



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES
FORESTALES, AGRICOLAS Y PECUARIAS
CENTRO DE INVESTIGACION REGIONAL NORESTE
CAMPO EXPERIMENTAL SALTILLO

**IDENTIFICACIÓN DE SITIOS PARA
PLANTACIONES DE CORTADILLO
Nolina cespitifera Trel. EN EL SURESTE
DE COAHUILA**



**SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA,
DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN**

ING. ALBERTO CÁRDENAS JIMENEZ
Secretario

ING. FRANCISCO LÓPEZ TOSTADO
Subsecretario de Agricultura y Ganadería

ING. ANTONIO RUIZ GARCÍA
Subsecretario de Desarrollo Rural

LIC. JEFFREY MAX JONES JONES
Subsecretario de Fomento a los Agronegocios

C. RAMÓN CORRAL AVILA
Comisionado Nacional de Acuacultura y Pesca

ING. JOSÉ DE JESÚS LEVY GARCÍA
Oficial Mayor

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES,
AGRICOLAS Y PECUARIAS**

Ph. D. PEDRO BRAJCICH GALLEGOS
Director General

Ph. D. SALVADOR FERNÁNDEZ RIVERA
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

Dr. ENRIQUE ASTENGO LOPEZ
Coordinador de Planeación y Desarrollo

LIC. MARCIAL ALFREDO GARCÍA MORTEO
Coordinadora de Administración y Sistemas

CENTRO DE INVESTIGACION REGIONAL DEL NORESTE

Ph. D. SEBASTIAN ACOSTA NUÑEZ
Director Regional

Ph. D. JORGE ELIZONDO BARRÓN
Director de Investigación

M.C. NICOLÁS MALDONADO MORENO
Director de Planeación y Desarrollo

M.A. JOSE LUIS CORNEJO ENCISO
Director de Administración

M. C. GUSTAVO J. LARA GUAJARDO
Director de Coordinación y Vinculación en Coahuila

GOBIERNO DEL ESTADO DE COAHUILA

PROFR. HUMBERTO MOREIRA VALDÉS
Gobernador Constitucional del Estado

C. HECTOR OSCAR FERNÁNDEZ AGUIRRE
Secretario de Fomento Agropecuario

LIC. ELIAS JUAN MARCOS ISSA
Subsecretario Agropecuario y de Comercialización

ING. JOSE CARLOS DESTENAVE MEJÍA
Director de Agricultura

M. V. Z. ENRIQUE GARCÍA PÉREZ
Director de Ganadería

DR. HECTOR FRANCO LÓPEZ
Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales de Coahuila

DELEGACION ESTATAL DE LA SAGARPA

ING. EDUARDO VILLARREAL DAVILA
Delegado

ING. JORGE ALBERTO FLORES BERRUETO
Subdelegado Agropecuario

LIC. REYNOLD MALTOS ROMO
Subdelegado de Planeación

LIC. REYNALDO PEREZ-NEGRON
Subdelegado de Administración

FUNDACION PRODUCE COAHUILA, A. C.

ING. BERNABE IRUZUBIETA QUEZADA
Presidente

ING. JUAN ANTONIO OSUNA CÁRDENAS
Vicepresidente

ING. JAVIER GARCÍA NÚÑEZ
Tesorero

M. Sc. IGNACIO GONZALEZ CEPEDA
Presidente del Consejo consultivo Sureste

M. C. JORGE ANTONIO MONTAÑEZ DE LEÓN
Gerente

En el proceso editorial de esta publicación colaboraron:

Comité Editorial del Campo Experimental Saltillo:

M. C. Gustavo J. Lara Guajardo
Dr. Marco A. Arellano García
M. C. Francisco J. Contreras de la Ree
M. C. David Castillo Quiroz
Ing. Eutimio de J. Cuellar Villarreal
M. C. Carlos Ríos Quiroz

Revisión técnica:

Ph. D. Jorge Elizondo Barrón
Ing. J. Trinidad Sáenz Reyes.
M.C. Jorge Cantú Vega
M.C. Rigoberto Meza Sánchez

Captura Computacional:

M. C. David Castillo Quiroz
M. C. Oscar Ulises Martínez Burciaga

Fotografía:

M. C. David Castillo Quiroz

Edición:

M .C. Carlos Ríos Quiroz
Dr. Marco A. Arellano García

**MAYOR INFORMACION
INIFAP**

Campo Experimental Saltillo
Blvd. Vito Alessio Robles No. 2565
Col. Nazario S. Ortiz Garza
Saltillo, 25100, Coah.
Tel. (844) 4 16 20 25
Fax (844) 4 39 19 01

Dirección de Coordinación y Vinculación del
INIFAP-Coahuila
Blvd. Vito Alessio Robles No. 2565
Col. Nazario S. Ortiz Garza
Saltillo, 25100, Coah.
Tel /Fax: (01 844) 4 39 24 36
E-mail: lara.gustavo@inifap.gob.mx



**IDENTIFICACIÓN DE SITIOS PARA
PLANTACIONES DE CORTADILLO
Nolina cespitifera Trel. EN EL
SURESTE DE COAHUILA**

M. C. Oscar Ulises Martínez Burciaga
Investigador del Programa Sistemas de Información Geográfica

M. C. David Castillo Quiroz
Investigador del Programa de Recursos Forestales No
Maderables

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES
FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS
CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL DEL NORESTE
CAMPO EXPERIMENTAL SALTILLO
MÉXICO
NOVIEMBRE, 2007

**IDENTIFICACIÓN DE SITIOS PARA PLANTACIONES DE
CORTADILLO *Nolina cespitifera* Trel. EN EL SURESTE DE
COAHUILA**

No está permitida la reproducción total o parcial de este folleto, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del derecho de autor.

Derechos Reservados © 2007. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
Progreso No. 5
Barrio de Santa Catarina
Del. Coyoacán
04010 México, D. F.
Tel. (01 555) 51 40 16 00

Primera edición
Impreso en México
Tiraje: 500 ejemplares
No. de Registro INIFAP /CIRNE / F-60
ISBN: 978-970-43-0256-6

Esta obra se terminó de imprimir
en Noviembre de 2007 en los talleres de:

Imprenta Sánchez
Nueva España 514
Fracc. Urdiñola
Tel/Fax: (844) 414 61 51
Saltillo, 25020, Coah.

Folleto Técnico Núm. 34 Noviembre, 2007

CAMPO EXPERIMENTAL SALTILLO

Blvd. Vito Alessio Robles No. 2565
Col. Nazario S. Ortiz Garza
Saltillo, 25100, Coah.
Tel. (01 844) 4 16 20 25
Fax (01 844) 4 39 19 01

La cita correcta de este folleto es:

Martínez B. O. U. y D. Castillo Q. 2007. Identificación de sitios para plantaciones de Cortadillo *Nolina cespitifera* Trel. en el sureste de Coahuila. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Folleto Técnico Núm. 34 Coahuila, México. 38 p.

