

APTITUD EDÁFICA DE *Eucalyptus urophylla* S.T BLAKE EN LA TERRAZA DE HUIMANGUILLO, TABASCO, MÉXICO

SOIL APTITUDE OF *Eucalyptus urophylla* S.T BLAKE ON THE TERRACE OF HUIMANGUILLO, TABASCO, MEXICO

Aguilar-Rodríguez, J.R.¹; Zavala-Cruz, J.^{2*}; Juárez-López, F.²; Palma-López, D.J.²; Castillo-Acosta, O.³; Shirma-Torres, E.

¹Forestaciones Operativas de México S. A. de C. V., Las Choapas, Veracruz, México. ²Profesor investigador, Campus Tabasco, Colegio de Postgraduados, ³Profesor Investigador, División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

*Autor de correspondencia: zavala_cruz@colpos.mx

RESUMEN

México importa productos forestales como papel y madera aserrada, por lo que se requiere fomentar las superficies de plantaciones forestales en suelos aptos para contribuir a satisfacer la demanda. El objetivo del estudio fue evaluar la aptitud edáfica de *Eucalyptus urophylla* S.T Blake a nivel semidetallado en la región terraza de Huimanguillo (TH), Tabasco, México, en 158,406 ha. Los requerimientos edáficos del cultivo se definieron mediante revisión de literatura. La información del área consistió en un mapa semidetallado de suelos, datos físicos y químicos de perfiles, y variables de clima y relieve. La evaluación de la aptitud edáfica se basó en la metodología de zonificación agroecológica propuesta por FAO, y el mapa final se diseñó a escala 1:50 000 en un sistema de información geográfica. En la TH domina el grupo de suelo Acrisol (AC) en el 84.9 % del área, seguido del Cambisol (CM) y Gleysol (GL). La zona de aptitud media para *E. urophylla* representó 82.5% del área, y concuerda con los AC, las restricciones son por pH muy ácido, baja fertilidad en todas las unidades, y drenaje imperfecto en el AC Úmbrico Gléyico. Los CM y GL no presentaron aptitud para el cultivo. Se recomienda implementar prácticas de manejo sustentables para mitigar la acidez, mejorar la fertilidad y evitar la erosión hídrica en pendientes de 6 a 25 %.

Palabras clave: Eucalipto, papel, madera aserrada, Acrisol.

ABSTRACT

México imports forest products such as paper and sawn wood, so it is required to promote the surfaces of forest plantations in soils that are apt to contribute to satisfying the demand. The objective of the study was to evaluate the soil aptitude of *Eucalyptus urophylla* S.T Blake at a semidetailed level in the region of Terrace of Huimanguillo (TH), Tabasco, México, in 158,406 ha. The soil requirements of the crop were defined through a literature review. The information of the area consisted in a semidetailed map of the soils, physical and chemical data of the profiles, and variables of weather and relief. The evaluation of soil aptitude was based on the methodology of agroecological zoning proposed by FAO, and the final map was designed at a scale of 1:50 000 in a geographic information system. In the TH, the Acrisol (AC) group dominates in 84.9 % of the area, followed by Cambisol (CM) and Gleysol (GL). The zone of medium aptitude for *E. urophylla* represented 82.5% of the area, and coincides with those of AC; the restrictions are from very acid pH, low fertility in all the units, and imperfect drainage in the Gleyic Umbric AC. The CM and GL did not present aptitude for the crop. It is recommended to implement sustainable management practices to mitigate acidity, improve fertility and avoid water erosion in slopes of 6 to 25 %.

Keywords: Eucalyptus, paper, sawn wood, Acrisol.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 12, diciembre, 2017, pp: 79-84.

Recibido: junio, 2017. **Aceptado:** octubre, 2017.

