

ISSN 2395-9150



Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Revista
**MITIGACIÓN DEL DAÑO AMBIENTAL
AGROALIMENTARIO Y FORESTAL DE
MÉXICO**

Vol. 3, Núm. 3 Jul-Dic p. 1-153 15 de diciembre de 2017

COMITÉ EDITORIAL

Gerardo Barrera Camacho

Ing. J. Trinidad Sáenz Reyes

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Dr. Eloy Conde Barajas

Instituto Tecnológico de Celaya

M. C. Jesús Eduardo Sáenz Ceja

IIES-UNAM Campus Morelia

REVISORES TÉCNICOS

Dr. Martín Gómez Cárdenas

Dr. Agustín Rueda Sánchez

Dr. Tomás Hernández Tejeda

Dr. Miguel Agustín Velasquez Valle

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Dra. María de la Luz Xóchilt Negrete Rodríguez

Dr. Eloy Conde Barajas

Instituto Tecnológico de Celaya

Dr. Teodoro Espinosa Solares

Universidad Autónoma Chapingo

Dra. María Concepción Martínez Rodríguez

Instituto Politécnico Nacional

Dr. Daniel Val Arreola

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Dr. Lenin Ejecatl Medina Orozco

Instituto Tecnológico del Valle de Morelia

Tecnológico Nacional de México

Revista Mitigación del Daño Ambiental Agroalimentario y Forestal de México. Vol. 3, Núm. 3, Jul-Dic, 15 de diciembre de 2017. Es una publicación semestral editada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Progreso No. 5. Barrio de Santa Catarina, Delegación Coyoacán, D. F., México. C. P. 04010. www.inifap.gob.mx. Distribuida por el Campo Experimental Uruapan. Av. Latinoamericana No. 1101, Col. Revolución Uruapan, Michoacán. C. P. 58160. Teléfono: 01800-088-2222 Ext. 84223. Editores responsables: Gerardo Barrera Camacho y J. Trinidad Sáenz Reyes. Reserva de derecho al uso exclusivo: 04-2016-052010182700-203. ISSN: 2395-9150. Domicilio de elaboración: Campo Experimental Uruapan, Av. Latinoamericana No. 1101, Col. Revolución Uruapan, Michoacán. C. P. 58160. Teléfono: 01800-088-2222 Ext. 84223. La presente publicación se terminó el 15 de diciembre de 2017, su tiraje constó de 600 ejemplares.

ÁREAS POTENCIALES PARA PLANTACIONES FORESTALES ANTE ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ESTADO DE JALISCO, MEXICO

POTENTIAL AREAS FOR FOREST PLANTATION FOR CLIMATE CHANGE SCENARIOS IN THE STATE OF JALISCO, MEXICO

Agustín Rueda-Sánchez¹, José Ariel-Ruiz Corral¹, Juan de Dios Benavides-Solorio¹, Guillermo Medina-García¹ y Alicia Molina-Castañeda¹

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Km 8 carretera libre Tepatitlán-Lagos de Moreno, apartado postal 56, CP 47600 rueda.agustin@inifap.gob.mx

RESUMEN

Las especies aprovechan áreas geográficas aptas para su distribución, sin embargo, las condiciones ambientales en el planeta se encuentran en constante cambio, lo cual ocasiona que la distribución de las especies se modifique con el tiempo. Mediante el uso de información ambiental predictiva y con apoyo en los Sistemas de Información Geográfica (SIG), es posible distinguir algunos cambios de las condiciones ambientales y con ello la estimación de cuáles serán los cambios que puedan ocurrir en cuanto a sus áreas de distribución. En este trabajo se abordaron *Cedrela odorata*, *Tabebuia rosea* y *Enterolobium cyclocarpum*, especies forestales de importancia económica en el estado de Jalisco, para elaborar tres mapas de cada una de las tres especies, que muestran cuales son y serán las áreas óptimas, sub óptimas y marginales, propias para el establecimiento comercial de cada una de ellas en el estado, con base en el escenario actual y futuros. Se utilizó el modelo ensamble propuesto por Magaña y Caetano (2007) y con el empleo del SIG Arc View. Los mapas resultantes muestran que los cambios a escenarios futuros tendrán consecuencias importantes para las condiciones de hábitat de las especies, es decir se disminuye de manera sustancial el área óptima y sub óptima en relación al escenario actual para su establecimiento y desarrollo en el estado, debido al cambio climático que se presentara en escenarios futuros. De seguir esta tendencia, las pérdidas serán lamentables para la ecología y la actividad forestal, por lo que es recomendable realizar estudios eco fisiológicos complementarios de las especies forestales, con el propósito de generar tecnología e información que sirva como base para proponer alternativas de solución para los futuros cambios.