SEMARNAT. 2003 (a). Programa especial de regulación para aprovechamiento de recursos no maderables y fauna silvestre. [http:// www.proteccion@zacatecas.semarnat.gob.mx](http://www.proteccion@zacatecas.semarnat.gob.mx) (23 de octubre 2005).

SEMARNAT. 2003(b). Subdelegación de Gestión para la Protección Ambiental, Unidad de Administración y Aprovechamientos de Recursos Naturales. Delegación Coahuila. Saltillo, Coah. Inédito.

SEMARNAT. 2005. Subdelegación de Gestión para la Protección Ambiental, Unidad de Administración y Aprovechamientos de Recursos Naturales. Delegación Nuevo León Monterrey, N. L. <http://www.semarnat.gob.mx/nl/documentos/aprovechamientos1.xls> (26 de septiembre 2005).

Standley, P.C. 1920. Trees and shrubs of Mexico. Contr. U.S. Nat. Herb. 23: 1- 1723.

Tropengarten.2005. Seeds of exotic plants. www.tropengarten.com (23 de junio de 2005).

Villarreal, Q., J. A. 1994. Flora vascular de la Sierra de la Paila, Coahuila. México. Sida 16(1): 109-138.

Villarreal, Q. J. A. 2001. Listados Florísticos de México. XIII Flora de Coahuila. Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 138 p. <http://biblio68.biologia.unam.mx/FullText/lf23.pdf> (23 de junio de 2005).

Pinkava, D.J. y J.A. Villarreal Q. 2005. Cuatro Cienegas Region Mexico. *In: Middle America & Caribbean Islands.* <http://nrmnhGoph.si.edu/botany/projects/cpd/ma/ma10.htm> (23 de junio de 2005).

Registros Florísticos de Herbario. 2004. Herbario ASMN Departamento de Botánica. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buena vista, Saltillo, Coah.

Ruiz C., J. A.; G. Medina G.; I. J. González A.; C. Ortiz T.; H. E. Flores L.; R. A. Martínez P. y K. F. Byerly M. 1999. Requerimientos agroecológicos de los cultivos. Libro Técnico Núm. 3. INIFAP-SAGAR. México. 324 p.

Sáenz R., J. T. y D. Castillo Q. 1992. Guía para la evaluación del cortadillo en el estado de Coahuila. Folleto Técnico No. 3 INIFAP-CIRNE Campo Experimental La Saucedá, Saltillo, Coah. 13 p.

Sáenz R., J. T.; G. Chávez L.; J. García M. y J. Anguiano C. 2000. Regionalización de áreas potenciales para plantaciones forestales en la región oriente de Michoacán. *En: Memoria Digital. Primer Congreso Nacional de Reforestación.* SEMARNAP-CP. Montecillos, Méx. México.

Sánchez M., G. 1996. Detección de áreas potenciales para la propagación de pinabete espinoso (*Picea chihuahuana* Mtz.). Folleto Técnico No. 7. SAGAR-INIFAP.CIR Norte-Centro. Campo Experimental Madera. Cd. Madera Chih. México. 28 p.

CONTENIDO

	Pág.
1	1
2	4
2.1	6
2.2	7
2.3	8
2.4	10
2.5	11
3.	12
3.1	12
3.2	12
3.3	13
3.4	15
4.	16
4.1	16
4.1.1	16
4.1.2	17
4.2	18
4.2.1	18
4.2.2	18
4.2.3	19

4.2.4	Características químicas del suelo	19
4.3	Factores topográficos	21
4.3.1	Altitud sobre el nivel del mar	21
4.3.2	Pendiente del terreno	21
4.3.3	Orientación de la pendiente	22
4.4	Determinación de áreas con potencial productivo	22
4.5	Áreas para plantaciones intensivas de alta productividad	25
4.6	Plantaciones para áreas abandonadas o de baja productividad	27
4.7	Plantaciones con fines de reforestación	29
5.	Conclusiones	33
6.	Literatura citada	35

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Características agro-climáticas de sitios productores de Cortadillo con buen y muy buen potencial.	14
Cuadro 2.	Características químicas del suelo en diferentes sitios de poblaciones naturales del Cortadillo con buen potencial productivo.	20
Cuadro 3.	Requerimientos agro-climáticos del Cortadillo para producción con buen y muy buen potencial en el sureste del estado de Coahuila.	23

potencial productivo Universidad Autónoma Chapingo. Centro Regional Universitario del Noroeste, Cd. Obregón, Sonora México. <http://www.zoetecnocampo.com> (18 de julio de 2005).

García M., A. y R. Galván V. 1995. Riquezas de las familias Agavaceae y Nolinaceae en México. Bol. Soc. Bot. México 56: 7-24.

Martínez B., O. U. y G. J. Lara G. 2003 (a). Especies vegetales con potencial productivo en las áreas de riego del estado de Coahuila. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Publicación Especial Núm. 2. Coahuila, México. 70 p.

Martínez B., O. U. y G. J. Lara G. 2003 (b). Potencial productivo de áreas de temporal en el estado de Coahuila. Una propuesta de reconversión productiva. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Publicación Especial Núm. 1. Coahuila, México. 91 p.

Meza S. R. 2002. Identificación de áreas potenciales para palo de arco mediante el uso de SIG en Baja California Sur. Folleto Científico No. 1. INIFAP Campo Experimental Todos Santos. La Paz B. C. S. México. 25 p.

Pinkava, D.J. 1984. Vegetation and flora of the Bolson of Cuatro Ciénegas Region, Coahuila, Mexico: IV. Summary, endemism and corrected catalogue. J. Ariz.-Nev. Acad. Sci. 19: 23-47.