INTRODUCCIÓN

México es importador de productos forestales celulósicos como papel y madera aserrada (Flores-Velázquez, 2007; Chapela, 2012), de ahí la necesidad de ampliar las áreas de plantaciones forestales comerciales en suelos aptos para contribuir a satisfacer la demanda nacional (Bustillos-Herrera, 2007). Los recursos de la vegetación primaria se transforman a otros usos del suelo, con frecuencia insostenibles, solo en el periodo 2000-2005 se perdieron 200,000 ha de bosque (Sepúlveda y Muhammad *et al.*, 2009). Ante el déficit de madera y energía a nivel mundial, el género *Eucalyptus* sobresale como uno de los recursos forestales más utilizado por la industria en el mundo (Martínez-Ruiz *et al.*, 2006), ya que agrupa entre 513 y 700 especies distribuidas en diversas regiones (Juárez-Palacios *et al.*, 2013). Su rápido crecimiento, bajo costo de explotación, madera relativamente homogénea, alta adaptabilidad y calidad de las fibras de celulosa, lo ubican como la materia prima por excelencia de la actividad forestal en zonas tropicales (Ceccon y Martínez-Ramos, 2000). Entre los beneficios que aportan las plantaciones de eucalipto sobresalen: mejoramiento de la economía de la población, conservación de la materia orgánica, aumento de la fertilidad de suelos, recuperación de tierras erosionadas y disminución de la presión sobre los bosques naturales (Ceccon y Martínez-Ramos, 2000; Martínez-Ruiz *et al.*, 2006; Palma-López *et al.*, 2015); y el balance de nutrimentos y calidad de agua es similar en microcuencas cubiertas con eucalipto que con bosques nativos (Ceccon y Martínez-Ramos, 2000). La investigación tuvo como objetivo evaluar la aptitud edáfica de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake a nivel semidetallado en la región terraza de Huimanguillo (TH), Tabasco, México, para zonificar las tierras con mayor potencial para la especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. La TH se ubica en el municipio de Huimanguillo, en Tabasco, México, (17° 32' 35" y 17° 57' 26" N, y 93° 25' 15" y 93° 57' 09" O), en una superficie de 158,406 ha. El relieve más notable es de lomeríos mesiformes a ondulados, derivados de rocas sedimentarias de arenisca, conglomerado polimíctico y arena-limo del Terciario Plioceno al Cuaternario Pleistoceno (Ortiz-Pérez *et al.*, 2005). El clima varía de cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (Am(f)) a cálido húmedo con lluvias todo el año (Af(m)). Prevalece el suelo Acrisol (AC) con sistemas agrícolas de pastizales inducidos, plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus* sp.) y hule (*Hevea brasiliensis*), cultivos de cítricos, piña y maíz, y vegetación secundaria (Salgado *et al.*, 2010; Zavala-Cruz *et al.*, 2014; Palma-López *et al.*, 2015).

Requerimientos edáficos de *Eucalyptus urophylla*. Los requerimientos edáficos de *E. urophylla*, acorde a la revisión de literatura son: pH, profundidad, textura, capacidad de intercambio catiónico (CIC), conductividad eléctrica (CE) y drenaje del perfil; las variables significativas por clima y relieve son: tipo de clima, temperatura, precipitación, altitud y pendiente. Los valores de los requerimientos para definir los intervalos de aptitud se basaron en Nieto y Rodríguez (2003), Ecocrop (2007), Delgado-Caballero *et al.* (2010) y Sein y Mitlohner (2011); las clases de drenaje se adoptaron de Cuanalo (1990) y IUSS Grupo de Trabajo WRB (2007). Los intervalos por pH y CIC, se adoptaron

de SEMARNAT (2002), y los límites inferiores se definieron considerando información de suelos de la TH, donde la productividad de madera de *E. urophylla* en seis parcelas, varió de 94 a 148 m³ ha⁻¹, con promedio de 130.4 m³ ha⁻¹ a la edad de siete años. Dicha producción es rentable económicamente según comunicación facilitada por la empresa FOMEX S.A. de C.V., pero baja en comparación con rendimientos de madera 1.6 a 3 veces mayor en plantaciones de la especie de la misma edad en otras regiones tropicales (Delgado-Caballero *et al.*, 2009).

Datos de suelos, clima y relieve de la terraza de Huimanguillo.

El mapa de unidades de suelos a escala 1: 50 000 y los datos físicos y químicos de perfiles, al igual que la información climatológica, se obtuvieron de Salgado *et al.* (2010). El mapa de relieves y pendientes se generó con un modelo LIDAR (INEGI) mediante el software ARC GIS 9.2 (ESRI, 2004); la verificación de campo permitió mejorar el mapa de suelos en la zona noroeste de la TH, las unidades se asignaron de acuerdo a la relación de relieves y suelos establecida por Zavala-Cruz *et al.* (2014).