Palabras clave: *Cedrela odorata*, *Tabebuia rosea* y *Enterolobium cyclocarpum*.

ABSTRACT

Plant species take advantage of geographical areas fitting for their distribution. However, the environmental conditions on the planet are constantly changing, which causes the species range changes over time. Based on predictive environmental data and by using Geographic Information Systems (GIS), it becomes possible to discern some coming changes of certain environmental conditions and as a consequence, to estimate possible changes into species distribution. In this work, *Cedrela odorata*, *Tabebuia rosea* y *Enterolobium cyclocarpum*, three forest species with high economic importance for the state of Jalisco, were studied to elaborate three maps for each of the three species showing which areas are optimal, sub-optimal and marginal to establish commercial plantations in the state, based on the current scenario and future. The assembly model proposed by Magaña and Caetano (2007) and the ArcView GIS were used to aim this goal. The resultant maps show that changes to future scenarios will have important consequences for habitat conditions of these species; due to climate change, expected scenarios will include substantially decreases of the optimal and suboptimal areas for establishment and cultivation of these tree species in the state. If this trend continues, the resultant losses will be regrettable for the environmental and forestry sub-sector. Because of this, it is advisable to carry out complementary eco physiological studies of forest species, focused to generate technology and information for alternative solutions onto future

Key words: *Cedrela odorata*, *Tabebuia rosea*, *Enterolobium cyclocarpum*.
changes.

INTRODUCCIÓN

La distribución geográfica de todos los organismos se da en respuesta a la variación del ambiente físico, mismo, que en los hábitats terrestres, se encuentra determinado por el tipo de suelo y el clima (Brown y Lomolino, 1998). Cada especie tiene un rango de distribución geográfica, el cual se basa en sus requerimientos ambientales, es decir, las especies se establecen donde las condiciones ambientales son favorables para su desarrollo y crecimiento. Las poblaciones de las especies pueden llegar a crecer, disminuir, colonizar otras áreas e incluso extinguirse en respuesta a los cambios en las condiciones ambientales (Brown y Lomolino, 1998; Eldredge, 2002; Begon *et al.*, 2006).

Los requerimientos ambientales para las especies no son puntuales y presentan rangos dentro de los cuales pueden desarrollarse. En el caso de las especies forestales se aplica el concepto de productividad de sitio, es decir, el desarrollo de determinada especie ante las condiciones ambientales presentes en un área dada (Bettinger *et al.*, 2009; Prodan *et al.*, 1997). Por lo tanto, el conocimiento de los rangos de adaptabilidad de las especies forestales, es de alto interés económico y productivo, ya que forma parte importante de las herramientas de planificación de cultivos forestales, ayudando con la elección de áreas que reúnan las condiciones más favorables para el adecuado establecimiento (Prodan *et al.*, 1997).

Por otra parte, la tendencia actual del cambio climático se dirige hacia un aumento en la temperatura ambiente de manera exponencial (IPCC, 2007 a). El calentamiento global repercute en los ecosistemas de las especies y puede generar cambios en su distribución e incluso restringir su hábitat. Bajo este contexto, y con el propósito de generar herramientas que contribuyan a la planificación exitosa de futuras plantaciones forestales, es necesario estimar cuales de las especies vegetales se verían favorecidas o desfavorecidas ante la presencia de escenarios climáticos modificados por el calentamiento global.

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar el impacto de las modificaciones del clima sobre las áreas potenciales de desarrollo de *Cedrela odorada* L., *Tabebuia rosea* Bertol D.C y *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., en el estado de Jalisco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El área de estudio comprendió al estado de Jalisco, que se localiza al occidente de la República Mexicana, entre los paralelos 18°55' y 22°51' Norte y entre los meridianos 101°28' y 105°43' Oeste. Cuenta con una superficie de 80,137 km².

Para caracterizar la climatología actual se utilizó el sistema de información ambiental nacional del INIFAP (Díaz *et al.*, 2008), en el cual la información climatológica representa valores normales del período 1961-2003. Para simular el cambio climático a futuro, se utilizó el sistema de información de cambio climático del INIFAP (Ruiz *et al.*, 2010), el cual está basado en la utilización del modelo ensamble propuesto por Magaña y Caetano (2007), el cual proporciona valores climáticos ponderados de 10 modelos de circulación general (mpi_echam5, miub_echo_g, csiro_mk3_0, csiro_mk3_5, cccma_cgcm3_1, giss_model_e_r, ncar_ccsm3_0, miroc3_2_hires, mri_cgcm2_3_2^a, ukmo_hadcm3).

