en condiciones tan limitantes en disponibilidad de agua (Arellano, 1996; Villanueva *et al.*, 2004).

La productividad de las especies vegetales, desde el punto de vista de importancia para el ser humano, depende de muchos factores del medio ambiente físico, como son: temperatura, precipitación, pendiente, tipo de suelo; y cuando son plantas cultivadas se adiciona el factor prácticas de manejo como, selección de genotipos, labores culturales, aplicación de fertilizantes, prácticas fitosanitarias y manejo del agua de riego. Respecto a las características del suelo, estas pueden variar fuertemente a través del espacio y modificadas favorable o desfavorablemente mediante las prácticas de manejo, en el caso de plantas cultivadas (González *et al.*, 2002). Para determinar el potencial productivo de las plantas, a través de las interrelaciones existentes y ya conocidas de especie-clima-suelo-manejo, es necesario usar bases de datos del medio físico que permitan caracterizar dicha interrelación (Alcantar *et al.*, 1999).

Los mezquites son plantas esencialmente termo-xerófilos de considerable interés para el hombre. Estas plantas son abundantes en muchas regiones áridas de América y con frecuencia constituyen el único elemento arbóreo de la vegetación. Pertenecen a la familia *Leguminosae*, subfamilia *Mimosoideae*

y al género *Prosopis*, el cual incluye cerca de 40 especies; siendo las especies más abundantes y conocidas *Prosopis glandulosa* y *Prosopis laevigata*. El interés por estas especies radica en la variedad de usos y bienes que proporcionan, los cuales van desde la producción de frutos, cuyas propiedades nutrimentales los hacen aptos para consumo humano y animal; madera de excelentes propiedades físicas para construir muebles, artesanías, materiales de construcción, pisos, y de notables propiedades caloríficas para usarse como combustible; su corteza y hojas se usan como remedios curativos para diferentes afecciones; y en algunas especies el tronco y ramas segregan una goma con similares características a la goma arábica (Rzedowski, 1988; Arellano, 1996; Frías *et al.*, 2000).

Aunque el mezquite se toma como una especie de difícil control, si consideramos que esta especie juega un papel importante en el ecosistema y que además es una planta de cualidades excepcionales, por las diversas condiciones climáticas, edáficas y ecológicas en las cuales se desarrolla, se tuvo como objetivo evaluar y proponer sitios con potencial para el desarrollo y posterior aprovechamiento agropecuario o forestal del mezquite en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango y Zacatecas, en base a las condiciones biofísicas que se presentan para cuantificar áreas que si bien no son aptas para desarrollar cultivos, pueden ser adecuadas para el establecimiento y desarrollo de este tipo de recursos de zonas áridas.

DISTRIBUCIÓN Y CAMBIO DE SUPERFICIES CON MEZQUITE

Los ecosistemas terrestres han sido, de acuerdo a la historia, el sustento y abrigo de las especies animales a lo largo del tiempo, dichas asociaciones de animales, plantas y la interrelación existente, han formado una gran diversidad, asociada también a las condiciones climáticas y topográficas, característica por la cual nuestro país tiene el cuarto lugar a nivel mundial en diversidad de recursos naturales, ya que en el 1.5% del territorio del planeta, México cuenta con más del 10% de las especies conocidas en el mundo (Elvira, 2006 y SEMARNAT, 2009). Sin embargo, y a pesar de esta diversidad, se ha llevado a cabo un desmedido aprovechamiento de los recursos naturales que ha propiciado un avance de la desertificación de nuestro territorio provocado, principalmente, por la deforestación, prácticas agrícolas inadecuadas, sobrepastoreo, extracción de leña y urbanización (Elvira, 2006).

La Organización de las Naciones Unidas para Agricultura y la Alimentación (FAO, 2009) señala como causas del cambio de uso de suelo, en América del norte, a la demografía, principalmente en el incremento de la población urbana; la economía en donde sobresale una mejoría en aquellos países industrializados por su baja dependencia de actividades primarias como la agricultura, además de tener mejores esquemas de conservación de recursos; políticas e instituciones basadas en la comunidad como un mejor diseño para el manejo de recursos; y finalmente el impulso de ciencia y tecnología para mejorar la competitividad y sustentabilidad de los sectores productivos.

La vegetación natural ocupa en México el 72.6% de la superficie, representada principalmente por matorral xerófilo (26.1%), bosque templado (16.6%) y selva subhúmeda (12.1%); la superficie restante está conformada por usos agropecuario, urbano u otras cubierta antrópicas (SEMARNAT, 2009). En este mismo contexto, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) estima que de la superficie de vegetación original se conserva el 34% de selvas, 62% de bosques, 89% de matorrales y 45% de pastizales, considerando lo anterior se han perdido 222 mil km² de selva, 129 mil km² de bosque, 51 mil km² de matorrales y 60 mil km² de pastizales, lo cual, implica problemáticas en azolvamiento de cuerpos superficiales y disminución de la recarga de los acuíferos por las características que tiene la vegetación respecto al escurrimiento superficial (Viramontes y Decroix, 2001; López, 1998).

El área de estudio se ubica al Norte de México y está conformada por los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango y Zacatecas (Figura 1). Tiene como coordenadas extremas (latitud norte, longitud oeste) 109°05'05", 31°48'31", esquina noroeste y 99°33'27", 20°57'21" esquina sureste. La delimitación de dicha área, y por ende de cada estado, se obtuvo en base a la información cartográfica 1:1'000,000 de la Comisión Nacional de Biodiversidad (CONABIO, 2005).

Respecto a la vegetación en nuestro país, a principios de los 90's, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), realizó una segunda clasificación (la primera fue realizada en la década de los 70's) en base a la interpretación visual de espaciomapas. Los espaciomapas fueron derivados de la composición a color de imágenes Landsat TM (combinación de bandas del infrarrojo

y visible 4, 3, 2) impresos a escala 1:250,000, esta serie o conjunto de datos vectoriales se le denomina Serie II de Uso de Suelo y Vegetación (INEGI, 1997).

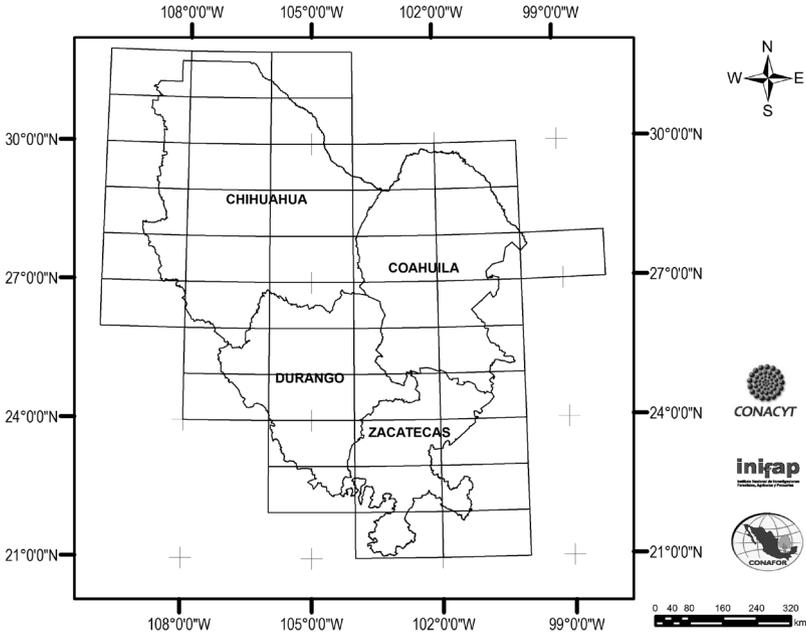


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.

Del mismo modo, y como tercera etapa en el seguimiento multitemporal de los cambios que ha sufrido el paisaje en nuestro país, el INEGI desarrolló el Conjunto de datos vectoriales Serie III de Uso de suelo y Vegetación que contiene información de la cubierta vegetal y uso de suelo que fue obtenida a partir de la interpretación convencional de imágenes LANDSAT ETM con 25 metros de resolución, tomadas a principios de 2002 (INEGI, 2004 y 2005). Comercialmente, es la capa más actualizada que generó la dependencia federal al momento del estudio.