Evaluación de la aptitud edáfica de *Eucalyptus urophylla*.

La evaluación de la aptitud edáfica de *E. urophylla* se basó en la guía general de zonificación agroecológica de FAO (1997). Las clases de aptitud se agruparon en: a) alta, correspondientes a valores de las variables que se encuentran en el intervalo óptimo; b) media, agrupa los valores de las variables que se sitúan en el intervalo de aptitud absoluta; y c) nula, está definida por variables que tienen valores inferiores a los reportados como mini-

mos absolutos. Los datos de requerimientos edáficos de *E. urophylla* en zonas tropicales, se compararon con los datos de suelos de la TH; las unidades de suelos se etiquetaron y transformaron en el mapa preliminar de aptitud edáfica de la especie. El mapa generado se comparó con los datos de clima, y posteriormente se sobrepuso con el mapa de relieves y pendientes, mediante álgebra de mapas en el software ARC GIS 9.2 (ESRI, 2004). El mapa de aptitud edáfica de *E. urophylla* se diseñó a escala 1: 50 000.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los requerimientos para definir la aptitud de *E. urophylla* en zonas tropicales, considerando variables de suelo, clima y relieve, se presentan en el Cuadro 1.

Características físicas y químicas de los suelos de la terraza de Huimanguillo

En la TH prevalecen los grupos AC, CM y GL, en superficies del 84.9%, 10.1% y 3.6%, respectivamente; los AC se desarrollan sobre lomeríos, los CM en valles fluviales y los GL en depresiones mal drenadas. Las unidades de suelos representativas fueron: Acrisol Úmbrico Cutánico (60.4%), Acrisol Úmbrico Gléyico (12.9%), Acrisol Cutánico (11.6%), Cambisol Flúvico Endogléyico y Cambisol Endogléyico (10.1%), y Gleysol Álico (3.6%) (Figura 1).

Los tres grupos son profundos, de textura migajón arcillo arenosa a migajón arenosa en el horizonte A, y arcillosa a arcillo arenosa en el horizonte B; el drenaje de los AC varía de bueno a imperfecto en los primeros 100 cm de profundidad, y el de los CM y GL es pobre en el horizonte A; el pH varía de fuertemente a moderadamente ácido (3.9

Factor	Variable	Aptitud		
		Alta	Media	Nula
Clima	Tipo: tropical	X	X	
	Temperatura (°C)	18-28	8-18 y 28-34	<8 y >34
	Precipitación (mm)	1300-2500	700-1300, 2500-3500	<700 y >3500
Suelo	pH	5-6.5	4.0-7.5	<4.0 y >7.5
	Profundidad (m)	>1.5	0.5-1.5	<0.5
	Textura	F	L, M, P, A	
	CIC (Cmol (+)kg ⁻¹)	>15	3.9-15	<3.9
	Salinidad CE (dS/m ⁻¹)	<4	<4	>4
	Drenaje	Bueno	Imperfecto	Pobre
	Relieve	Altitud (msnm)	200-2200	0-200, 2200-3000
	Pendiente (%)	0-8	8-25	>25

Textura: F Franca, L Ligera, M Media, P Pesada, A Arenosa.