Los sistemas de información utilizados se encuentran en formato raster y se manejaron mediante el sistema Idrisi Andes (Eastman, 2006).

Para la determinación de áreas potenciales de desarrollo de las especies se utilizó un enfoque de zonificación cualitativa con base en cuatro variables ambientales, altitud, pendiente del suelo, precipitación acumulada promedio anual y temperatura media anual, con tres niveles de aptitud: condición óptima, sub óptima y marginal. El óptimo indica que la especie puede adaptarse y expresar su máximo nivel de productividad dado que todas las variables ambientales se encuentran en su rango óptimo para la especie. Teóricamente,

este es el nivel de aptitud donde se presentan los mejores rodales de las especies forestales (Cuadro 1). La condición sub óptima se refiere a cuando se presentan condiciones para la adaptación de una especie, pero al menos un factor ambiental restringe la expresión de máxima productividad (Cuadro 2). En tanto, la condición marginal comprende aquellas áreas en las que no se presentan condiciones favorables para el desarrollo de la especie, debido a que al menos una variable ambiental es restrictiva o se encuentra fuera de los límites de adaptación de la especie (Cuadro 3). La determinación de áreas potenciales se realizó mediante un análisis multicriterio para tres escenarios climáticos: 1961-2003 considerado como la climatología actual, 2031-2040 y 2051-2060. En este procedimiento se consideró como área de estudio solamente aquella superficie con factibilidad de uso forestal, excluyéndose áreas agrícolas, áreas urbanas, cuerpos de agua, áreas salinas, áreas sódicas y litosoles, de acuerdo con la carta de uso del suelo serie III del INEGI (Díaz *et al.*, 2008). Este procedimiento se ejecutó en el sistema Idrisi Andes y considerando rutinas de álgebra de mapas. Las imágenes resultantes se editaron con el sistema Arc View 3.3.

Cuadro 1. Intervalos de condiciones óptimas de *Cedrela odorata*, *Tabebuia rosea* y *Enterolobium cyclocarpum*.

Especie	Altitud (m.s.n.m.)	Precipitación media anual (mm)	Temperatura media anual (°C)	Pendiente del suelo (%)
<i>Cedrela odorata</i>	900 a 1200	1300 a 2000	20 a 31	<15
<i>Tabebuia rosea</i>	500 a 100	1250 a 1800	22 a 27	<15
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	300 a 1000	1250 a 1800	22 a 24	<15

Fuente: CIRPAC-INIFAP (1983); Rosales (1995); SEDER (1995); FIPRODEFO (2006).

Cuadro 2. Intervalos de condiciones subóptimas de *Cedrela odorata*, *Tabebuia rosea* y *Enterolobium cyclocarpum*.

Especie	Altitud (m.s.n.m.)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Pendiente del suelo (%)
<i>Cedrela odorata</i>	0 a 900	800 a 1300	11 a 20	15 a 40
	1200 a 2400	2000 a 3000	32 a 36	
<i>Tabebuia rosea</i>	0 a 500	700 a 1250	17 a 22	15 a 40
	100 a 1900	1800 a 2500	27 a 30	
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0 a 300	700 a 1250	11 a 22	15 a 40
	1000 a 1600	1800 a 2000	24 a 32	

Fuente: CIRPAC-INIFAP (1983); Rosales (1995); SEDER (1995); FIPRODEFO (2006).

Cuadro 3. Intervalos de condiciones marginales de *Cedrela odorata*, *Tabebuia rosea* y *Enterolobium cyclocarpum*.

Especie	Altitud (m.s.n.m.)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Pendiente del suelo (%)
<i>Cedrela odorata</i>	>2400	<800	>3000	<11 >36
<i>Tabebuia rosea</i>	>1900	<700	>2500	<17 >30
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	>1600	<700	>2000	<11 >32

Fuente: CIRPAC-INIFAP (1983); Rosales (1995); SEDER (1995); FIPRODEFO (2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cedrela odorata L.

Escenario actual. *C. odorata* es una de las especies maderables preciosa, de las más importantes en la industria forestal de México. En el estado de Jalisco los resultados del presente trabajo señalan que el potencial productivo óptimo para la especie es muy reducido, con una extensión total de 12,265 ha, localizado en la región costa sur y costa norte, en los municipios de: Cabo Corriente (4,588.42 ha), Talpa de Allende (2,993.20 ha), Villa Purificación (2,226.32 ha), Puerto Vallarta (854.26 ha), Casimiro Castillo (762 ha), Cuautitlán (358 ha), Mascota (269.8 ha) y La Huerta (213 ha). Por otra parte en lo que respecta al potencial sub óptimo presenta un total de 3 138,788 ha, y abarca gran parte del estado, por último las áreas marginales figuran con un total de 2'547,197 ha, localizadas principalmente en el norte y noreste del estado (Figura 1).