6. Literatura citada

- Castillo Q., D. 1995. Establecimiento de plantaciones de Cortadillo en la región ixtlera del sur del municipio de Saltillo, Coah. *En: Memoria Taller de identificación de proyectos productivos para el Programa de Desarrollo Regional Sustentable de las Zonas Ixtleras y Candelilleras*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. CONAZA. Buenavista, Saltillo, Coah. 153 p.
- Castillo Q. D y A. Cano P. 2005. Guía técnica para el establecimiento de plantaciones de Cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) para la producción de fibras duras en el estado de Coahuila. 23 p.
- Castillo Q., D. y J. T. Sáenz R. 1993. Aspectos ecológicos del Cortadillo *Nolina* sp en el sur de Saltillo, General Cepeda y Parras de la Fuente, Coah. Folleto Técnico No. 4 INIFAP-CIRNE Campo Experimental La Sauceda. Saltillo, Coah. 17 p.
- CONABIO, 2000. Sierra de Arteaga. *En: Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS)* <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicas.htm1> (25 de septiembre 2005).
- FAO, 1997. Zonificación agro-ecológica. Guía General. Boletín de Suelos de la FAO. No. 73. FAO. Roma, Italia. 82 p.
- Feuchter A., F. R 2001. Cultivos alternativos de diversificación y reconversión productiva para los distritos de riego y temporal en México *En: Listado de especies halófitas y eurihalinas con*

Cuadro 4.	Superficies con diferente potencial (bueno y muy bueno) para el establecimiento de plantaciones de Cortadillo con fines de reforestación en el sureste del estado de Coahuila.	32
-----------	--	----

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Aspecto general del Cortadillo <i>Nolina cespitifera</i> Trel. en el sureste de Coahuila.	7
Figura 2.	Áreas con potencial para el establecimiento de plantaciones intensivas de Cortadillo (<i>Nolina cespitifera</i> Trel.) en el sureste de Coahuila.	26
Figura 3.	Áreas abiertas a la agricultura de temporal con potencial bueno y muy bueno para la producción de Cortadillo en el sureste de Coahuila.	27
Figura 4.	Áreas con potencial bueno y muy bueno para reforestaciones con Cortadillo en el sureste del estado de Coahuila.	30

IDENTIFICACIÓN DE SITIOS PARA PLANTACIONES DE CORTADILLO *Nolina cespitifera* Trel. EN EL SURESTE DE COAHUILA

¹Oscar Ulises Martínez Burciaga

²David Castillo Quiroz

1. Introducción

El conocimiento de las condiciones agro-ecológicas donde se desarrollan las especies vegetales en su hábitat natural, es un aspecto de suma importancia en la planeación para su aprovechamiento productivo y sostenido.

En el caso particular de especies vegetales de zonas áridas y semiáridas, su aprovechamiento ha sido excesivo y de manera inadecuada, a tal grado que sus poblaciones naturales han disminuido, provocando, el deterioro de los ecosistemas y la escasez de productos que son de gran importancia en la economía de las familias del área rural.

Por lo anterior, se requiere conocer los factores agro-ecológicos relacionados con buen potencial productivo de cada una de las especies, para ubicarlos en otros sitios con las mismas características y lograr, mayores

Para el caso de reforestaciones, se puede emplear la totalidad de la superficie potencial, de la cual el 82.5% será con buen potencial y el resto con muy buen potencial. La distribución de estas áreas es en los cinco municipios que conforman la región sureste.

Las áreas que se han identificado reúnen las condiciones requeridas por el Cortadillo, pero no necesariamente corresponden a las que ocupa actualmente por lo que para su utilización se deberá hacer un análisis de factibilidad económica y ecológica considerando también a otras especies que pueden tener también potencial productivo en las mismas áreas y quizá sean de mayor valor económico.

Para todos los casos, y antes de implementar un programa de reforestación o plantaciones comerciales de esta especie vegetal, se deberá establecer un programa de producción de planta en vivero, así como dar seguimiento al proceso de producción ajustado a la tecnología generada.

¹ Investigador del Programa Sistemas de Información Geográfica del Campo Experimental Saltillo

² Investigador del Programa de Recursos Forestales No Maderables del Campo Experimental Saltillo

en donde la superficie bajo estas condiciones representa aproximadamente el 97% del total.

5. Conclusiones

En la región sureste del estado de Coahuila existen 80,954 ha que reúnen las condiciones agro-ecológicas requeridas por el Cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) para producir con niveles de buen y muy buen potencial productivo.

En la superficie determinada, se puede diferenciar áreas para el establecimiento de plantaciones con tres diferentes propósitos. Por sus características, estas áreas cumplen mejor su función para: (1) plantaciones intensivas o comerciales, (2) plantaciones para áreas agrícolas abandonadas y (3) reforestaciones.

Para plantaciones intensivas, la superficie con potencial es de 14,902 ha y el 96.7% se localiza en el municipio de Saltillo, 2.8% en Parras de la Fuente y 0.05% en Arteaga.

Para plantaciones en áreas agrícolas abandonadas se pueden utilizar 1,198 ha, de las cuales el 87.2% son de buen potencial y el resto de muy buen potencial. Estas áreas se distribuyen en todos los municipios del área de estudio, con excepción del municipio de Arteaga.

ventajas para su desarrollo y aprovechamiento de manera más intensiva y rentable.

Un caso de importancia para los productores de la región sureste de Coahuila, es el aprovechamiento del Cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) el cual es un recurso no maderable del que se obtiene una fibra dura que se utiliza como materia prima para la elaboración de diversos productos como escobas y cepillos, entre otros.

En su gran mayoría, el campesino obtiene de esta actividad, ingresos que son la principal fuente económica para el sostenimiento de sus familias, por lo tanto, es importante mantener y mejorar esta fuente de trabajo, que además implicaría mayor arraigo de los pobladores en sus comunidades.

Como parte de los programas gubernamentales de apoyo a los campesinos de la región, se promueve la reconversión productiva de áreas que han sido abiertas a cultivos de temporal, principalmente maíz y frijol; sin embargo, muchas de estas superficies no tienen la capacidad productiva para estos cultivos, dado que requieren una cantidad de humedad y por las condiciones climáticas de la región, difícilmente podría ser suficiente ya que la precipitación generalmente ocurre de manera errática y en baja cantidad.

En la región sureste de Coahuila, que comprende el Distrito de Desarrollo Rural 004 (Saltillo) se encuentran aproximadamente

113,000 ha abandonadas debido a la baja productividad obtenida en los cultivos que se han utilizado tradicionalmente. Se considera que existen otras opciones productivas entre las que se encuentra el Cortadillo, el cual representa una fuente de ingresos y empleo muy importante para los habitantes de la región, dado que es una especie muy rústica que se adapta a condiciones muy precarias, tanto de suelo como de precipitación y ayuda a recuperar la capacidad productiva de los ecosistemas degradados.

Ante ésta alternativa productiva, es importante determinar con precisión las áreas potenciales para plantaciones con Cortadillo, dado que sus requerimientos agro-ecológicos son específicos por lo que se considera primero conocer y/o caracterizar los factores asociados a poblaciones naturales con indicadores de buena productividad y posteriormente ubicar áreas con éstas características, las cuales son potenciales para ser empleadas en programas de reforestación o plantaciones comerciales.

Para determinar las áreas que tienen características deseables para la producción de una especie, se emplean los Sistemas de Información Geográfica, mediante los cuales se pueden combinar capas de información o bases de datos que contienen los atributos del medio físico como factores climáticos, edáficos, topográficos o de otro aspecto de la producción que pueda ser referido geográficamente.