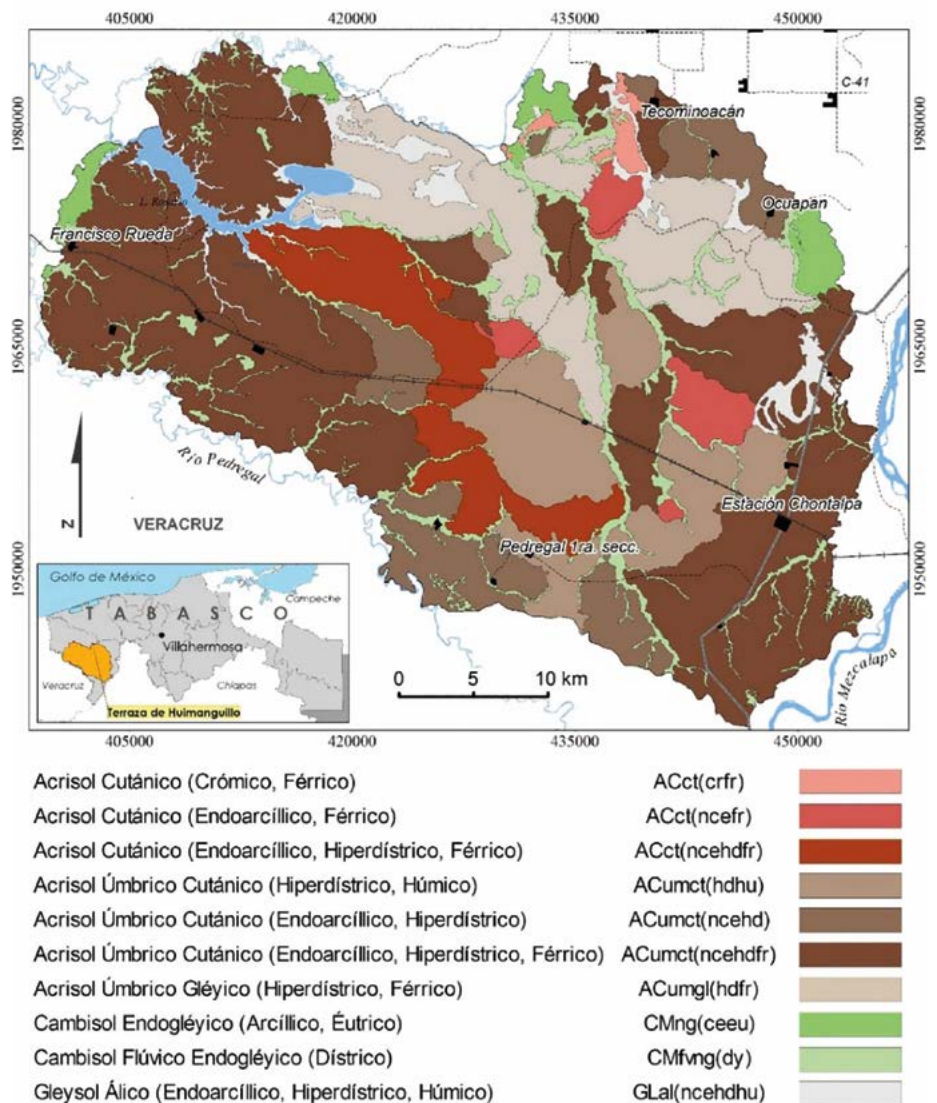


Figura 1. Unidades de suelos de la terraza de Huimanguillo, Tabasco, México.

a 5.6); no tienen problemas de salinidad $CE < 0.07 \text{ dS m}^{-1}$, son ricos a muy pobres en MO (16.9 a 0.2%), los contenidos de nutrimentos son muy bajos en N ($< 0.3\%$), altos a bajos en P (14.4 a 0.1 mg kg^{-1}), pobres en bases intercambiables (K, Ca, Mg, Na) y medios a bajos en CIC ($27 \text{ a } 2 \text{ Cmol}^{(+)} \text{ kg}^{-1}$). Estas variables indican que los suelos son de fertilidad baja (Salgado *et al.*, 2010; Zavala-Cruz *et al.*, 2014).

Características climáticas y del relieve en la terraza de Huimanguillo

El clima Am(f) prevalece en el norte y noroeste, y el Af(m) en el centro, sur y sureste de la TH; la temperatura media oscila de 24 a 28 °C, y la precipitación media anual varía de 2,000 mm en el norte a 3,000 mm en el sur.

El relieve y los intervalos de pendiente son: a) plano a ligeramente inclinado, de 1 a 6% (72.7% de la TH), en el noreste, centro y noroeste; b) moderada a fuertemente inclinado, 6 a 25% (24.8% de la TH), en el centro, sur y oeste; y c) muy inclinado, $> 25\%$ (2.4% de la TH), en el sur y sureste (Figura 2). La altura varía de 6 a 80 msnm.