La distribución natural de la especie en el estado se ha reportado para los municipios de Cihuatlan, La Huerta, Tomatlán, Autlán y Puerto Vallarta (Pennington y Sarukhan, 2005). De tal manera que su área de distribución natural es muy cercana a lo estimado en el análisis, coincidiendo con 2 municipios y los demás se estipulan como potencial sub óptimo.

Actualmente existen plantaciones comerciales de esta especie en el estado reportadas para los municipios de La Huerta y Tomatlán, con buenos rendimientos (Com. Per. Citado por Rueda *et al.*, 2007). El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarios (INIFAP), cuenta con plantaciones experimentales de la especie en La Huerta, a la cual se han realizado evaluaciones en las que refiere crecimientos aceptables (Benavides *et al.*, 2009). Por lo que resulta una buena alternativa de cultivo, recomendada en las áreas con potencial óptimo aunque el área recomendada

no sea muy extensa y en algunos casos en el sub óptimo, tomando en consideración plantaciones anteriores.



Figura 1. Áreas potenciales para *Cedrela odorata*, escenario actual.

Escenario del 2031 al 2040. *C. odorata* tendrá un potencial productivo óptimo de 9,547.00 ha, que corresponde a una gran disminución del 26% con relación al escenario actual. Las áreas con potencial sub óptimos se verán reflejadas un 7% menos (2'909,636 ha), por lo que las áreas marginales aumentarán a 2'779,067 ha que corresponde 9.1% (Figura 2). En relación al potencial óptimo, se presenta en 5 municipios, distribuyéndose de la siguiente manera: Cabo Corriente (6,938.30 ha), Talpa de Allende (2,103.51 ha), Villa Purificación (12.91 ha), Puerto Vallarta (437.28 ha) y Casimiro Castillo (55 ha), lo que significa que en este periodo la superficie se reducirá en 2,718 ha, principalmente en la región de la costa sur del estado.

Escenario del 2051 al 2060. *C. odorata* tendrá un potencial óptimo de 10,804 ha, que disminuyen un 12% en relación al escenario actual, el potencial sub óptimo de 2'907,299 ha el cual también disminuye con relación al escenario actual un 8 %, por lo tanto el área marginal aumenta a 2'780,147 que corresponde al 10.1% (Figura 3).

El potencial óptimo se mantendrá para los mismos 5 municipios del escenario 2031-2040. El factor más restrictivo en todos los escenarios fue la precipitación media anual, no presentándose ninguna área con el nivel más alto de aptitud para todos los escenarios estudiados. Las regiones que deben ser sujetas de monitoreo son aquellas donde el cedro podría dejar de tener las condiciones favorables para su desarrollo, ya que son las zonas más vulnerables para la especie al mostrar potenciales de cambio (Gómez, 2007)

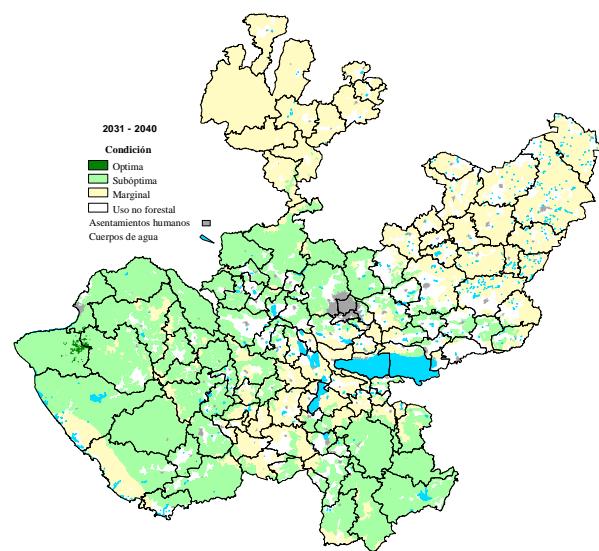


Figura 2. Áreas potenciales para *Cedrela odorata*, escenario 2031-2040.



Figura 3. Áreas potenciales para *Cedrela odorata*, escenario 2051-2060.