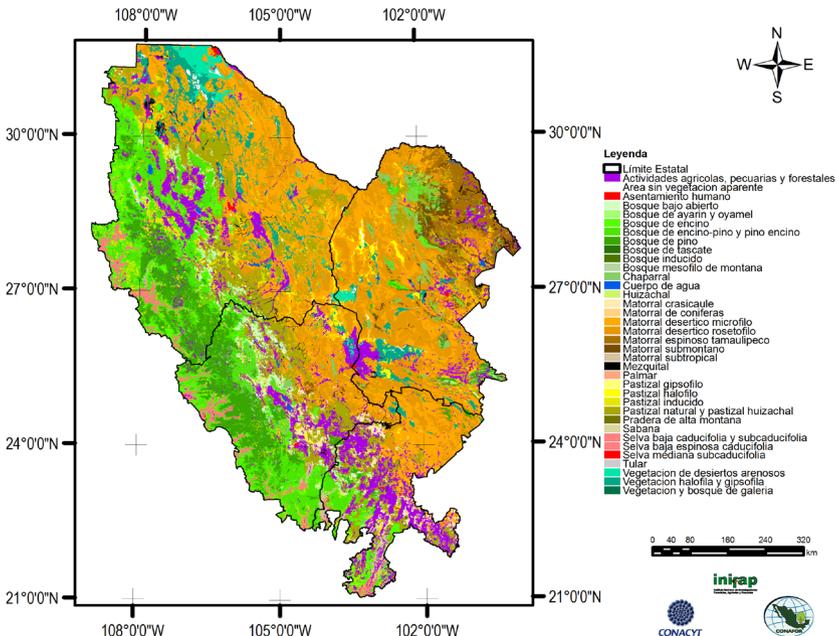
Las series de vegetación anteriormente mencionadas se basaron en los trabajos de clasificación de la Vegetación de México de Faustino Miranda y Efraím Hernández Xolocotzi (1963) y Jerzy Rzedowski (1978); por tal motivo, se considera que cuentan con el suficiente sustento técnico.

Para el análisis de cambio de cobertura de mezquite se conformó una base de datos con información generada por el INEGI a escala 1:250:000, esta conformación, que comprende desde la adquisición de la cartografía hasta la estructuración de la información depurada, se realizó en base a 43 cartas que involucra el área de estudio respecto a la información de INEGI. La conformación de esta información forma parte del Sistema de Información Geográfica estructurado para el área de estudio en el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica Agua y Suelo del INIFAP CENID – RASPA en Gómez Palacio, Durango.

Esta base de datos consistió de fuentes de información de uso de suelo y vegetación de la serie II de 1992 (Figura 2) y serie III de 2002 (Figura 3), como estado inicial y final respectivamente, para establecer la superficie total y por estado de cada tipo de vegetación.

El período estudiado de 1992 a 2002 nos muestra cambios sustantivos en diferentes tipos de vegetación. En el contexto regional, con una superficie de 59'798,102 ha, superficie para los cuatro estados, se observa (Cuadro 1) una considerable disminución en la vegetación de chaparral seguida de matorrales y se destaca la disminución de áreas con mezquite con una tasa anual de 3,555 ha por año en el periodo de estudio. En el Cuadro 1, el campo *cambio* es el número de hectáreas que incrementaro

o disminuyeron (-) y el campo de tasa anual es el incremento o disminución en ha por año para el periodo estudiado. Por otra parte, se consideró importante separar la vegetación de matorral desértico micrófilo de los demás matorrales, debido a que en este tipo de matorral también se desarrolla, aunque en menor proporción que en las mezquiteras, el género *Prosopis*. Este tipo de vegetación presenta un incremento mayor a 3000 ha/año de 1992 a 2002 (Figuras 4 y 5), lo cual obedece principalmente a la invasión de áreas agrícolas, que por efecto del pastoreo, los animales (ganado caprino y bovino en su mayoría) diseminan con sus excretas las semillas de especies arbustivas ingeridas a través de los frutos en el ramoneo.



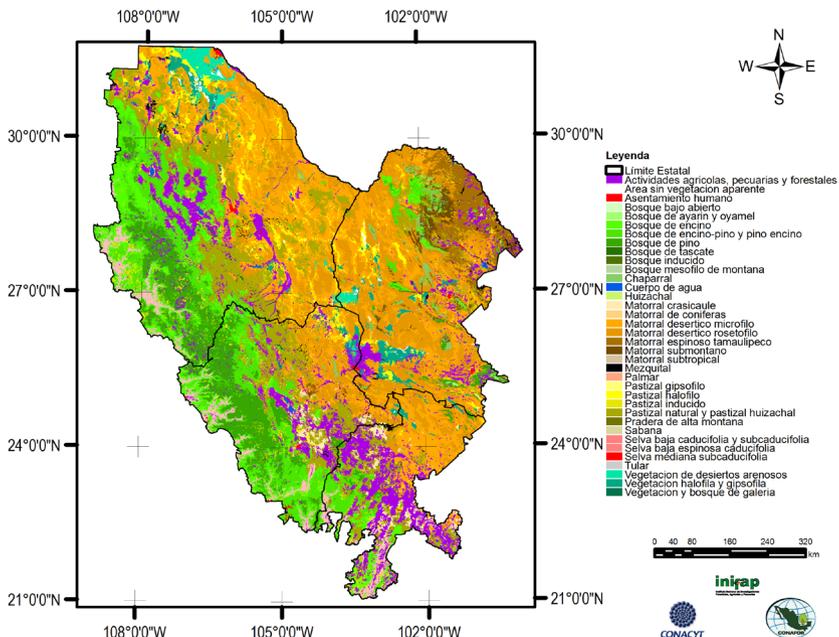


Figura 3. Uso de suelo y Vegetación Serie III (2002) para el área de estudio (Chihuahua, Coahuila, Durango y Zacatecas).

Cabe destacar que en el caso específico del matorral desértico micrófilo en Zacatecas y Coahuila, se presenta una disminución moderada y se puede considerar que se mantiene la superficie denominada *potencial* a nivel nacional (22'852,473 ha de potencial y 21'575,964 ha en 2002 a nivel nacional). A este respecto, los estados de Chihuahua y Durango se comportan de forma diferente debido a que presentan crecimiento de áreas con este tipo de matorral, misma tendencia que ha sido encontrada en estados como Guanajuato por la invasión de matorrales en áreas agrícolas (Gobierno del Estado de Guanajuato, 2006) y Gómez Palacio, Dgo., específicamente en la Comarca Lagunera (Jasso *et al.*, 2002). El mezquite por su parte, tiene un decremento de su especie en los cuatro estados, esta misma

tendencia se observa a nivel nacional y lo que destaca de acuerdo a SEMARNAT (2009) es la superficie que se considera como potencial para su desarrollo, la cual tiene una superficie de 7'464,372 ha de las cuales en el 2002 a nivel nacional solamente cubría 2'940,221 ha evidenciando un alto aprovechamiento a esta especie principalmente como leña o como materia prima para elaboración de carbón (Jasso *et al.*, 2002). A este respecto, también existen estudios en donde se ha relacionado el deterioro de los recursos naturales al tipo de tenencia de la tierra, es decir, que existe un mayor deterioro en terrenos de uso común como los manejados por ejidos en comparación con terrenos manejados por pequeños propietarios (Castro *et al.*, 2008).

Cuadro 1. Uso de suelo y vegetación en Serie II (1992) y Serie III (2002) en el área de estudio.

Uso de suelo y vegetación	Serie II ha	Serie III ha	cambio ha	tasa anual ha año⁻¹
Actividades agrícolas, pecuarias y forestales	5666396	5908643	242247	24225
Área sin vegetación aparente	179315	172306	-7009	-701
Asentamiento humano	164630	176461	11830	1183
Bosque	13727745	14022851	295107	29511
Chaparral	1105233	445254	-659979	-65998
Cuerpo de agua	179125	161572	-17553	-1755
Matorral	11549357	11141930	-407428	-40743
Pastizal	9783211	11069216	1286005	128601
Selva	1120595	1476713	356119	35612
Mezquitil	321668	262193	-59475	-5947
Matorral desértico micrófilo	13020145	13055695	35549	3555
Otros tipos de vegetación	2980682	1905267	-1075414	-107541