Aptitud edáfica de *Eucalyptus urophylla* en la terraza de Huimanguillo

Los AC tienen aptitud media para *E. urophylla*, en las unidades AC Cutánico, Úmbrico Cutánico y Úmbrico Gléyico, que representan el 84.9% de la TH (Figura 3); son profundos ($> 100 \text{ cm}$), de textura migajón arenosa a migajón arcillo arenosa en la capa superficial (0 a 45 cm), con buen drenaje interno en los primeros 74 cm de profundidad, sin problemas de salinidad. Estas características concuerdan con las de sue-

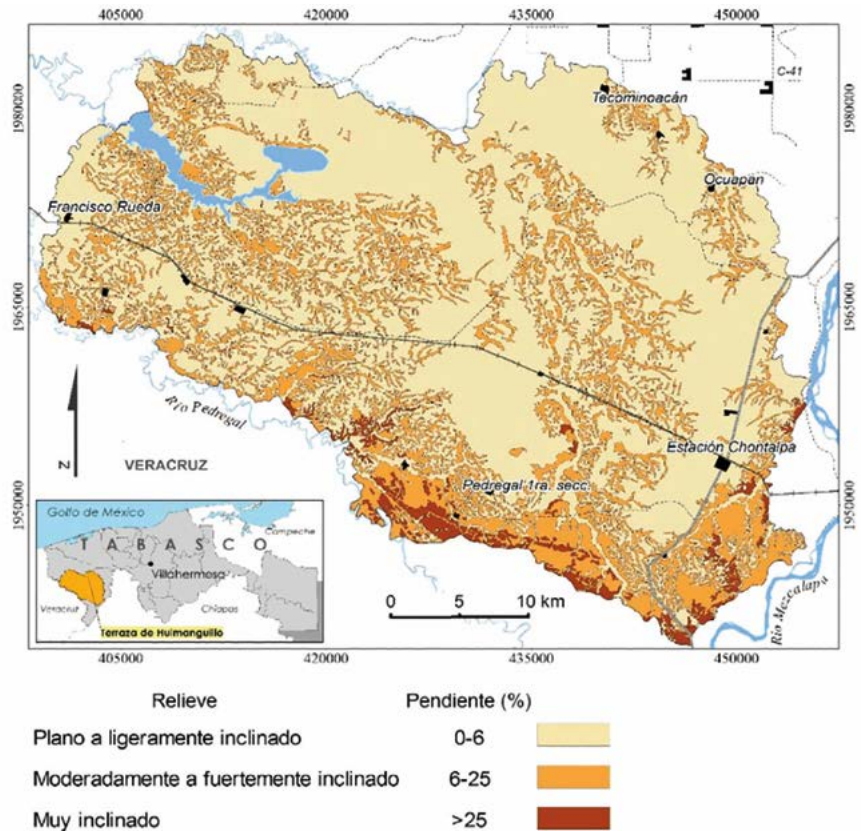


Figura 2. Relieves y pendientes en la terraza de Huimanguillo, Tabasco, México.

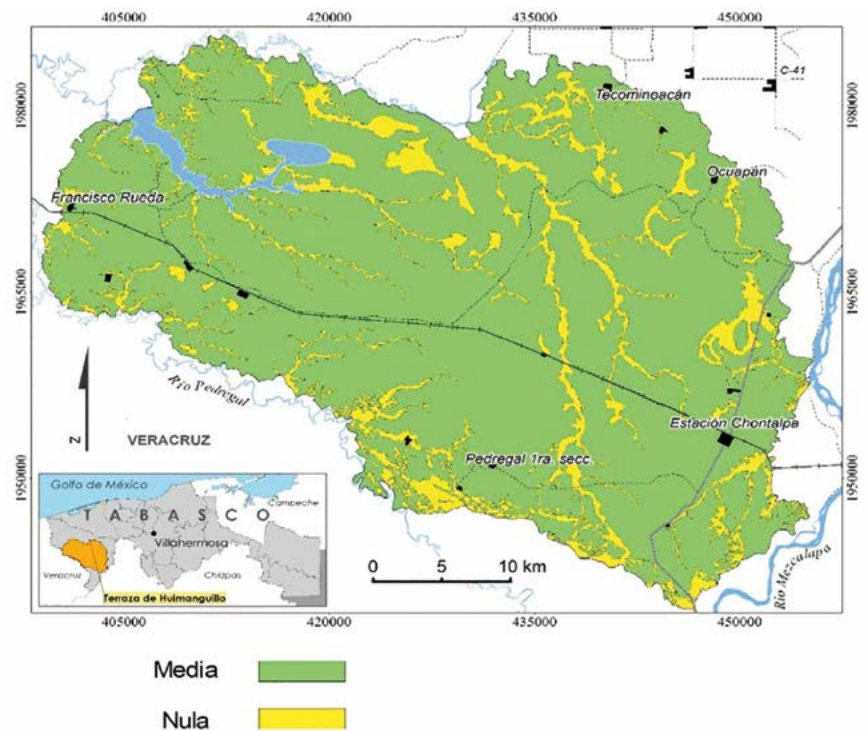


Figura 3. Aptitud edáfica de *E. urophylla* en la terraza de Huimanguillo, Tabasco, México.