Cuadro 4. Superficies con diferente potencial (bueno y muy bueno) para el establecimiento de plantaciones de Cortadillo con fines de reforestación en el sureste de Coahuila.

Municipio	Buen Potencial (ha)	Muy Buen Potencial (ha)
Arteaga	160	296
General Cepeda	6,824	-
Parras	31,249	26
Ramos Arizpe	11,236	-
Saltillo	17,357	13,806
Total	66,826	14,128

Los resultados que se muestran en el Cuadro 4 indican que en todos los municipios existen condiciones para establecer plantaciones con buen potencial. Sin embargo, la superficie es muy variable entre municipios, ya que mientras en el municipio de Arteaga apenas existen 160 ha, en Parras de la Fuente la superficie alcanza las 31,249 ha. Esta gran diferencia la determina el factor de altitud, ya que en el municipio de Arteaga es poca la superficie que se encuentra entre 1,400 a 1,800 msnm.

Para condiciones de muy buen potencial, se combinan la altitud y precipitación, que casi sólo se presenta en los municipios de Arteaga y Saltillo, pero principalmente en este último

productivo está dada por la precipitación, en donde la cantidad de superficie entre rangos es mucho muy diferente. Por otro lado, la superficie seleccionada por reunir las condiciones de los dos factores en sus dos niveles considerados, representa el 45% del total, de los cuales el 32.9% es para niveles de potencial bueno y 12.1% para niveles de muy buen potencial productivo.

Los demás factores considerados para seleccionar las áreas (temperatura, profundidad de suelo, textura y pendiente), se reduce sustancialmente la superficie pero, su consecuencia es similar para ambos niveles de potencial productivo el cual, solo admite un rango de estos factores.

La superficie que corresponde a cada nivel de productividad es por lo tanto, la que en conjunto reúne las condiciones requeridas de cada factor. Para la región sureste del estado, la superficie de buen potencial para el establecimiento de plantaciones de Cortadillo con fines de reforestación es de 66,826 ha y para plantaciones con muy buen potencial es de 14,128 ha.

En el Cuadro 4 se desglosa por cada uno de los cinco municipios que conforman la región sureste del estado de Coahuila, la superficie de nivel bueno y muy bueno de potencial productivo.

En esta publicación se presenta la descripción de las características de los factores agro-ecológicos que se relacionan con la buena producción del Cortadillo bajo condiciones naturales y la ubicación de las áreas que tienen las mismas características de productividad, con fines de reforestación o plantaciones comerciales que aseguren aprovechamientos con mayores beneficios económicos a los habitantes del medio rural de las zonas áridas y semiáridas de la región sureste del estado de Coahuila.

2. Antecedentes

El Cortadillo *Nolina cespitifera* Trel. (Nolinaceae) es un recurso forestal no maderable de gran importancia económica para los pobladores de las zonas áridas y semiáridas del estado de Coahuila. Esta planta representa para los productores una alternativa económica de subsistencia que en la mayoría de los casos, es la principal fuente de recursos y con un gran potencial industrial para el noreste del país (Castillo y Sáenz, 1993 y Castillo y Cano 2005).

De esta especie se obtiene una fibra dura de alta resistencia, que se considera como un recurso con potencial industrial para el sur de los estados de Coahuila, Nuevo León y norte de Zacatecas. La fibra de Cortadillo es empleada como materia prima, combinada con sorgo escobero, en la fabricación de escobas,

cepillos y muebles rústicos en sustitución del ratán; también se utiliza en la fabricación de discos para barredoras mecánicas y cartuchos de explosivos (Sáenz y Castillo, 1992; Castillo y Sáenz 1993; SEMARNAT, 2003 a).

El sureste de Coahuila es la zona más importante en función a sus áreas de distribución, aprovechamiento y comercialización de la fibra del Cortadillo. Tiene grandes repercusiones socioeconómicas debido a que el aprovechamiento del recurso lo ejecutan aproximadamente 3,000 familias campesinas de 37 predios, situados en los municipios de Saltillo, General Cepeda y Parras de la Fuente (Castillo y Sáenz 1993; SEMARNAT, 2003 b).

El aprovechamiento del Cortadillo en la región tiene varias décadas de realizarse y en los últimos años, su alta demanda ha provocado reducciones en las poblaciones naturales y por consecuencia, una baja en la producción de fibra por unidad de superficie (Castillo y Sáenz, 1993). Además, debido al aprovechamiento intensivo a que han estado sometidas estas áreas al paso de los años, ha ocasionado que los productores se trasladen a sitios más alejados para colectar el recurso, lo cual afecta su economía (Castillo, 1995).

En el año 2003, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales para Coahuila autorizó el aprovechamiento de Cortadillo de

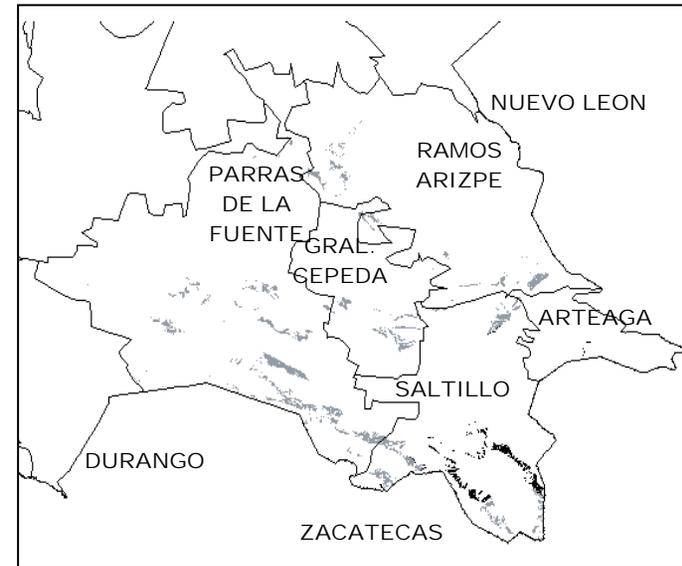


Figura 4. Áreas con potencial bueno y muy bueno para reforestaciones con Cortadillo en el sureste de Coahuila.

Por lo que respecta a la precipitación, el 74.2% de la superficie de la región sureste del estado (DDR004 Saltillo) está en posibilidades de producir con buen potencial, es decir, en esta superficie llueve en promedio anual entre 250 y 350 mm y solamente el 23.0% de la superficie recibe más de 350 mm de precipitación anual en donde se ubican las áreas de muy buen potencial productivo.