Tabebuia rosea

Escenario actual. Esta especie presenta una superficie con potencial óptimo de 97,624.00 ha, sub óptimo de 3'520,640.00 ha y marginal con 2' 079,987.00 ha (Figura 4). El potencial óptimo se distribuye en 12 municipios de la siguiente manera: Cabo Corriente 39,814.95 ha, Villa Purificación 20,449.69 ha, Cuautitlán 9,858.60 ha, Casimiro Castillo 8,311.63 ha, Talpa de Allende 6,909.33 ha, Puerto Vallarta 3,541.67 ha, La Huerta 2,792.03 ha, Tomatlán 2,038.07 ha, Mascota 2,000.32 ha, San Sebastián del Oeste 1'813.98, Autlán de Navarro 67.84 ha y Cihuatlán 25.89 ha. Reflejando que las áreas con este potencial se ubican principalmente en la costa sur, costa norte y sierra occidente del estado de Jalisco.

Escenario del 2031 al 2040. En este período de tiempo *T. rosea* tendrá un potencial óptimo de 57,234 ha, sub óptimo 3'392,501 ha, el cual se reduce en un 3.6% (128,139 ha) y marginal 2'779,067 ha, lo que significa un aumento del 9.1% (231,870 ha) (Figura 5). En relación al potencial óptimo, este estará presente solamente en 8 municipios distribuidos de la siguiente manera: Cabo Corriente 38,276.04 ha, Villa Purificación 5,708.39 ha, Casimiro Castillo 6,887.02 ha, Talpa de Allende 2,112.11 ha, Puerto Vallarta 1,220.00 ha, La Huerta 42 ha y Tomatlán 90.12 ha.

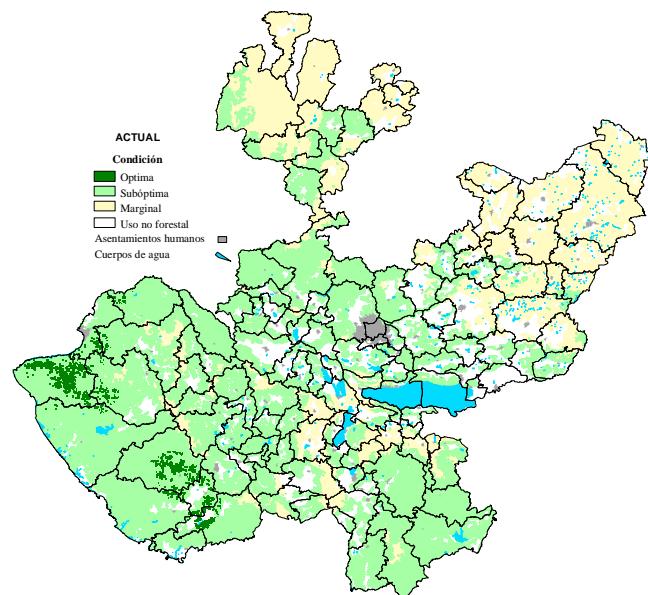


Figura 4. Áreas potenciales de *Tabebuia rosea*, escenario actual.

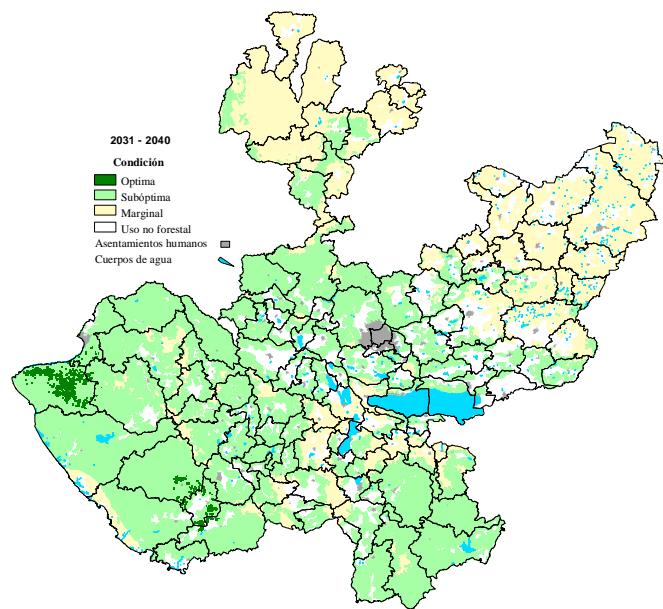


Figura 5. Áreas potenciales de *Tabebuia rosea*, escenario 2031-2040.