los aptos para *E. urophylla* en otras regiones tropicales (Henri, 2001; Acosta *et al.*, 2005; Delgado-Caballero *et al.*, 2009; Sein y Mitlohner, 2011).



Por textura, los AC de la TH son comparables con Ultisoles donde se han obtenido volúmenes favorables de *E. urophylla*, variando de 76 a 133.1 m³ ha⁻¹, sin y con fertilización (González *et al.*, 2005). Los datos de la especie, proporcionados por FOMEX S.A. de C.V., indican que las plantaciones en AC Úmbrico Cutánico (Endoarácillico Hiperdístico) y AC Úmbrico Gléyico (Hiperdístico Férrico), de textura migajón arenosa en la capa superficial (0 a 40 cm), tienen mayor productividad (139 a 148 m³ de madera ha⁻¹ al turno de siete años), y las de AC de textura más fina tienen rendimientos menores (94 a 125 m³ de madera ha⁻¹ al turno de siete años). Al respecto, los contenidos de arena de 24 a 28% en el horizonte A (0 a 30 cm de profundidad), tienen efecto positivo en el crecimiento de *E. urophylla*, y las texturas muy arcillosas o muy arenosas determinan crecimientos inferiores (Delgado-Caballero *et al.*, 2009). Las variables edáficas que inducen aptitud media para *E. urophylla* en los AC de la TH son, pH ácido y baja fertilidad en todos los AC, y drenaje en el AC Úmbrico Gléyico. Los valores ponderados de pH fluctúan entre 4 y 4.7 en la capa de 0 a 50 cm de profundidad, y los de CIC varían de 3.9 a 11.7 cmol⁽⁺⁾ kg⁻¹ en la capa de 0 a 30 cm de profundidad, indicando niveles bajos. Estos resultados concuerdan con los de González *et al.* (2005), Acosta *et al.* (2005) y Rodríguez-Juárez *et al.* (2014) quienes mencionan que *E. urophylla* tiene buen desarrollo en suelos ácidos, con bajos contenidos de CIC y bases intercambiables; incluso mejora la fertilidad del suelo, o la mantiene en condición similar a los AC con vegetación secundaria (Cecon y Martínez-Ramos., 2000; Palma-López *et al.*, 2015).

El drenaje imperfecto del AC Úmbrico Gléyico en la capa de 74 a 145 cm de profundidad, se identifica por los horizontes Btg y Cg de color gris, indicadores de procesos de óxido-reducción por saturación de agua. Esta característica se explica por la posición topográfica baja de la unidad, entre 12 y 45 msnm, en relieves planos (pendiente de 0 a 2%) receptores de agua de ríos y arroyos que drenan lomeríos altos (Zavala-Cruz *et al.*, 2014). Los suelos con drenaje imperfecto asociado a hidromorfismo en horizontes subyacentes al A, disminuyen 14% la altura de las plantaciones de eucalipto de cinco años de edad (Acosta *et al.*, 2005). Los CM y GL de aptitud nula para *E. urophylla* representan el 13.7% de la TH, tienen drenaje pobre en la capa superficial (0 a 50 cm), se identifica por un horizonte Ag de color gris y motas de color gris oscuro y ocre, evidencian procesos de óxido-reducción en condiciones alternadas de saturación de agua. Estas características se explican por su ubicación

en posiciones topográficas bajas, en depresiones, planicies y valles fluviales, asociados a inundaciones estacionales (Cajuste-Botemps y Gutiérrez-Castorena, 2011). El drenaje pobre en la capa superficial del suelo limita la productividad de *E. urophylla* (Acosta *et al.*, 2005; Delgado-Caballero *et al.*, 2009), los árboles crecen 18% menos rápido en comparación con suelos bien drenados (Henri, 2001), y merma 28% la altura de árboles de plantaciones con otras especies de eucalipto a los cinco años de edad (Acosta *et al.*, 2005), pero puede ser útil en programas de reforestación de zonas inundables (Sein y Mitlohner, 2011).