Por lo tanto, de estos dos factores (altitud y precipitación), la diferenciación de la cantidad de la superficie entre los niveles de potencial

4.7 Plantaciones con fines de reforestación

En la figura 4 se presentan las áreas que tienen potencial productivo para reforestaciones con Cortadillo en el sureste de Coahuila.

De acuerdo a los criterios empleados para seleccionar estas áreas, las superficies que se muestran en la Figura 4 prácticamente son todas las que tienen potencial productivo para el establecimiento de esta especie. En este mapa se incluyen las dos situaciones anteriores (plantaciones intensivas y áreas agrícolas abandonadas) que también pueden ser consideradas como áreas de reforestación, según los objetivos que se persigan.

Los dos niveles de productividad que se presentan en estas áreas, están dados principalmente por la altitud sobre el nivel del mar y la precipitación media anual.

Aproximadamente el 25.3% de la superficie está en el rango de altitud de 1,400 a 1,800 m sobre el nivel del mar, que corresponden a áreas que pueden por este factor, producir con buen potencial y el 20.3% de la superficie total está en el rango de 1,800 a 2,200 msnm en donde se esperan producciones de muy buen potencial productivo. El resto de la superficie (54.4%), no tiene posibilidades de producir en los niveles de potencial considerados en este estudio.

277 toneladas, con vigencia de cuatro años (SEMARNAT, 2003 b).

En los últimos años el Cortadillo se ha considerado como un cultivo alternativo de diversificación y reconversión productiva para zonas áridas, además es una opción de protección de los suelos y para incorporar terrenos abandonados de nuevo a la actividad económica, logrando con esto un mejor equilibrio ecológico en los ecosistemas desérticos (Feuchter, 2001).

2.1 Descripción botánica de la planta

Nolina cespitifera Trel. Planta arbustiva, perenne, acaulescente, cespitosa, de 1.20 m de altura, con hojas lineares flexibles de 1.0 a 1.40 m de longitud, de 10 mm de ancho y aglomeradas hacia el extremo de las ramas o troncos, aserradas en su parte lateral, de ahí el nombre común de Cortadillo, el color de sus hojas es de verde pálido a verde amarillento (Figura 1). Su inflorescencia es rígida, con numerosas ramificaciones de color verde a café oscuro, de tamaño igual o un poco menor al tamaño de sus hojas. Sus flores son pequeñas, blancas, dispuestas en panículas amplias con sépalos ovales y redondeados.

La época de floración para la región sur de Coahuila, se presenta en los meses de mayo a junio (Castillo y Sáenz, 1993). Las semillas son de 3 a 4 mm de diámetro, ovoides, de color café oscuro.



Figura 1. Aspecto general del Cortadillo *Nolina cespitifera* Trel. en el sureste de Coahuila.

2.2 Distribución

El Cortadillo se distribuye en el noreste de México básicamente en los estados de Coahuila, sur de Nuevo León y norte de Zacatecas (García y Galván, 1995; SEMARNAT, 2005).

En Coahuila, *Nolina cespitifera* Trel., ha sido reportada por Standley (1920), García y Galván (1995) y Tropengarten (2005). Específicamente en los municipios de Cuatro Ciénegas, Ramos Arizpe, Arteaga, Saltillo, Parras de la Fuente, San Pedro y General Cepeda, fue reportada por Pinkava y Villarreal (2005), U.A.A.A.N (2005), Villarreal (1994),

En éste escenario se estimaron 1,198 ha, de las cuales 1,045 se pueden considerar de buen potencial y 153 ha de potencial muy bueno. La distribución de estas áreas se presenta en cuatro municipios de la región sureste del estado, principalmente en el municipio de General Cepeda, en el cual se encuentran 712 ha consideradas de buen potencial. En el municipio de Parras solamente se localizan 114 ha con la misma categoría; 59 ha en Ramos Arizpe y 160 ha en el municipio de Saltillo. La mayoría de esta superficie se encuentra dentro del círculo mostrado en la Figura 3.

La superficie abierta al cultivo que se puede considerar de muy buen potencial para el establecimiento de plantaciones de Cortadillo se encuentra en el municipio de Saltillo, en áreas dispersas que en total suman 153 ha y aparecen dentro del elipse que se muestra en la Figura 3.

Las áreas potenciales tanto de nivel bueno, y muy bueno pueden ser consideradas dentro de los programas de reconversión productiva para fomentar el cambio de cultivos tradicionales a cultivos como el Cortadillo que en su sistema de aprovechamiento actual, sólo se hace de poblaciones naturales.

Para la ubicación exacta de las áreas, se podrá recurrir a la información digital disponible en el Sistema de Información Geográfica existente en el Campo Experimental Saltillo.

4.6 Plantaciones para áreas abandonadas o de baja productividad

Las características de bueno y muy bueno referidas al potencial productivo se consideran en las áreas que pueden dedicarse a la producción de Cortadillo y que han sido abiertas a la agricultura de temporal. De acuerdo a las consideraciones presentadas en el inciso b, en la Figura 3 se presentan las áreas que reúnen las condiciones para cada característica. Para estas áreas, la producción de fibra puede variar desde 400 a 1,200 kg/ha, aproximadamente.



Figura 3. Áreas abiertas a la agricultura de temporal con potencial bueno y muy bueno para la producción de Cortadillo en el sureste de Coahuila

Villarreal (2001), CONABIO (2000), Castillo y Sáenz (1993) y Pinkava (1984).

2.3 Tipos de vegetación

Nolina cespitifera Trel. en Coahuila se desarrolla en diferentes tipos de vegetación, siendo los más importantes el matorral desértico rosetófilo, izotal, bosque de pino y bosques de encinos (Castillo y Sáenz, 1993; Villarreal, 2001; Pinkava y Villarreal 2004; U.A.A.AN, 2005). El matorral desértico rosetófilo es la comunidad vegetal más sobresaliente, dado que este tipo de vegetación ocupa la mayor parte del sur del estado, también en este tipo de vegetación es donde se concentran las principales áreas de aprovechamiento y transformación de la hoja de Cortadillo, ubicadas en el sur de Saltillo, General Cepeda y Parras de la Fuente (Castillo y Sáenz, 1993).

En el matorral desértico rosetófilo el Cortadillo se asocia frecuentemente a especies como: *Dasyllirion cedrosanum*, *Lindleya mespiloides*, *Yucca carnerosana*, *Quercus cordifolia*, *Dalea eriophylla*, *Chrysactinia mexicana*, *Acacia glandulifolia*, *Gymnosperma glutinosum*, *Bouteloua hirsuta*, *Thymophylla setifolia* y con otras especies arbustivas y gramíneas (Castillo y Sáenz, 1993).