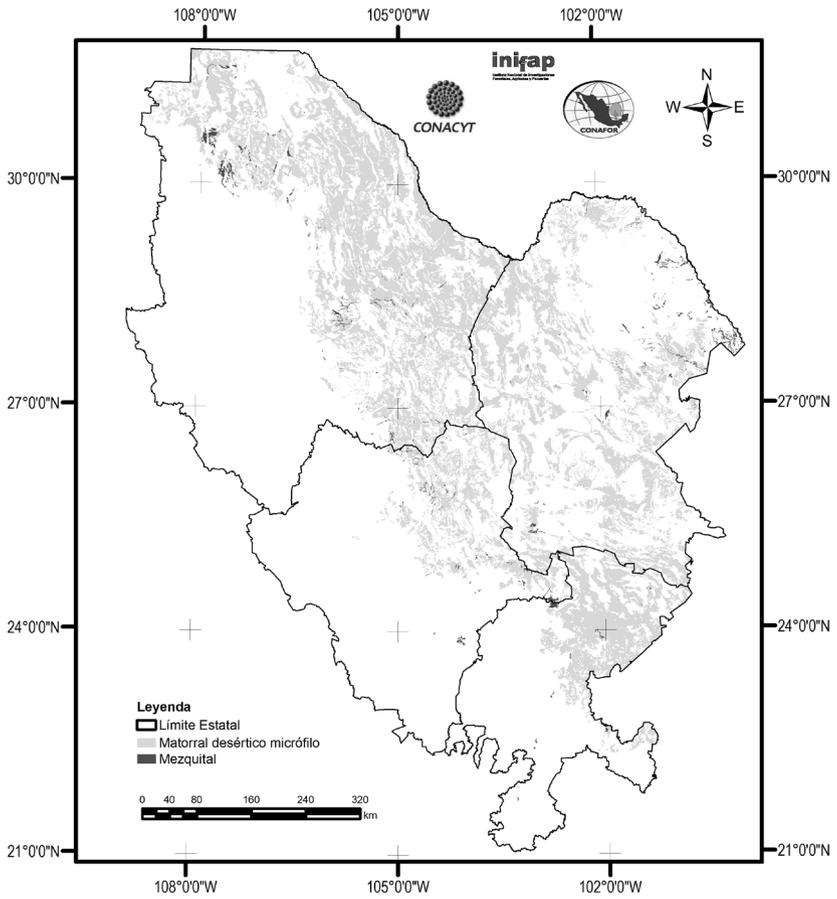


Figura 4. Distribución de áreas de mezquiteras y matorral desértico micrófilo en 1992.

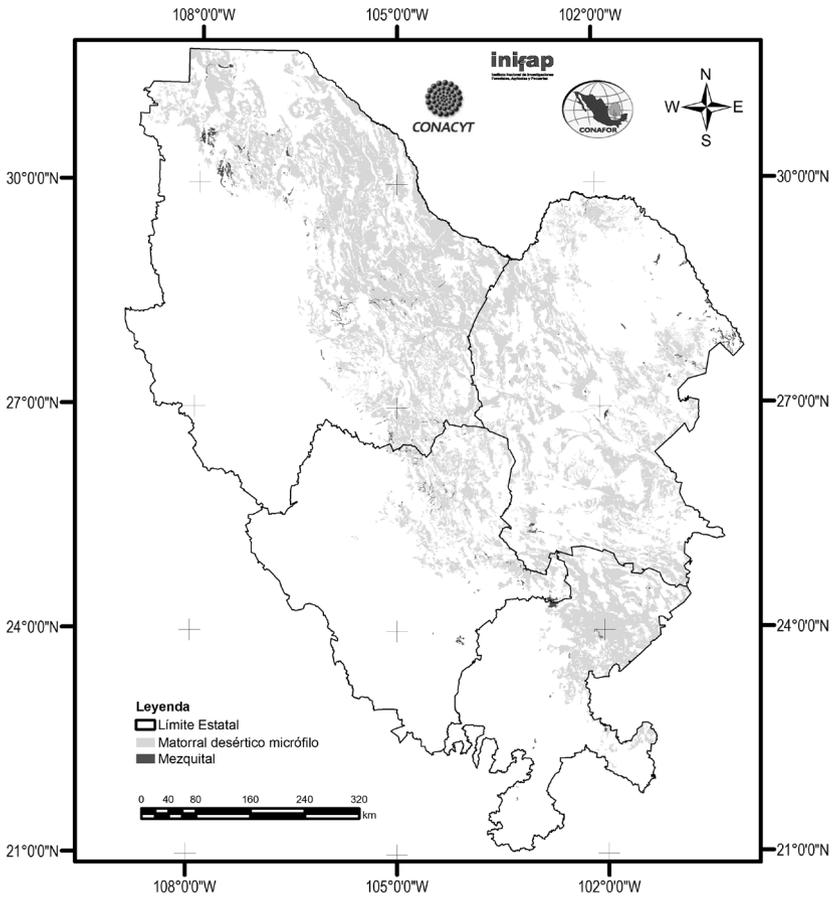


Figura 5. Distribución de áreas de mezquiteras y matorral desértico micrófilo en 2002.

FACTORES QUE LIMITAN LA DISTRIBUCIÓN Y DESARROLLO DEL MEZQUITE

Para el presente estudio se creó una robusta base de datos que comprende información de tipos de suelo, clima y topografía del área de estudio. A continuación se detallan las fuentes de información y procedimientos desarrollados en el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica Agua y Suelo del INIFAP CENID RASPA, para obtener las condiciones de potencial de desarrollo para el Mezquite.

Conformación de base de datos:

El área de estudio se compone de 43 cartas edafológicas escala 1:250,000 (véase distribución de las cartas en Figura 1) desarrolladas por el INEGI. Para la clasificación de dichas cartas se consideraron los criterios de FAO/UNESCO/1968, modificados por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) en 1970 (INEGI, 2001 y 2009), cuenta con atributos como: fase física (lítica, lítica profunda, pedregosa y pedregosa profunda), fase química (salinidad y sodicidad) y textura (fina, media o gruesa) (INEGI, 1990), además de la superficie en hectáreas que comprende cada clasificación (Figura 6).

La base de datos de componentes de clima comprende la información referente a precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima. La fuente de información fue el programa Extractor Rápido de Información Climática (ERIC) versión III (IMTA, 2009), mismo que contiene la información, del Servicio Meteorológico Nacional, actualizada hasta marzo de 2009 y ha sido desarrollado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA, 2006).

Con lo anterior se generó una base de datos con 312 estaciones, distribuidas en:

- Aguascalientes (31)
- Coahuila (25)
- Chihuahua (59)
- Durango (73)
- Jalisco (14)
- Nayarit (9)
- Nuevo León (12)
- Sinaloa (33)
- Sonora (21)
- Zacatecas (35)

Con la información de temperatura máxima y temperatura mínima se obtuvieron los promedios mensuales para cada año y posteriormente se promedió el resultado anual, obteniéndose de esta manera la temperatura máxima promedio y temperatura mínima promedio para los diez años considerados en este estudio. Con esta información se generó la temperatura media y realizando la interpolación de la información generada (Cañada, 2008), con la ubicación geográfica de las estaciones se generaron los mapas de Temperatura máxima (Figura 7), Temperatura mínima (Figura 8) y Temperatura promedio (Figura 9).

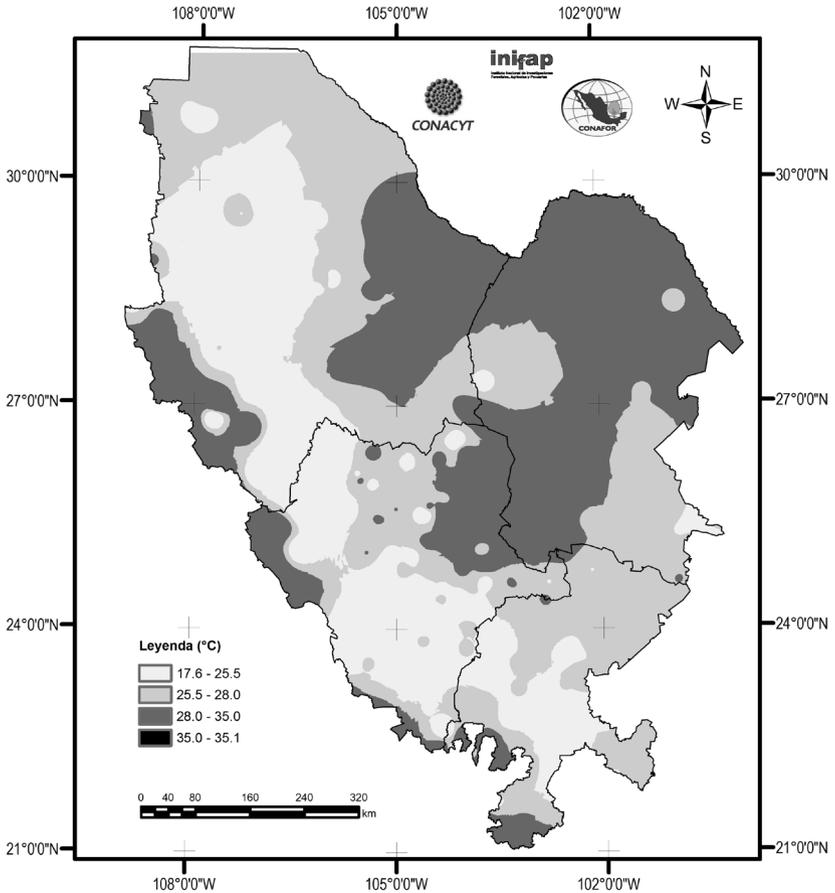


Figura 7. Mapa de temperaturas máximas promedio.