Aptitud de *Eucalyptus urophylla* por clima y relieve en la terraza de Huimanguillo

Por clima, la TH tiene aptitud alta para *E. urophylla*, al dominar el tropical lluvioso con precipitación media anual de 2,000 a 3,000 mm y temperatura de 24 a 28 °C. Por relieve, la altura menor a 80 msnm, le confiere aptitud media a la especie, y la pendiente de 0 a 25% indica aptitud alta a media en 97.5% de la TH. Los AC de lomeríos en pendientes de 6% a 25% están expuestos a erosión hídrica (Palma-López *et al.*, 2008) por lo que el desarrollo de plantaciones de *E. urophylla* deben incorporar prácticas de manejo sustentable. El 2.4% de la TH tiene aptitud nula en lomeríos con AC sobre pendientes mayores a 25%, en el sur y sureste.

CONCLUSIONES

La región terraza de Huimanguillo, Tabasco, tiene suelos Acrisoles (AC) con aptitud media para el establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus urophylla*, en el 84.9% del área; las mayores limitantes son por pH muy ácido y fertilidad baja. La aptitud por clima es alta, y media por relieve al prevalecer alturas y pendientes menores a 80 msnm y 25%. Se recomienda implementar prácticas de manejo sustentable en las plantaciones de *E. urophylla* para mitigar los efectos por acidez, fertilidad y erosión hídrica.

LITERATURA CITADA

- Acosta B., Márquez O., Mora E., García V., Hernández R. 2005. Uso del método de análisis de componentes principales para la evaluación de la relación suelo-productividad en *Eucalyptus* spp. Estado Portuguesa-Venezuela. Rev. Forestal Latinoamericana 37: 17-44.
- Bustillos-Herrera J. A., Valdez-Lazalde J. R., Alderete A., González-Guillen M. J. 2007. Aptitud de terrenos para plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden): definición mediante el proceso de análisis jerarquizado y SIG. Agrociencia 41 (7): 787-796.