En el bosque de pino piñonero se asocia a elementos florísticos como *Pinus cembroides*, *Yucca carnerosana*, *Juniperus* sp., *Quercus*

intricata, *Q. pringlei*, *Dasyllirion cedrosanum*, *Lindleya mespiloides*, *Arctostaphylos pungens* y numerosas especies de porte arbustivo y varias especies de gramíneas (Castillo y Sáenz, 1993).

También se encuentra en bosques de pino asociado a *Pinus pinceana*, *Juniperus flaccida*, *Quercus invaginata*, *Q. gravesii*, *Q. laceyi*, *Rhus virens*, *Ceanothus boxifolius*, *Cercocarpus montanus*, *Ptelea trifoliata*, *Cercis canadensis* y en bosques de encino asociado a especies como *Quercus glaucoides*, *Q. gravesii*, *Pinus arizonica* y *Juniperus flaccida* (Registros Florísticos del Herbario de la U.A.A.A.N, 2005).

Se reporta en otros tipos de vegetación con menor densidad de plantas, como en el chaparral (matorral de encinos) y bosques de montaña, en donde el Cortadillo se presenta en manchones muy localizados. En el chaparral crece en los sitios más secos, en pendientes con exposición sur, asociado a *Quercus hypoxantha*, *Q. intricata*, *Flourensia retinophylla*, *Sophora secundiflora*, *Cercocarpus montanus*, y otras especies de *Salvia*, *Agave* y *Dasyllirion* (Pinkava y Villarreal, 2005).

En el bosque de montaña se reporta en los sitios más secos con exposición sur asociado a especies como *Pinus arizonica*, *P. remota*, *Quercus intricata*, *Q. hypoxantha*, *Q. greggii* y

También se encuentran pequeñas superficies (404 ha) en el municipio de Parras, en los límites con el municipio de Saltillo, en las microcuencas denominadas Lavaderos, Tecolotes y Sierra de Enfrente.



Figura 2. Áreas con potencial para el establecimiento de plantaciones intensivas de Cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) en el sureste de Coahuila.

En el municipio de Arteaga apenas se localizan 82 ha con potencial para producir esta especie de manera intensiva para fines comerciales. Esta superficie se ubica en la microcuenca Escobedo, la cual se encuentra situada al sur del municipio.

- c) Plantaciones con fines de reforestación con aprovechamiento moderado. En ésta opción se incluyen todas las áreas que reúnen los requerimientos señalados en el Cuadro 3, independientemente de la condición de uso actual del suelo. Esta opción abarca áreas determinadas con las opciones anteriores.

4.5 Áreas para plantaciones intensivas de alta productividad

En la Figura 2 se presentan las áreas de la región sureste del estado que reúnen condiciones físicas apropiadas para establecer plantaciones comerciales de Cortadillo con alto potencial productivo. Se espera que en estas áreas se logren rendimientos superiores a los 1,400 kg/ha de fibra.

La mayor parte de la superficie (14,416 ha) se concentra en el municipio de Saltillo, en microcuencas ubicadas en gran parte, en el centro y sur del municipio, cerca de los límites con el estado de Zacatecas. Entre estas microcuencas se encuentran Las Mangas, San Francisco del Ejido, La Zacatera, Ledesma, Refugio de Altamira, Los Pozos, La Carretera, La Compañía, La Carbonera, Presa San Javier, Cerritos de Nueva España, El Rayado, La Colorada, El Puerto, Papalote, La Noria, Presa de los Muchachos, Hidalgo, La Cuchilla y Puerto Rocamontes.

elementos arbustivos como *Xerospiraea hartwegiana*, *Abelia coriacea*, *Arctostaphylos pungens*, *Garrya ovata*, y especies de *Agave*, *Opuntia* y *Dasyllirion*.

2.4 Características agro-climáticas de su hábitat

Las poblaciones naturales del Cortadillo en el sureste del estado de Coahuila se encuentran ubicadas en altitudes que varían de 1,460 a 2,500 m, donde las altitudes más representativas son las comprendidas entre 1,460 a 2,280 msnm, en este rango es donde se distribuyen ampliamente las poblaciones naturales de este recurso y donde se encuentran actualmente las áreas sujetas al aprovechamiento y las áreas más importantes a nivel estatal (Castillo y Sáenz, 1993).

Las poblaciones naturales de *Nolina cespitifera* Trel. en el sureste de Coahuila, se localizan en los climas secos: BS muy seco o desértico y BS seco o estepario, clasificadas como BSkw" (e), BSokw" (e) y BS₁ kw" (e). La temperatura media anual varía entre 12 a 22°C con precipitaciones anuales promedio entre 200 a 500 mm. Se presenta en suelos con poca profundidad y con afloramientos rocosos, pedregosos, principalmente en Litosol, Rendzina, Castañosen, Feozem y en menor proporción en Xerosol y Luvisol, sobre lomeríos y laderas de cerro con pendientes de 4 al 24 % (Castillo y Sáenz, 1993).

2.5 Determinación de áreas con potencial productivo

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 (FAO, 1997).

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).

La tecnología más reciente para zonificar áreas se basa en la utilización de Sistemas de Información Geográfica, que manipulan información espacialmente referenciada como cartografía, fotografía aérea, imágenes de satélite, etc. (Martínez y Lara, 2003 a).

Entre los estudios con este enfoque se pueden mencionar los realizados por Martínez y Lara (2003 a) para determinación de áreas potenciales para especies vegetales de temporal en el estado de Coahuila, determinación de áreas potenciales para cultivos de riego en Coahuila (Martínez y Lara, 2003 b), identificación de áreas potenciales

demás factores considerados, no mostraron mucha variabilidad entre los sitios. Con la información presentada en el Cuadro 3, se procedió a seleccionar las áreas con potencial productivo para tres diferentes propósitos de establecimiento de esta especie vegetal. Estos fueron:

- a) Plantaciones intensivas de alta productividad con fines comerciales. Para seleccionar estas áreas, se escogió solamente la categoría de muy buen potencial, incorporando las consideraciones descritas con anterioridad a los factores textura y pendiente que tienen que ver con una mayor disponibilidad de agua y facilidad para realizar las labores mecánicas que se requieran.
- b) Plantaciones en áreas abandonadas o de baja productividad para otras especies (esta opción puede apoyar los programas de reconversión productiva de áreas de temporal que han sido abiertas al cultivo). Para determinar estas áreas, se consideraron los rangos de los dos niveles de potencial productivo descritos en el Cuadro 3, pero excluyendo las áreas con menos de 8% de pendiente, las cuales pueden ser destinadas a plantaciones intensivas con alta productividad y, además, se excluyeron también todas las áreas que no han sido abiertas al cultivo.

manera, se tendrá mayor seguridad de que el resultado de estas acciones tenga el éxito deseado.