Con respecto a la precipitación, se realizó la sumatoria de las precipitaciones diarias para cada mes y posteriormente se sumaron las precipitaciones mensuales. Finalmente, se promediaron los valores de precipitación del periodo de estudio para cada estación, de lo cual se obtuvo el valor de precipitación media anual. Con esta información se generó el mapa de la Figura 10.

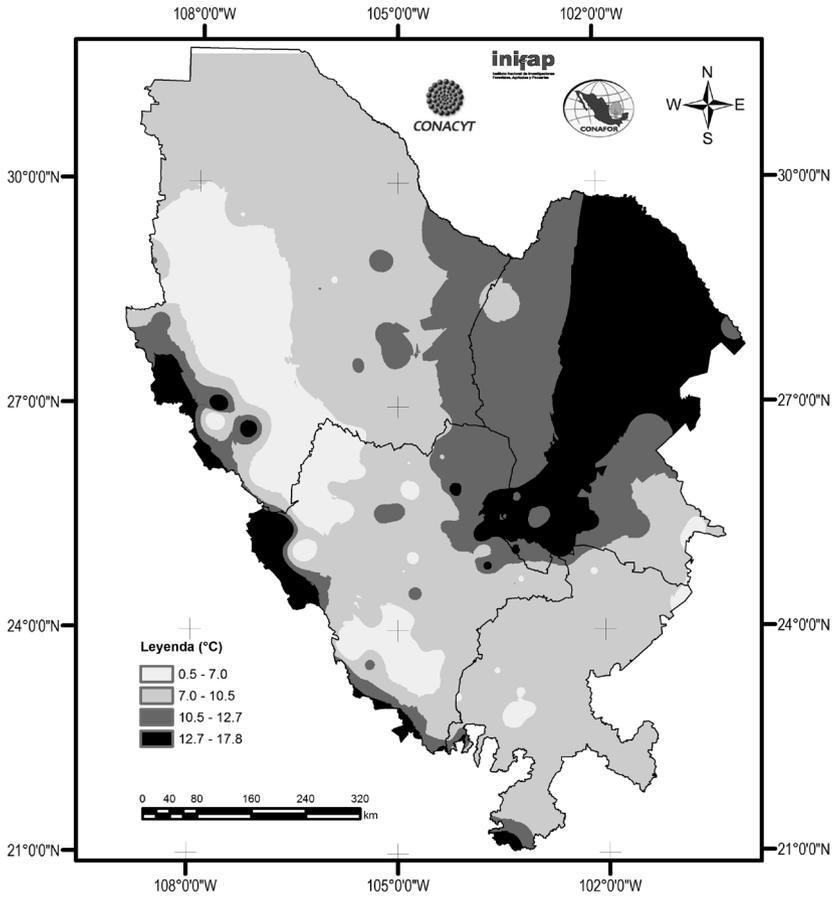


Figura 8. Mapa de temperaturas mínimas promedio.

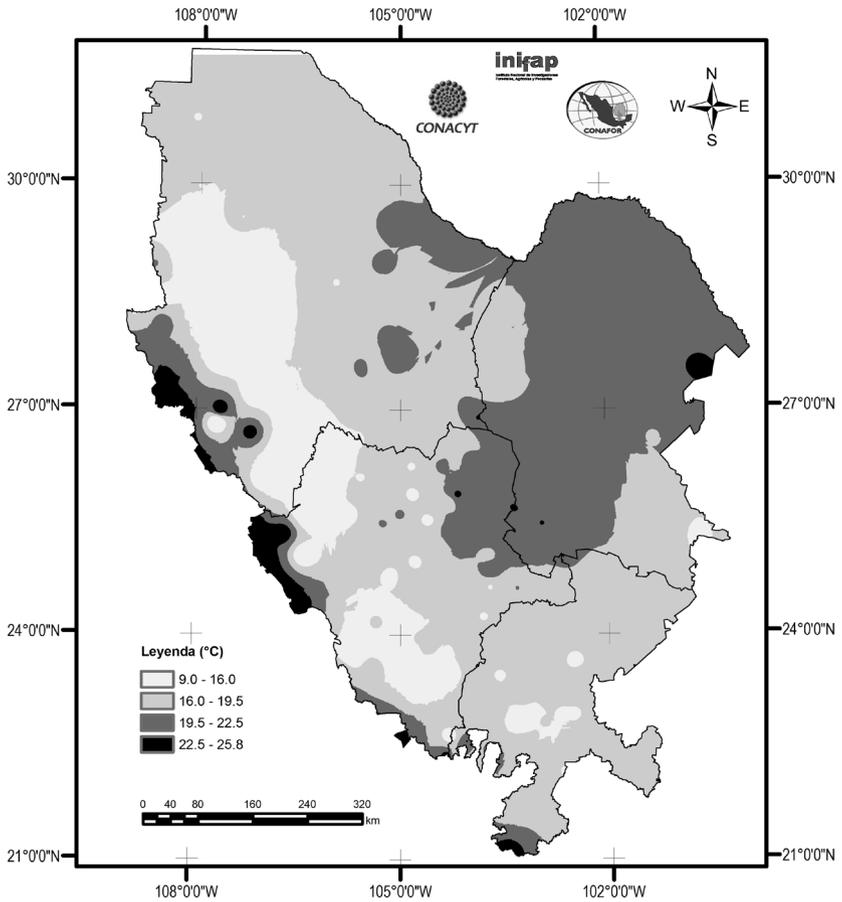


Figura 9. Mapa de temperaturas medias.

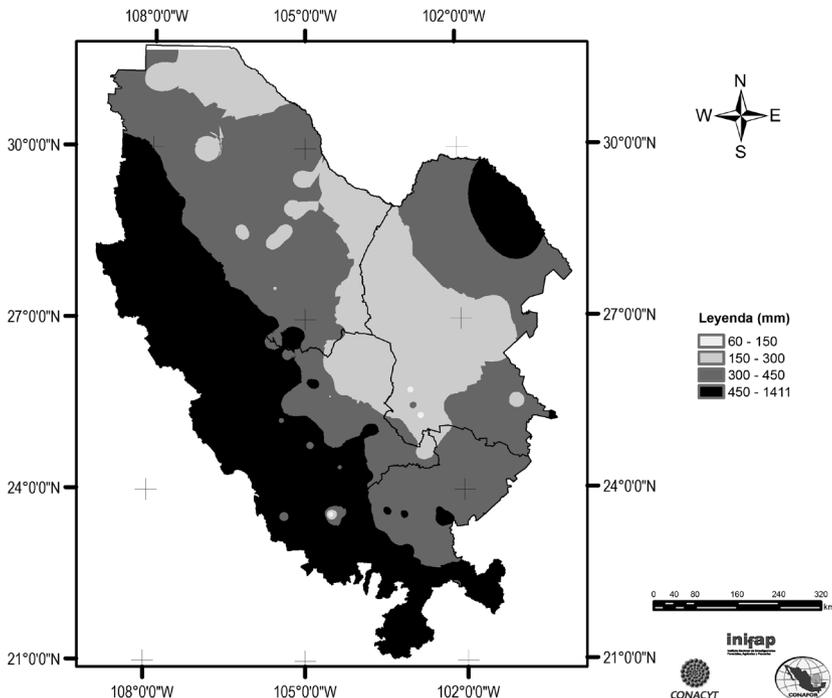


Figura 10. Mapa de precipitación media anual.

El insumo básico para la información topográfica es el modelo digital de elevación (MDE) escala 1:50,000 de INEGI, el cual está realizado en formato raster que le proporciona las características necesarias para contar con valores de z, que en este caso corresponde al valor de altura en metros sobre el nivel del mar (Figura 11). Este insumo nos permite seleccionar no solamente por alturas, sino también por medio de gradientes o incrementos en alturas, lo cual lo expresamos en pendiente del terreno (Moreno, 2008c; Trucios *et al.*, 2010a). Para obtener la pendiente del terreno se utilizó la herramienta de analista espacial, solicitando que la información fuera expresada en % (Fernández, 2008), considerando que el 100% es una pendiente

donde avanzamos 100 metros y subimos en altura 100 m (Figura 12).