- Cajuste-Botemps L., Gutiérrez-Castorena M. C. 2011. El factor relieve en la distribución de los suelos en México. En: Krasilnikov P., Jiménez-Nava F. J., Reyna-Trujillo T., García-Calderón N. E. (eds) Geografía de suelos de México. Universidad Nacional Autónoma de México. México, México. 462 p.
- Ceccon E., Martínez-Ramos M. 2000. Aspectos ambientales referentes al establecimiento de las plantaciones forestales en larga escala para revisión de la norma forestal. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ecología. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. K009. México D. F., México. 22 p.
- Cuanalo de la C. H. 1990. Manual para la descripción de perfiles de suelos en el campo. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 40 p.
- Chapela G. 2012. Problemas y oportunidades en el mercado para las empresas sociales forestales en México. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A. C., Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 241 p.
- Delgado-Caballero C. E., Valdez-Lazalde J. R., Fierros-González A. M., De los Santos-Posadas H. M., Gómez-Guerrero A. 2010. Aptitud de áreas para plantaciones de eucalipto en Oaxaca y Veracruz: proceso de análisis jerarquizado vs álgebra Booleana. Rev. Mex. Cien. For. 1 (1): 123-133.
- Delgado-Caballero C. E., Gómez-Guerrero A., Valdez-Lazalde J. R., De los Santos-Posadas H. M., Fierros-González A. M., Horwath R. W. 2009. Índice de sitio y propiedades del suelo en plantaciones jóvenes de *Eucalyptus grandis* y *E. urophylla* en el sureste de México. Agrociencia 43: 61-72.
- Ecocrop. 2007. The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Version 1.0. Agls. Rome, Italy. [http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/home: 12 de Noviembre de 2014].
- ESRI. 2004. ArcGIS 9 what is ArcGis? Redland, USA. 119 p.
- FAO. 1997. Zonificación agroecológica guía general. Boletín de Suelos de la FAO, Núm. 73. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia. 96 p.
- Flores-Velázquez R., Serrano-Gálvez E., Palacio-Muñoz V. H., Chapela G. 2007. Análisis de la industria de la madera aserrada en México. Madera y Bosques 13 (1): 47-59.
- González R., Stock J., Jerez M., Carrero-Gamaz O., Plonczak M., Shutte F. 2005. Análisis biológico y financiero de un ensayo de fertilización en plantaciones de *Eucalyptus urophylla* establecidas en suelos arenosos del Oriente de Venezuela. Revista forestal Venezolana 49 (2): 175-181.
- Henri C. J. 2001. Soil-site productivity of *Gmelina arborea*, *Eucalyptus urophylla* and *Eucalyptus grandis* forest plantations in western Venezuela. Forest Ecology and Management 144: 255-264.
- IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. Base referencial mundial del recurso suelo. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO. Roma, Italia. 124 p.
- Juárez-Palacios J. C., Honorato-Salazar J. A., Vázquez-Silva L., Conrado Parraguire-Lezama J. F. 2013. Patogenicidad de *Chrysosporthe cubensis* en clones de *Eucalyptus grandis* y *E. Urophylla* en el sureste de México. Madera y Bosques 19 (1): 17-36.
- Martínez-Ruiz R., Azpíroz-Rivero H. S., Rodríguez-de la O. J. L., Cetina-Alcalá V. M., Gutiérrez-Espinoza M. A. 2006. Importancia de las plantaciones de *Eucalyptus*. Ra Ximhai 2 (3): 815-846.
- Nieto V. M., Rodríguez J. 2003. *Eucalyptus urophylla* Dehnh. In: Vozzo J. A. Tropical tree seed manual. Part II. Species descriptions. USDA Forest Service. Washington, USA. 473 p.
- Ortiz-Pérez M. A., Siebe C., Cram S. 2005. Diferenciación ecogeográfica de Tabasco. En: Bueno J., Álvarez F., Santiago S. (eds.), Biodiversidad del Estado de Tabasco. Instituto de Biología, UNAM, CONABIO. México D. F., México. 384 p.
- Palma-López D. J., Moreno-Cáliz E., Rincón-Ramírez J. A., Shirma-Torres E. D. 2008. Degradación y conservación de los suelos del estado de Tabasco. Colegio de Postgraduados, CONACYT, CCYTET. Villahermosa, México. 74 p.
- Palma-López D. J., Salgado-García S., Martínez-Sebastián G., Zavala-Cruz J., Lagunes-Espinoza L. del C. 2015. Cambios en las propiedades del suelo en plantaciones de eucalipto de Tabasco, México. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 2 (5): 163-172.
- Rodríguez-Juárez M. I., Velázquez-Martínez A., Gómez-Guerrero A., Alderete A., Domínguez-Domínguez M. 2014. Fertilización con boro en plantaciones de *Eucalyptus urophylla* S.T. Black en Tabasco. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 20 (2): 203-2013.
- Salgado-García S., Palma-López D. J., Zavala-Cruz J., Ortiz-García C. F., Castelán-Estrada M., Lagunes-Espinoza L. del C., Guerrero-Peña A., Ortiz-Ceballos A. I., Córdova-Sánchez S. 2010. Sistema Integrado para recomendar dosis de fertilizantes (SIRDF): en la zona piñera de Huimanguillo, Tabasco. Colegio de Postgraduados, Fundación Produce Tabasco A. C. Villahermosa, México. 81 p.
- SEMARNAT. 2002. Norma oficial mexicana NOM-021-RECNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudios, muestreo y análisis. Diario Oficial de la Federación. [http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=717582&fecha=31/12/2002: 26 de mayo de 2017].
- Sein C. C., Mitlohner R. 2011. *Eucalyptus urophylla* ST Blake ecology and silviculture in Vietnan. Center for International Forestry Research. Bogor, Indonesia. 26 p.
- Sepúlveda C. J. L., Muhammad I. 2009. Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas como una medida de adaptación al cambio climático en América Central. CATIE, UNEP. Turrialba, Costa Rica. 294 p.
- Zavala-Cruz J., Salgado-García S., Marín-Aguilar A., Palma-López D. J., Castelán-Estrada M., Ramos-Reyes R. 2014. Transecto de suelos en terrazas con plantaciones de cítricos en Tabasco. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 1 (2): 123-137.