Para la determinación de estas áreas, en el Cuadro 3 se presentan los requerimientos agro-climáticos del Cortadillo con categorías de productividad buena y muy buena de acuerdo a las características mencionadas anteriormente.

Cuadro 3. Requerimientos agro-climáticos del Cortadillo para producción con buen y muy buen potencial en el sureste de Coahuila.

Factores	Potencial	
	Bueno	Muy Bueno
Altitud sobre el nivel del mar	1400 – 1800 msnm	1800 – 2200 msnm
Precipitación media anual	250 – 350 mm	350 – 500 mm
Temperatura media anual	18 – 22 ° C	18 – 22 ° C
Profundidad de suelo	0 – 0.5 m	0 – 0.5 m
Textura	Ligera y Media	Ligera y Media
Pendiente	4 – 18%	4 – 18%

En los rangos señalados de cada factor en cada una de los niveles de potencial productivo, se consideró de manera visual las condiciones de vigor, altura y densidad de las poblaciones naturales. Así, se tiene que, las mejores poblaciones se encontraron en áreas con altitud superior a los 1,800 msnm y precipitaciones superiores a los 350 mm. Los

para palo de arco mediante el uso de sistemas de información geográfica en Baja California Sur (Meza, 2002), regionalización de áreas potenciales para plantaciones forestales en la región oriente de Michoacán (Sáenz *et al.*, 2000) y detección de áreas potenciales para la propagación del pinabete espinoso (Sánchez, 1996).

3. Materiales y Métodos

3.1 Área de estudio

Comprende la región sureste del estado de Coahuila, la cual está conformada por los municipios de Arteaga, Saltillo, Ramos Arizpe, General Cepeda y Parras de la Fuente y cubre una superficie de 2'830,636 ha, que corresponde al 17.6% de la superficie total del estado.

3.2 Recorridos de campo y toma de información

Con el propósito de ubicar las poblaciones naturales con características de producción de buen potencial, es decir, plantas vigorosas, de porte alto y con buena densidad de población, se realizaron recorridos de campo.

En cada sitio con estas características, se realizó una valoración de los siguientes factores agro-ecológicos (Cuadro 1):

- Factores climáticos (precipitación y temperatura media anual). Se obtuvo de la información generada en las estaciones climatológicas de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) más próximas a cada sitio.
- Factores edáficos (textura, pedregosidad, profundidad, pH, salinidad y fertilidad). Se obtuvo la información mediante mediciones en campo y laboratorio.
- Factores topográficos (altitud sobre el nivel del mar, pendiente y orientación de la pendiente). Se obtuvo la información directamente en campo con apoyo de aparatos de medición (altímetro, clisímetro y brújula).

3.3 Selección de características para elaboración de mapas de áreas potenciales

De cada factor agro-ecológico se seleccionaron rangos de valores en cuyo caso particular, se puede esperar una producción con buen potencial. Estos valores se consideraron como los requerimientos agro-climáticos de la especie para producir con buen y muy buen potencial, de acuerdo al volumen de producción de material vegetativo desarrollado en cada condición.

Este mismo factor puede diferenciar áreas de acuerdo a la facilidad para el manejo del cultivo entre lo que se puede considerar la utilización de maquinaria agrícola lo cual es más apropiada en terrenos con pendientes bajas. En este caso se podrían tener a las plantaciones intensivas (comerciales) de alta productividad que seguramente requerirán condiciones físicas y tecnológicas más ventajosas. Un rango que pudiera considerarse adecuado es entre 4 y 8% de pendiente bajo la cual, se encuentran 702,816 ha en el área considerada.

4.3.3 Orientación de la pendiente

Las poblaciones naturales de Cortadillo se encuentran en diferentes exposiciones topográficas, sin embargo, se ha observado que las que muestran mejores características están ubicadas en la exposición norte. La cantidad de superficie en esta condición es de 592,009 ha.

4.4. Determinación de áreas con potencial productivo

Las características agro-climáticas determinadas en las áreas con poblaciones naturales de Cortadillo de buen y muy buen potencial productivo, pueden ser ubicadas en otras áreas de la región. Esto con la finalidad de planear la propagación de superficies con esta especie vegetal ya sea con fines de reforestación o de aprovechamientos de tipo intensivos con propósitos comerciales. De tal

4.3 Factores topográficos

4.3.1 Altitud sobre el nivel del mar

Este factor se considera importante en la productividad y adaptación de la especie, dado que influye en la duración del día, la inclinación de los rayos solares y la cantidad de radiación solar recibida, los cuales tienen injerencia directa en los procesos fisiológicos de la planta.

Las poblaciones naturales de Cortadillo que se han identificado con características de buen potencial se localizan en altitudes entre los 1,400 y los 2,200 msnm. Con respecto a este factor, en la región de estudio se ubican 1'295,194 ha con buen potencial.

4.3.2 Pendiente del terreno

La pendiente del terreno es un factor que favorece el escurrimiento superficial, por lo cual, evita en gran manera el encharcamiento que para muchos vegetales, entre los que se encuentra el Cortadillo, es nocivo para su desarrollo. Es además un factor importante para el manejo del cultivo. Para condiciones de producción con buen potencial, se ha observado que un rango óptimo es entre 4 y 18% de pendiente, entre los cuales, se encuentran 1,112, 360 ha que representan el 39.3% del total.

Cuadro 1. Características agroclimáticas de sitios productores de Cortadillo con buen y muy buen potencial productivo en la región sureste del estado de Coahuila

SITIO	COORDENADAS		FACTORES CLIMÁTICOS		FACTORES EDÁFICOS				FACTORES TOPOGRÁFICOS			POTENCIAL
	Latitud (N)	Longitud (W)	Precip. (mm)	Temp. (°C)	Tipo de Suelo	Textura	Prof. (m)	Altitud m.s.n.m.	Pendiente (%)	Orientación Pendiente		
1	25° 22' 03"	102° 24' 17"	252	18	Xerosol	Media	<0.5	1585	8	NE	Bueno	
2	24° 45' 06"	101° 29' 15"	361	18	Xerosol	Media	<0.5	1928	4	NE	Muy Bueno	
3	25° 18' 45"	100° 36' 42"	505	18	Litosol	Media	<0.5	2186	6	N	Muy Bueno	
4	24° 40' 17"	101° 02' 32"	357	18	Xerosol	Media	<0.5	1945	17	N	Bueno	
5	25° 57' 13"	101° 46' 22"	301	19	Fluvisol	Media	<0.5	1460	18	NE	Bueno	
6	24° 57' 43"	101° 03' 26"	387	18	Xerosol	Ligera	<0.5	1862	7	N	Muy Bueno	
7	24° 43' 01"	101° 06' 08"	371	18	Litosol	Media	<0.5	1989	7	N	Muy Bueno	
8	25° 33' 10"	100° 49' 37"	345	20	Rendzina	Media	<0.5	1440	9	NO	Bueno	
9	25° 11' 14"	101° 50' 16"	304	18	Xerosol	Media	<0.5	1758	9	N	Bueno	
10	24° 46' 18"	100° 50' 13"	384	18	Xerosol	Media	<0.5	1921	6	NO	Muy Bueno	

3.4 Determinación de áreas con potencial productivo.

Se utilizó una base de datos georreferenciados de factores agro-climáticos en coberturas de formato Raster y Vector con dimensiones de píxeles de 90 X 90 m, el cual se generó en el proyecto “Estudios del Potencial Productivo de Especies Vegetales en el estado de Coahuila”.