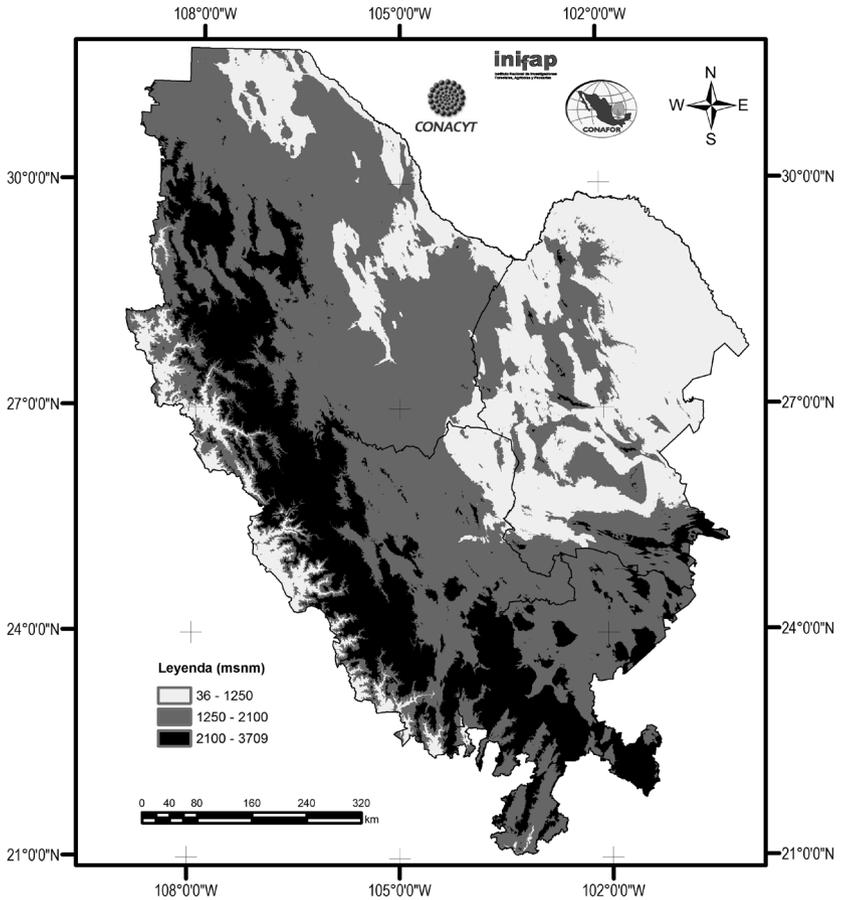


Figura 11. Mapa de topografía del terreno clasificado en metros sobre el nivel del mar para el área de estudio.

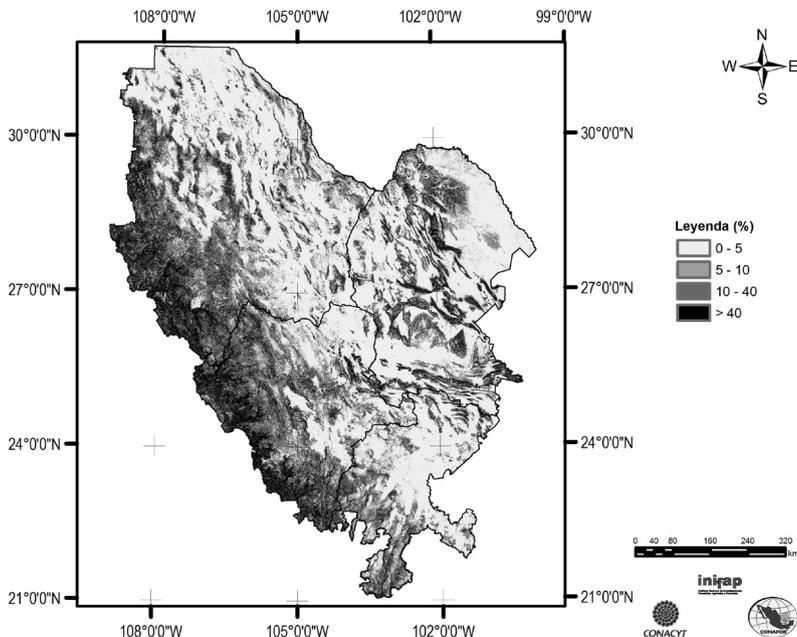


Figura 12. Mapa de topografía del terreno clasificado en pendientes, expresadas en porcentaje, para el área de estudio.

CRITERIOS PARA GENERACIÓN DE POTENCIAL PRODUCTIVO DEL MEZQUITE

La densidad del mezquite varía desde menos de 10 árboles por hectárea en un matorral crasicaule o pastizal, hasta densidades mayores a 250 árboles por hectárea en un mezquital extradesértico (Villanueva, 1993). En general la densidad promedio es de alrededor de 100 árboles por ha. El mezquite es comúnmente considerado como una especie indeseable, debido a la competencia con los pastos y decremento en la producción de forraje y al incrementar la dificultad para manejar al ganado. Sin embargo, el uso del *Prosopis* por los habitantes del norte de México data de tiempos ancestrales, siendo un recurso muy

valioso como alimento, combustible, medicinal, carbón, material de construcción y protección, como se había mencionado anteriormente. Debido a sus múltiples cualidades también se le ha utilizado de forma directa o transformado: el mezquite es un magnífico mejorador de suelo, sus hojas depositan un mantillo orgánico; fija nitrógeno al suelo, sus raíces controlan el movimiento de dunas; proporcionan forraje para animales domésticos, sirve de hábitat para fauna silvestre, produce néctar para la elaboración de miel de abeja, sus frutos son consumidos por el ser humano, su madera se usa como combustible, construcciones rústicas, durmientes y postes (Maldonado y De la Garza, 2000).

El mezquite se desarrolla naturalmente en suelos de diversos tipos, preferentemente en aquellos que son planos y profundos, de acuerdo a la clasificación del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) corresponde a los tipos de suelos entisoles, xerosoles y molisoles que cuentan con una alta capacidad de almacenamiento de agua (Villanueva, 1993).

En poblaciones naturales de mezquite presentan densidades de hasta 2500 individuos por ha o mayores, recomendándose aclareos hasta reducirlas a poblaciones de 625 – 800 individuos por ha, de esta manera se permite un manejo adecuado para producción de vaina, mayor crecimiento del individuo. De igual forma, si se quiere incrementar la capacidad de carga del sitio se recomienda disminuir a 278 individuos por ha para aumentar la superficie de pastizales para un mejor manejo del ganado (Villanueva *et al.*, 2004).

En función de la información levantada en campo se establecieron parámetros que representan potencial para áreas mezquiteras

categorizados en alto, medio y bajo para cada estado. Esta información está dirigida a la obtención de potenciales en función de cobertura del dosel (m^2), altura (m) y densidad (individuos por ha). Los criterios han sido considerados en base a trabajos de investigación anteriormente realizados (Villanueva *et al.*, 2004; Osuna y Mesa, 2003) debido a que establecen claramente cuáles son las ventajas de aprovechamiento (carbón, leña o vaina) dependiendo de las características de la población de mezquite en base a densidad y cobertura aérea. En base a estos resultados y considerando la información obtenida en campo se determinaron las categorías que se muestran en el cuadro 2:

Cuadro 2. Criterios para el establecimiento del potencial de desarrollo natural para mezquite.

Parámetro	Bajo	Medio	Alto	Aclareos
Densidad (individuos por ha)	< 150	150 - 278	278 - 800	> 800
Altura (m)	< 1.5	1.5 – 3.0	> 3.0	
Cobertura (m^2)	< 4.0	4.0 – 9.0	> 9.0	

Finalmente, por medio de la extensión Spatial Analyst (Cañada *et al.*, 2008; Moreno, 2008a y 2008b; Jones y McCoy, 2001) dentro de ArcGIS® 9.2 se realizaron operaciones de sobreposición de mapas (álgebra de mapas) de cada uno de los temas de análisis (suelo, temperatura, precipitación, altitud); generándose así un tema especial que comprende las áreas óptimas para el desarrollo de mezquite de acuerdo a diferentes criterios ya establecidos en la literatura en función de la información obtenida en campo.

DISTRIBUCIÓN DE POTENCIAL PARA DESARROLLO DE MEZQUITE EN EL NORTE DE MÉXICO

Una vez determinados los parámetros que caracterizan a cada uno de los 8 sitios muestreados, se establecieron las categorías de acuerdo a la información generada en campo por cada sitio, obteniéndose la siguiente información que relaciona el Cuadro 3 con los valores de densidad y cobertura aérea.