Escenario del 2051 al 2060. En este escenario de cambio climático para *T. rosea* se prevé un potencial óptimo de 63,751 ha, sub óptimo de 3'400,423 ha el cual disminuye con relación al escenario actual en un 3.4% (120,217 ha) y marginal 2'234,075 ha con un aumento del 7.4% (154,088 ha) (Figura 6). El potencial óptimo se mantiene para los mismos 9 municipios que el escenario anterior distribuidos de la siguiente manera: Cabo Corriente 39,032.13 ha, Villa Purificación 8,849.55 ha, Casimiro Castillo ha, Talpa de Allende 3,330.66 ha, Cuautitlán 3,007.34 ha, Puerto Vallarta 2,710.20 ha, La Huerta ha, San Sebastián del Oeste 128.18 ha, Tomatlán 93.34 ha. Lo que significará una disminución de 33,873 ha con relación al escenario actual, sin embargo en comparación al escenario 2031-2040 aumentará 6,517 ha.

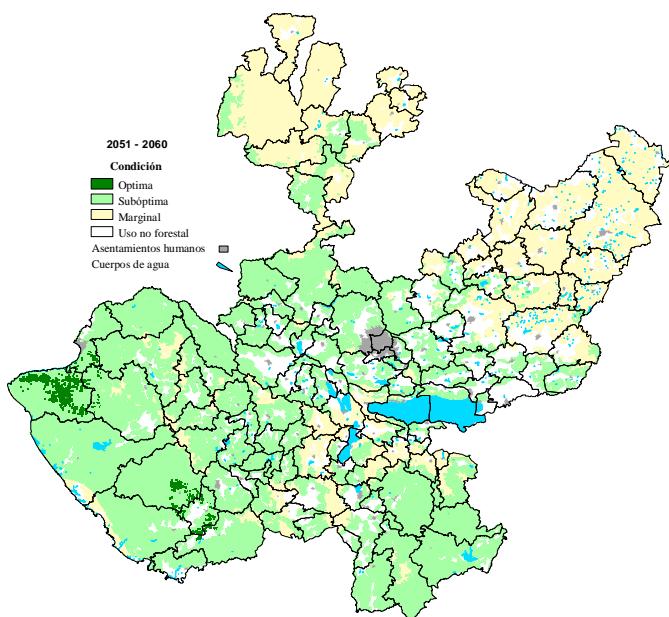


Figura 6. Áreas potenciales de *Tabebuia rosea*, escenario 2051-2060.

Enterolobium cyclocarpum

Escenario actual. Actualmente presenta una superficie con potencial productivo óptimo de 169,004 ha, sub óptimo de 2'514,753 ha, y un área marginal de 3'014,494 ha en zonas marginales (Figura 7). El potencial productivo óptimo se distribuye en 12 municipios de la siguiente manera: Cabo Corriente 66,396.82 ha, Villa Purificación 42,868.90 ha, Casimiro Castillo ha, Cuautitlán 10,039.71 ha, Talpa de Allende 8,908.05 ha, Puerto Vallarta 7,559.61 ha, Tomatlán 7,295.40 ha, La Huerta 5,158.42 ha, San Sebastián del Oeste 3,355.48 ha, Mascota 2,414.48 ha, Autlán de Navarro 67.84 ha y Cihuatlán 25.85 ha. Se podría decir que esta especie presenta una mayor afinidad a las regiones costa sur, costa norte y sierra occidente del estado de Jalisco.

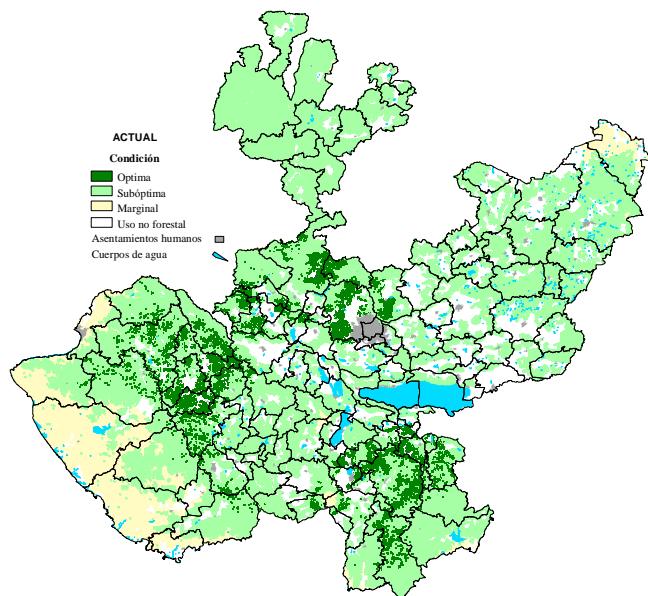


Figura 7. Áreas potenciales para *Enterolobium cyclocarpum*, escenario actual.