Para la elaboración de mapas de áreas potenciales, se empleó la información de los requerimientos agro-climáticos en rangos en los cuales el potencial productivo se manifiesta con características de bueno, muy bueno o ambas. Estos rangos fueron base para determinar las áreas que reúnen características óptimas para el desarrollo de la especie. Para la elaboración de los mapas se emplearon los componentes de las bases de datos, los cuales fueron manipulados con el Sistema de Información Geográfica IDRISI® con el siguiente procedimiento:

- Reclasificación de imágenes de los factores que se consideraron determinantes en la respuesta de la especie. Esta acción permitió ubicar las áreas bajo los rangos que cada factor establece clasificando píxeles por intervalos definidos. El módulo RECLASS fue usado como la rutina de

embargo, se considera útil presentar información de algunos sitios que de cierta manera son útiles para lograr su caracterización.

En el Cuadro 2 se presentan resultados de laboratorio del análisis físico-químico de suelos de poblaciones naturales de Cortadillo que presentan indicadores de buen potencial productivo.

Cuadro 2. Características químicas del suelo en dos sitios de poblaciones naturales de Cortadillo con buen potencial productivo.

Características químicas del suelo	Sitio	
	Carneros	Hedionda Grande
N (ppm)	31.88	35.87
P (ppm)	2.20	2.64
K (ppm)	187.5	162.5
Ca (ppm)	2635.0	2623.7
Zn (ppm)	2.02	1.36
Cu (ppm)	0.88	0.48
C. E. (dS/m)	0.825	0.481
pH	7.6	7.8

En términos generales se observa que de acuerdo a los valores mostrados en el Cuadro 2, los suelos son de baja fertilidad, calcáreos y sin problemas de salinidad.

de drenaje que están presentes, así como de la disponibilidad de agua para la planta. En la región sureste del estado, el 85.8% de la superficie está cubierta con estas dos clases de textura.

Para condiciones más ventajosas en cuanto a cantidad de agua disponible para la planta, las áreas que pudieran ser más productivas tendrían suelos de textura media. Esta consideración podría aplicarse a plantaciones comerciales de alta productividad para lo cual existen en la región sureste del estado, el 85.4% de la superficie total.

4.2.3 Profundidad de suelo

Generalmente el Cortadillo se desarrolla en suelos poco profundos donde se han observado poblaciones naturales con características de buen potencial. Estas mismas condiciones no son aptas para otras especies, por lo cual, con fines de aprovechamiento se consideran las áreas con suelos poco profundos. El 25.6% de la superficie se encuentra bajo estas condiciones por lo cual, este factor discrimina una gran cantidad de superficie.

4.2.4 Características químicas del suelo

Con fines de seleccionar áreas con potencial productivo, estas características no son consideradas en este estudio dado que se carece de información espacial para toda la superficie de la región sureste del estado, sin

cuestionamiento de base de datos para la reclasificación de imágenes que cumplen determinadas condiciones.

- Sobreposición de imágenes de los factores reclasificados utilizando el comando OVERLAY. Esta acción permitió combinar áreas con las características requeridas por las especies conservando los píxeles coincidentes en los rangos establecidos por cada factor y desechando los píxeles cuyos atributos no reunían los requisitos demandados.
- Con el módulo ÀREA se cuantificaron las superficies ubicadas dentro de los rangos requeridos, que representan las áreas potenciales en las cuales se podrá establecer y explotar el cortadillo con bastante posibilidad de éxito.

4. Resultados y Discusión

Las características de los factores agro-ecológicos relacionados con la buena productividad de la especie, bajo condiciones naturales, se describen a continuación:

4.1 Factores climáticos

4.1.1 Precipitación media anual

La precipitación pluvial es la fuente principal

de suministro de agua para la planta, por lo que es el factor más importante para determinar la productividad de las especies vegetales.

Aunque el Cortadillo es una especie típica de zonas áridas, requiere un mínimo de precipitación, sobre todo en ciertas etapas de su desarrollo como es el caso de su establecimiento y adaptación.

En las áreas que se han encontrado poblaciones naturales de Cortadillo, la precipitación media anual fluctúa entre 250 y 500 mm. Bajo este rango, se encuentran en la región sureste del estado, aproximadamente 2'688,981 ha.

4.1.2 Temperatura media anual

Este factor también es muy importante ya que actúa directa o indirectamente en la mayoría de los procesos fisiológicos de la planta. La temperatura influye también en la disponibilidad de agua y en la ubicación de especies susceptibles a sus valores extremos.

En las áreas de la región sureste del estado, con poblaciones naturales de Cortadillo que presentan indicadores de buen potencial productivo, la temperatura media anual varía en el rango de 18 y 22 °C. La superficie comprendida dentro de este rango es de aproximadamente 1'977,990 ha.

4.2 Factores edáficos

Los factores edáficos como tipos de suelo, textura, profundidad, pedregosidad, pendiente, orientación de la pendiente, drenaje y algunas características químicas, son importantes en la productividad de las especies. Algunos de estos factores están relacionados con la disponibilidad de humedad, otros, con la disponibilidad de nutrientes o en combinación de algunos de ellos, y se encuentran asociados a características de adaptación propias de cada especie.

4.2.1 Tipos de suelo

El Cortadillo en condiciones de buen potencial, predomina en suelos Xerosoles, aunque también se encuentra en menores proporciones en Litosoles, Rendzinas, Castañozem, Feozem y Luvisoles. Con respecto a esta característica del suelo, se puede considerar que no es muy discriminatoria en la superficie, dado que en el área de estudio, el 74.4% de la superficie total, esta formada por estos tipos de suelos.

4.2.2 Textura del suelo

Este factor es importante en muchos aspectos, principalmente en lo relacionado a la condición de humedad que promueven los diferentes tipos de textura. Para el caso del Cortadillo, las texturas gruesas y medias son las más adecuadas por las buenas condiciones