Cuadro 3. Valores de potencial de desarrollo natural en función de la información obtenida en campo para cada sitio muestreado en los cuatro estados.

Sitio	Densidad Individuos/ha	Cobertura m ²	Potencial	
			Densidad	Cobertura
Aldama	599	11.51	alto	alto
Satevó	500	24.22	alto	alto
San Juan	402	20.22	alto	alto
Cuencamé	556	9.83	alto	medio
Río Grande	389	16.10	alto	alto
Nieves	177	20.99	medio	alto
San Pedro	567	9.57	alto	medio
Viesca	867	8.39	aclareo	medio

Con los valores anteriores y considerando la ubicación de los sitios muestreados se determinaron los parámetros de clima (temperatura máxima, mínima, media y precipitación) tipo de suelos y del terreno (altitud y pendiente) para establecer la selección de estos parámetros que se utilizaron para el álgebra de mapas y obtención del mapa de potencial productivo para densidad en individuos/ha y cobertura aérea en m² (Cuadros 4 y 5).

Cuadro 4. Parámetros de clima, suelo y topografía que expresan el potencial de densidad de individuos por hectárea de mezquite en el área de estudio.

Parámetro	Medio	Alto
Temperatura máxima	25.5 – 27.0	25.5 – 32.0
Temperatura mínima	7.5 – 9.0	9.0 – 12.5
Temperatura media	16.0 – 18.0	16.0 - 22.0
Precipitación	350 – 420	205 - 400
Altitud	1851 - 2069	1000 - 1850
Suelos	Castañosem, Regosol y Xerosol	Feozem, Litosol, Regosol, Solonchak, Vertisol, Xerosol, Yermosol

En el cuadro 4, se puede observar que de los rangos definidos en los parámetros para cada tipo de potencial (medio y alto) solamente la altitud y la temperatura mínima generan una división en la separación de los dos tipos de potencial para mezquite en el área de estudio.

Por su parte, el resultado del algebra de mapas para densidad de población es una superficie de 13,588,555 ha de potencial alto y 524,237 ha con un potencial medio. En su mayoría el potencial alto se encuentra en el estado de Chihuahua con 7,594,409 ha, principalmente en su mitad oriente, seguido de Coahuila con 4,162,627 al poniente, sur y sureste del estado. y Durango con 1,636,075 ha al noreste. Por otra parte, el potencial medio se localiza en su mayor parte en el estado de Zacatecas con 424,980.91, es decir, el 81% de la superficie con potencial medio del área de estudio. La ubicación de las

áreas anteriormente descritas tiene relación con la información generada por Rzedowski (1990) que a pesar de no especificar áreas con mezquite, si las delimita como áreas con matorral xerófilo.

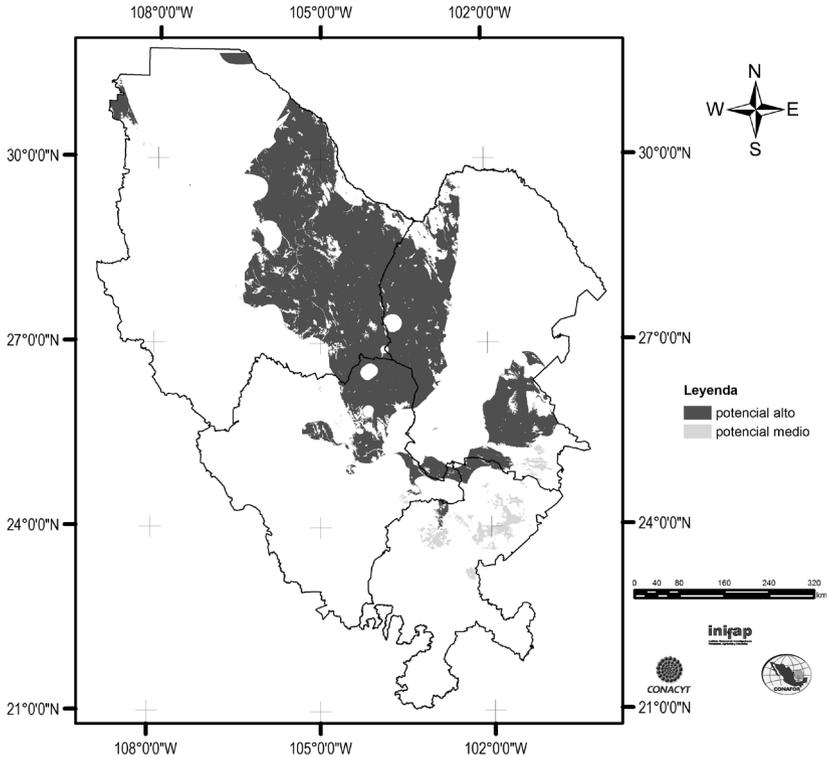


Figura 13. Mapa de potencial de densidad expresado en individuos por hectárea para mezquite en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango y Zacatecas.

En el siguiente cuadro existe una clara división en cada uno de los parámetros, solamente en el caso de tipo de suelo se tiene una amplia distribución de tipos de suelo que permiten el desarrollo de poblaciones naturales de mezquite.

Cuadro 5. Parámetros de clima, suelo y topografía que expresan el potencial de cobertura aérea (m² de copa) de mezquite en el área de estudio.

Parámetro	Medio	Alto
Temperatura máxima	28.1 – 35	25.5 - 28.0
Temperatura mínima	10.6 – 12.7	7.0 – 10.5
Temperatura media	19.6 – 22.5	16.0 – 19.5
Precipitación	150 – 299	300 - 450
Altitud	1100 – 1250	1250 - 2100
suelos	Regosol, Solonchak, Vertisol, Xerosol, Yermosol	Castañozem, Feozem, Litosol, Regosol, Solonchak, Xerosol

Con respecto al potencial en cobertura aérea para poblaciones de mezquite, la sobreposición de información geográfica nos da una superficie de 7,061,183 ha de potencial alto y 844,254 ha con un potencial medio, lo cual es una superficie similar a la reportada por SEMARNAT (2009) como superficie potencial de mezquite para 1976 con 7,464,372 ha. A nivel estatal Chihuahua tiene una superficie de 3,832,729 con potencial alto y en segundo lugar el estado de Zacatecas en la parte norte con 1,900,611 ha. Las áreas de potencial medio en cobertura se concentran en su mayoría en la unión de los estados Chihuahua, Coahuila y Durango, que corresponde al área natural protegida “Reserva de la Biósfera de Mapimí”.

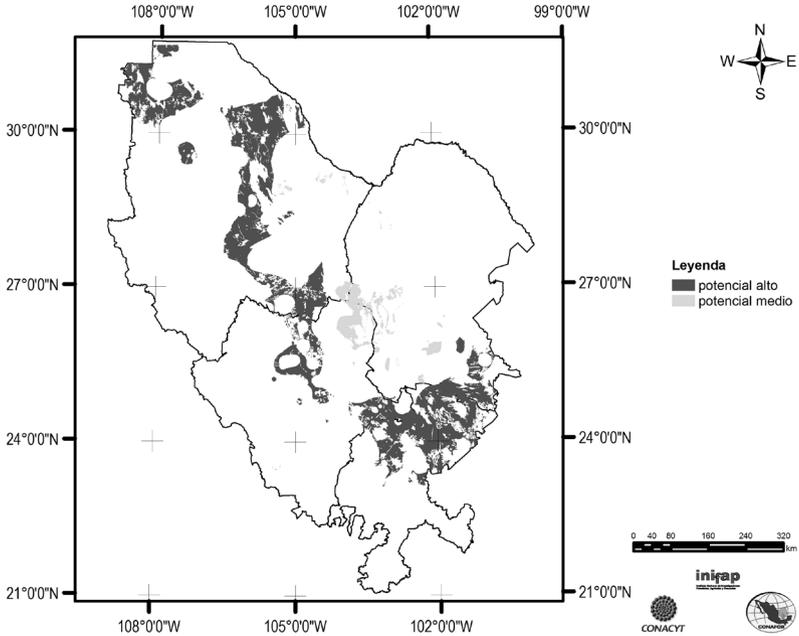


Figura 14. Mapa de potencial de cobertura aérea para mezquite en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango y Zacatecas.