Escenario del 2031 al 2040. En este periodo de tiempo *E. cyclocarpum* presentará un total de 99,684 ha con potencial productivo óptimo, sub óptimo de 2'484,644 ha, la cual disminuirá en un 1.2% (30,109 ha) y una superficie marginal de 3'113,922 ha, existiendo un aumento del 3.3% (99,428 ha) (Figura 8). En relación al potencial óptimo disminuirá drásticamente a 99,684 ha y muestra una variación de 69,320 ha menos, lo que significa un decremento del 41%, y estará presente en sólo 8 municipios distribuidos de la siguiente manera: Cabo Corriente 61,812.54 ha, Villa Purificación 16,869.53 ha, Casimiro Castillo 12,502.72 ha, Cuautitlán 2,916.76 ha, Talpa de Allende 2,137.80 ha, Puerto Vallarta 3,096.63 ha, Tomatlán 305.74 ha y La Huerta 42.28 ha, y las regiones afectadas costa sur y sierra occidente del estado.

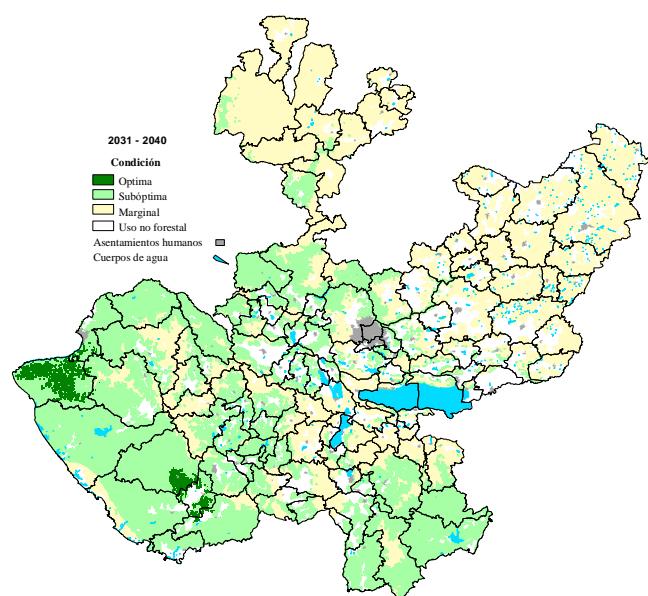


Figura 8. Áreas potenciales para *Enterolobium cyclocarpum*, escenario 2031-2040.

Escenario del 2051 al 2060. En este periodo de tiempo *E. cyclocarpum*, presentará un total de 99,894 ha con un potencial productivo óptimo, sub óptimo de 2'449,320 ha que disminuye con un 2.6% (65,433 ha), por lo tanto la superficie de las áreas marginales aumentan en un 2.8% (85,542 ha) (Figura 9). El potencial óptimo aumentará su área 9 municipios distribuidos de la siguiente manera: Cabo Corriente 62,823.26 ha, Villa Purificación 16,046.51 ha, Casimiro Castillo 6,748.08 ha, Cuautitlán 3,007.24 ha, Talpa de Allende 3,459.23 ha, Puerto Vallarta 5,083.06 ha, Tomatlán 1,030.01 ha, La Huerta 536.39 ha y San Sebastián del Oeste 160.22 ha. Lo que significa una disminución de 69,110 ha con relación al escenario actual, principalmente para la región costa sur del estado.

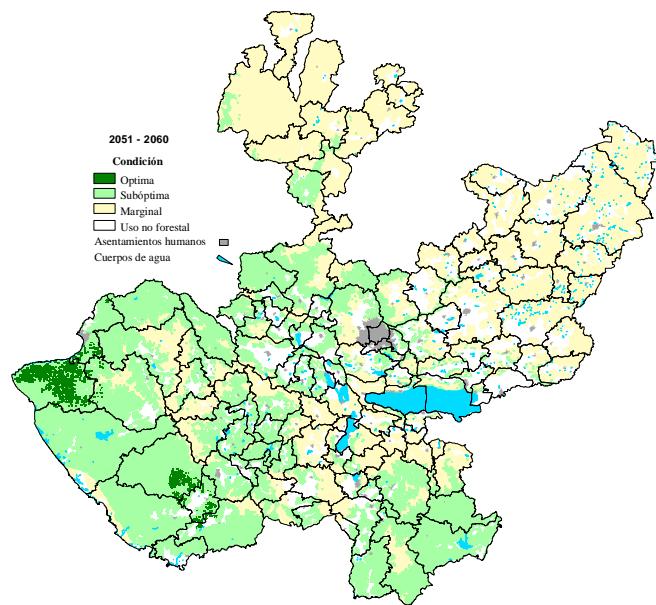


Figura 9. Áreas potenciales para *Enterolobium cyclocarpum*, escenario 2051-2060.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los escenarios de cambio climático considerados, las áreas de distribuciones óptimas para las especies en estudio, se verán afectadas de manera importante ya que estas disminuirán debido a los cambios en los escenarios climáticos futuros empleados en este trabajo.