CONCLUSIONES

El tema de deterioro de recursos vegetales puede entenderse como deforestación o explotación de recursos en lugar de aprovechamiento o en su mayor expresión como pérdida de cobertura vegetal, lo cual nos da como resultado el deterioro de otros recursos como el suelo, a través de la erosión o el agua por azolvamiento de presas, ríos y arroyos. Lo anterior, lo podemos ver como una consecuencia del mal manejo de los recursos al no considerarlos como renovables a largo plazo, es decir, al no entender que la vegetación debe tener un periodo de retorno, es decir, recuperación, que depende de la especie, clima, vegetación asociada, etc. Por tal motivo, se considera

importante señalar la necesidad de programas de manejo hechos a la medida, que comprendan las características del recurso a aprovechar con información generada en el sitio y que se apeguen al aprovechamiento de una manera sustentable. Lo anterior, cobra mayor importancia cuando se trata de vegetación con mayor sensibilidad al aprovechamiento como las especies de zonas áridas, incluyendo el mezquite, que tienen periodos de recuperación más largos debido a la escasa precipitación de estos ecosistemas y requieren de estudios puntuales para establecer dichos programas de aprovechamiento sobre todo cercanos a aquellas comunidades que se dedican a la producción de carbón. En este estudio se observa que la superficie con mezquite ha disminuido de manera regional, con una mayor tasa en el estado de Coahuila, donde existen zonas carboneras por excelencia en las cercanías a la Comarca Lagunera y en particular en las áreas ejidales, lo cual puede ser un patrón a seguir para la propuesta de programas de apoyo a servicios ambientales y desarrollo rural e incluso criterios en ordenamiento del territorio.

En la zona de estudio y de acuerdo a las características en campo donde se desarrolla el mezquite, se encontraron áreas para desarrollarse en los cuatro estados, pero principalmente en el estado de Chihuahua. La superficie referida alcanza más de 14 millones de ha, lo cual es una superficie equivalente a 7 veces la superficie que se reporta con la información de INEGI en la Serie III. Esto se considera relevante debido a que se conoce el potencial que tiene el mezquite en los diferentes productos y subproductos que de él se derivan.

También se tiene en esta área de estudio una amplia superficie con potencial de cobertura aérea para mezquite, sumando

cerca de 8 millones de ha. Este potencial está relacionado con la cobertura del follaje, al tener mayor follaje, se tiene mayor potencial de producción de vainas lo cual también es un subproducto que tiene demanda como complemento en la alimentación de ganado caprino, principalmente.

Al igual que el ordenamiento del territorio permite una mejor toma de decisión en la proyección de crecimiento urbano y rurales, esta herramienta permite tener mayores elementos en la toma de decisión para establecer el tipo de aprovechamiento potencial al cual consideramos someter nuestras poblaciones naturales de mezquite o en el caso de proponer el establecimiento de una plantación de la vegetación en cuestión.

LITERATURA CITADA

- Alcantar R., J. J., J. Anguiano C., V. M. Coria A., G. Hernández R. y J. A. Ruiz C. 1999. Áreas potenciales para cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. Hass en el estado de Michoacán, México. Revista Chapingo. Serie horticultura, México, 1999 V58. pp. 151-154.
- Arellano D., S. 1996. Determinación del potencial productivo del mezquite (*Prosopis spp*) en el municipio de San Juan de Guadalupe, Durango. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango. 102 p.
- Cañada T., M. 2008. Técnicas de interpolación geoestadísticas: kriging universal. pp. 865-880. In: R. Cañada T., R., B. Cervera C., F. Fernández G., N. Gómez G., P. Martínez S., A. Moreno J., M. E. Prieto F., J. A. Rodríguez E. y M. J. Vidal D. 2008. Sistemas y análisis de la información geográfica. Manual de autoaprendizaje con Arcgis. Moreno J., A. (Coordinador) 2ª Edición. Alfaomega Ra-Ma. 911 p.
- Castro J., N. V., I. Orona C., R. Trucios C., J. Estrada A. Y M. Fortis H. 2008. Caracterización de los recursos naturales en la Sierra de Lobos, en León, Guanajuato. pp. 380 – 385 In: Martínez-Ríos, J. J., M. Vázquez-Navarro, A. Martínez-Ríos, S. Berúmen-Padilla. y R. Santana-Rodríguez. (Editores). Memoria XX Semana Internacional de Agronomía. Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad

- de Agricultura y Zootecnia, Venecia, Dgo. Centro de Convenciones "Fco. Zarco", Gómez Palacio, Durango, México. 897 p.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2005. "División Política Estatal". Escala 1:1000000. Metadato Extraído de Conjunto de Datos vectoriales topográficos y toponímicos. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2000). México.
- Elvira Q., J. R. 2006. El Cambio de uso de suelo y sus repercusiones en la atmósfera. 191-194 pp. En: Urbina-Soria, J. y J. Martínez-Fernández. (Compiladores). Más allá del cambio climático. Las dimensiones psicosociales del cambio ambiental global. Algunos peligros del cambio climático. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales - Instituto Nacional de Ecología – Universidad Nacional Autónoma de México (SEMARNAT-INE-UNAM). 287 p.
- Fernández G., F. 2008. Creación de nuevos mapas a partir del MDE. Aplicación de las funciones de análisis de superficies. pp. 629-648. *In*: R. Cañada T., R., B. Cervera C., F. Fernández G., N. Gómez G., P. Martínez S., A. Moreno J., M. E. Prieto F., J. A. Rodríguez E. y M. J. Vidal D. 2008. Sistemas y análisis de la información geográfica. Manual de autoaprendizaje con Arcgis. Moreno J., A. (Coordinador) 2ª Edición. Alfaomega Ra-Ma. 911 p.
- Frías H., J., V. Olalde P. y J. Vernon C. (Editores). 2000. El mezquite árbol de usos múltiples. Estado actual del conocimiento en México. Universidad de Guanajuato, México. 95 – 107 p.
- Gobierno del Estado de Guanajuato. 2006. Plan Estatal de Ordenamiento Territorial de Guanajuato. Unidad de Planeación e inversión Estratégica. 248 p.
- González A., I. J., J. A. Ruiz C., R. A. Martínez P. K. F. Byerly M., L. Mena H., J. A. Osuna G. 2002. Determinación del potencial productivo de especies vegetales para el municipio de Jala, Nayarit. Folleto de Investigación Num. 9. SAGARPA-INIFAP Campo Experimental Santiago Ixcuintla. 49 p.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). 2009. Extractor Rápido de Información Climática (ERIC III). Versión 3. CD room.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1990. Guías para la interpretación de cartografía. Edafología. Aguascalientes, México. 48 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1997. Base de datos Geográficos. Diccionario de datos de Uso de Suelo y Vegetación (vectorial) escala 1:250,000. Aguascalientes, México. 50 p

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2001. Diccionario de datos edafológicos (alfanumérico). Sistema Nacional de Información Geográfica. Aguascalientes, México. 48 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2004. Metadatos del Conjunto de Datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación Serie III.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2005. Guías para la interpretación de cartografía. Uso de suelo y vegetación. Aguascalientes, México. 89 p
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2009. Diccionario de datos edafológicos. Serie II. Aguascalientes, México. 35 p.
- Jasso I., R., J. Villanueva D., J. G. Martínez R. e I. Sánchez C. 2002. Sucesión de mezquite y huizache en predios agrícolas y alternativas de reconversión productiva. *In: J. J. Martínez R., D. Escobedo L., J. Martínez C. y A. Martínez R. (Editores) Memoria de la XIV Semana Internacional de Agronomía. Gómez Palacio, Dgo. pp 378 - 384.*
- Jones, C. and McCoy J. 2001. *Geoprocessing in ArcGis Tutorial*. Environmental System Research Institute, Inc. (ESRI). Wilson. North Carolina. USZ. 63 p.
- López C., F. 1998. Restauración Hidrológico-Forestal de Cuencas y Control de la Erosión. Ingeniería Medioambiental. Transformación Agraria S. A. (TRAGSA), Tecnología y Servicios Agrarios, S. A (TRAGSATEC) y Ministerio del Medio Ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 2ª Edición. pp 945.
- López M., J., J. Sánchez y R. Andressen. 2001. Comparación de varios métodos para la representación cartográfica de información climática en zonas altas del estado Lara. *Bioagro 13(1): pp. 39-46.*
- Maldonado A., L. J. y F. E. De la Garza P. 2000. El Mezquite en México: Rasgos de importancia productiva y necesidades de desarrollo. *In: Frías H., J., Olalde P., V. y Vernon C., J. (Editores). 2000. El mezquite árbol de usos múltiples. Estado actual del conocimiento en México. Universidad de Guanajuato, México. 37-50 pp.*
- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de Vegetación de México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. México 28: 29-176 pp.*
- Moreno J., A. 2008a. Las capas raster: conceptos básicos, tipos de tratamiento y visualización. pp. 593-618. *In: R. Cañada T., R., B. Cervera C., F. Fernández G., N. Gómez G., P. Martínez S., A. Moreno J., M. E. Prieto F., J. A. Rodríguez E. y M. J. Vidal D. 2008. Sistemas y análisis de la información geográfica. Manual de autoaprendizaje con Arcgis. Moreno J., A. (Coordinador) 2ª Edición. Alfaomega Ra-Ma. 911 p.*