De seguir esta tendencia de cambio climático, las consecuencias podrían llegar a ser lamentables para la sobrevivencia de estas especies y con ello la pérdida de los beneficios ecológicos, económicos y sociales que estas especies representan para el estado.

Sin embargo, con el apoyo de la investigación se tendrá que fortalecer el conocimiento sobre el comportamiento de las posibles adaptaciones que pueden presentar estas especies o en caso contrario, buscar nuevas alternativas de cultivos forestales de especies nativas.

Se recomienda realizar trabajos de investigación con el propósito de definir la posible adaptación eco fisiológicas, que puedan presentar estas u otras especies con relación a los futuros cambios climáticos.

El papel de las plantaciones forestales en satisfacer las futuras demandas de madera y fibra aumentará en el breve plazo, sin tomar en consideración las futuras tasas de establecimiento de plantaciones lo que crea la necesidad de crear conocimiento para desarrollar prácticas silvícolas que permitan una transición gradual hacia la adaptación de los ecosistemas forestales nativos al cambio climático.

LITERATURA CITADA

- Begon, M., R., Owsend C. y L. Harper J. 2006. Ecology: from individuals to ecosystems. 4^{ta} edición. Blackwell Publishing, UK. 746 p.
- Bettinger, P., Boston K., P.Siry J. y L. Grebner D. 2009. Forest Management and Planning. Academic Press-Elsevier, San Diego, California, EEUU. 331 p.
- Brown, J.H. y Lomolino M.V. 1998. Biogeography (2da edición). Sinauer, Sunderland, MA. 694 p.
- CIRPAC-INIFAP, 1983. VI Reunión científica y Técnica Forestal y Agropecuaria en Jalisco. Memorias. Publicación Especial Número 7. CIRPAC-INIFAP. Guadalajara Jalisco, México. 69 p.
- Díaz, G., V. y J. Huerta C. 2008. Utilización de las maderas tropicales en México. Ciencia Forestal. INIFAP. México D. F. 11(60):127-144.
- Eastman, J.R. 2006. IDRISI v 15.1. IDRISI Andes. Guide to GIS and Image Processing Vol. 1. Clark Labs - Clark University. Worcester, Mass. USA. 328 p.
- Eldredge, N. 2002. Life on Earth. An Encyclopedia of Biodiversity, Ecology, and Evolution. ABC-CLIO, Inc., Santa Bárbara. 794 p.
- FIPRODEF, 2006. Inventario y monitoreo de los recursos naturales del estado de Jalisco, reporte número 6. Gobierno del estado de Jalisco., Secretaría de Desarrollo Rural, Consejo Agropecuario de Jalisco. Guadalajara Jalisco.
- Gómez, D. J.D, A. I. Monteros R. y J. A. Tinoco R. 2007. Distribución del cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) en el estado de Hidalgo, bajo condiciones actuales y escenarios de cambio climático. Madera y Bosque. Año/vol. 13, Número 002. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, México. pp. 29-49
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC a). 2007. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra, Suiza, 104 p.
- Magaña V. y E. Caetano. 2007. Informe final del proyecto: Pronóstico climático estacional regionalizado para la República Mexicana como elemento para la reducción de riesgo, para la identificación de opciones de adaptación al cambio climático y para la alimentación del sistema: cambio climático por estado y por sector. Universidad Autónoma de México.
- Muria, J. M. 1995. *Historia y geografía de Jalisco*. Editorial Trillas S. A. de C. V. México, D. F. 160 p.
- Prodan, M., Peters R., Cox F., Real P. 1997. Mensura forestal. Serie de investigación y educación en desarrollo sostenible. GTZ/IICA. San José, Costa Rica. 586 p.
- SEDER. 1995. Plan Sectorial Forestal para el estado de Jalisco Convenio México-Finlandia. (Inédito). Secretaría de Desarrollo Rural del Gobierno Estatal. Guadalajara, Jalisco. México. 70 p.