- Moreno J., A. 2008b. Operaciones locales. pp. 619-628. *In*: R. Cañada T., R., B. Cervera C., F. Fernández G., N. Gómez G., P. Martínez S., A. Moreno J., M. E. Prieto F., J. A. Rodríguez E. y M. J. Vidal D. 2008. Sistemas y análisis de la información geográfica. Manual de autoaprendizaje con Arcgis. Moreno J., A. (Coordinador) 2ª Edición. Alfaomega Ra-Ma. 911 p.
- Moreno J., A. 2008c. Las capas raster: conceptos básicos, tipos de tratamientos y visualización. pp. 593-604. *In*: R. Cañada T., R., B. Cervera C., F. Fernández G., N. Gómez G., P. Martínez S., A. Moreno J., M. E. Prieto F., J. A. Rodríguez E. y M. J. Vidal D. 2008. Sistemas y análisis de la información geográfica. Manual de autoaprendizaje con Arcgis. Moreno J., A. (Coordinador) 2ª Edición. Alfaomega Ra-Ma. 911 p.
- Organización de las naciones unidas para Agricultura y la Alimentación (FAO). 2009. Situación de los bosques del mundo. Subdivisión de Políticas y Apoyo en Materia de Publicación Electrónica División de Comunicación. Roma, Italia. 158 p.
- Osuna L., E. y R. Mesa S. 2003. Alternativas para la explotación sostenible del mezquital de Baja California Sur. Folleto Técnico Núm. 8. INIFAP-CIRNO-Campo Experimental Todos Santos. La Paz, Baja California Sur. México. 55 p.
- Rzedowski J. 1978. Vegetación de México. Primera Edición. Limusa, México, D.F. 504 p.
- Rzedowski, J. 1988. Análisis de la distribución espacial del complejo *Prosopis* (*Leguminosae, mimosoideae*) en Norteamérica. Acta Botánica Mexicana. Septiembre. Numero 003 Instituto de Ecología A.C. Patzcuáro, México. pp. 7-19.
- Rzedowski, J. 1990. Vegetación Potencial. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:4,000,000. Instituto de Geografía. UNAM. México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2009. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. Edición 2008. 357 p.
- Trucíos C., R., J. Estrada A., M. Rivera G., V. Guerra de la C., e I. Orona C. 2010a. Sistemas de información geográfica de la cuenca del río Zahuapan. pp. 1-31. *In*: Estrada A. J., R. Trucíos C. J. Villanueva D., J. M. Rivera G. y L. F. Flores L. Manejo Sustentable de los recursos naturales en el río Zahuapan, Tlaxcala. Libro Técnico No. 7. INIFAP CENID-RASPA. Gómez Palacio, Dgo. 206 p.
- Trucíos C., R., J. Estrada A., M. Rivera G. y G. Delgado R. 2010b. Compilación y edición de cartografía para la conformación de sistemas de información geográfica: Caso de estudio León, Guanajuato. Folleto Técnico No. 17. INIFAP CENID-RASPA. Gómez Palacio, Dgo. 49 p.

Villanueva D., J. 1993. Distribución actual y características ecológicas del mezquite (*Prosopis laevigata* H. & B. Johnston), en el estado de San Luis Potosí. Boletín Divulgativo No. 74 SAGAR-INIFAP. México. 36 p.

Villanueva D., J., R. Jasso I., G. González C., I. Sánchez C., y C. Potisek T. 2004. El mezquite en la Comarca Lagunera. Alternativa de producción integral para ecosistemas desérticos. CENID- RASPA INIFAP. Folleto Científico n° 14. Gómez Palacio, Durango. 35 p.

Viramontes, D. y L. Decroix. 2001. Consecuencias Hidrológicas de la Sobreutilización del Medio en la Alta Cuenca del Río Nazas. In: XI Congreso Nacional de Irrigación Simposio 5. Manejo Integral de Cuencas. Septiembre 19-21 Guanajuato, Guanajuato, México. pp. 23-29.

Cartografía utilizada

Cartas de Uso de suelo y Vegetación Serie II, Serie III y Edafología de INEGI: H12-3, Agua Prieta; H13-1, Ciudad Juárez; H13-2, Porvenir; H12-6, Nacozari; H13-4, Nuevo Casas Grandes; H13-5, San Antonio El Bravo; H12-9, Madera; H13-7, Buenaventura; H13-8, Ojinaga; H13-9, Manuel Benavides; H14-7, Ciudad Acuna; H12-12, Tecoripa; H13-10, Chihuahua; H13-11, Ciudad Delicias; H13-12, San Miguel; H14-10, Piedras Negras; G12-3, Ciudad Obregón; G13-1, San Juanito; G13-2, Ciudad Camargo; G13-3, Ocampo; G14-1, Nueva Rosita; G14-2, Nuevo Laredo; G12-6, Huatabampo; G13-4, Guachochi; G13-5, Hidalgo del Parral; G13-6, Tlahualilo de Zaragoza; G14-4, Monclova; G13-7, Pericos; G13-8, Santiago Papasquiaro; G13-9, Torreón; G14-7, Monterrey; G13-10, Culiacan; G13-11, Durango; G13-12, Juan Aldama; G14-10, Concepción del Oro; F13-2, El Salto; F13-3, Fresnillo; F14-1, Matehuala; F13-5, Escuinapa; F13-6, Zacatecas; F14-4, San Luis Potosí; F13-9, Aguascalientes; F14-7, Guanajuato.



Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

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

Comité Editorial del CENID-RASPA

Presidente: Dr. José Antonio Cueto Wong

Secretario: Dr. Miguel A. Velásquez Valle

Vocales: Dr. Juan Estrada Ávalos
M. C. Miguel Rivera González

Revisores Técnicos

M. C. Miguel Rivera González

M. C. Rodolfo Jacinto Soto

Edición y diseño:

M.C. Aleida Hernández Antúnez

Lic. Leticia Zamora Téllez

Ing. Alan J. Servín Prieto

La presente publicación se terminó de imprimir en Agosto del 2011 en la imprenta Carmona, Impresores. Calzada Lázaro Cárdenas No. 850, Col. Eduardo Guerra, Torreón, Coahuila.

Su tiraje consta de 500 ejemplares

**CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
DISCIPLINARIA RELACIÓN AGUA-SUELO-PLANTA-
ATMÓSFERA**

DR. JOSÉ ANTONIO CUETO WONG

Director

ING. ARMANDO ESTRADA GONZÁLEZ

Jefe de Operación

LIC. FLOR CARINA ESPINOZA DELGADILLO

Jefe Administrativo

PERSONAL INVESTIGADOR

Investigador	Red de Investigación e Innovación
Catalán Valencia Ernesto Alonso	Modelaje
Cerano Paredes Julián	Servicios Ambientales
Chávez Simental Jorge Armando	Agua y Suelo
Constante García Vicenta	Servicios Ambientales
Estrada Ávalos Juan	Agua y Suelo
González Barrios José Luis	Agua y Suelo
González Cervantes Guillermo	Agua y Suelo
Inzunza Ibarra Marco Antonio	Agua y Suelo
Macías Rodríguez Hilario	Agua y Suelo
Muñoz Villalobos Jesús Arcadio	Agua y Suelo
Potisek Talavera María del Carmen	Agua y Suelo
Rivera González Miguel	Agua y Suelo
Román López Abel	Agua y Suelo
Sánchez Cohen Ignacio	Agua y Suelo
Tostado Plasencia Miriam Marcela	Hortalizas
Trucíos Caciano Ramón	Agua y Suelo
Valenzuela Núñez Luis Manuel	Servicios Ambientales
Velásquez Valle Miguel Agustín	Modelaje
Villa Castorena María Magdalena	Agua y suelo
Villanueva Díaz José	Servicios Ambientales



Se agradece el apoyo económico otorgado por el fondo sectorial
CONAFOR-CONACYT a través del proyecto GENERACIÓN,
VALIDACIÓN Y/O DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS PARA EL
MANEJO SUSTENTABLE DE LA CADENA PRODUCTIVA DEL
MEZQUITE EN EL NORTE CENTRO DE MÉXICO (Clave 115942)

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



Vivir Mejor

www.gobiernofederal.gob.mx
www.sagarpa.gob.mx
www.inifap.gob.mx



inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias