
Evaluación del crecimiento de *Cedrela odorata* L. En las condiciones del Valle del Yaqui, Sonora, México.

O.A. Villaseñor-López^{1*}, R.E. Cabanillas-Beltrán¹, L.M. Tamayo-Esquer¹, J.A. Fernández-Bocardo¹ Y. García-Quintana², P. Alvarez-Olivera², M. Bonilla-Vichot².

¹Instituto Tecnológico de Sonora. Calle 5 de Febrero 818 Sur. Col. Centro. Cd. Obregón, Sonora, México.

²Universidad Pinar del Río. Calle Martí final 270 esq. 27 de Noviembre. Pinar del Río, Cuba.

Evaluation of the growth of Cedrela odorata L. under the terms of the Yaqui Valley, Mexico.

Abstract

This work was conducted in the Yaqui Valley, Sonora, Mexico, in order to evaluate on the growth of *Cedrela odorata* L., as an alternative to the sustainability and diversification of the Yaqui Valley. We used germplasm from CATIE genebanks, Costa Rica. During 4 months the seedlings were maintained under nursery conditions. We established two experimental plots (3x3 m), one in Isleta de Hornos with alluvial soil and other in Cett 910 with compacted clay soil. We marked and prepared the plots, as well as installed a drip irrigation system. The base diameter and total height were measured from 2009 until the beginning of 2011. The results indicate that high temperatures influence the growth of *Cedrela odorata* in nursery stage, reaching a mean height of 54 cm after 4 months. Moreover, it was shown that climatic variations between 2009 and 2010 influenced the growth of the species. The warmest temperatures of the first year favored the growth in height and diameter; plants in Isleta de Hornos, with alluvial soil, showed the best growth. The study recognizes the ecological amplitude of the species, showing, in the Yaqui Valley, a better development between maximum and minimum temperatures of 40°C and 20°C respectively, at constant humidity conditions. The species tolerates temperature of -2 °C for six continuous hours in three days. However, meristems were damaged when temperatures reached -5°C.

Key words Temperature, plantations, soil, growth.

Resumen

Este trabajo se realizó en el Valle del Yaqui, Sonora, México, con el objetivo de evaluar el crecimiento de *Cedrela odorata* L. Las plantaciones de esta especie pueden resultar una alternativa para la sostenibilidad y diversificación productiva del Valle del Yaqui. Se utilizó germoplasma procedente del CATIE, Costa Rica. Durante cuatro meses se mantuvieron las plántulas en condiciones de vivero, tras los cuales, se llevó a cabo el trasplante de las mismas. Se establecieron dos parcelas experimentales (3x3 m), una en Isleta de Hornos con suelo aluvial y otra en el Cett 910 con suelo barrial compactado. Se realizó la preparación y marcación del terreno y se instaló un sistema de riego por goteo. Se midieron los diámetros a la base y la altura total de las plantas desde principios de 2009 hasta 2011. Los resultados indican que las altas temperaturas favorecen el crecimiento de *Cedrela odorata* L. en fase de vivero. Durante dicha fase, las condiciones fueron favorables y las plántulas alcanzaron una altura de 54 cm promedio. Por otra parte se infiere que las variaciones de temperatura entre el 2009 y 2010 pueden haber influido en el crecimiento de la especie, resultando el primer año más cálido, lo cual favoreció el crecimiento en altura y diámetro, siendo Isleta de Hornos con suelo de aluvión, el de mejor crecimiento. En el estudio se reconoce la amplitud ecológica de la especie, mostrando para las condiciones climáticas del Valle del Yaqui un mejor desarrollo entre los rangos de temperatura máximas de 40°C y mínimas de 20°C en condiciones de humedad disponible para la planta. La especie toleró condiciones de temperatura de -2°C durante seis horas continuas en tres días. Sin embargo, los meristemas

*Autores de correspondencia

Email: Tel: (52) 644 4100900 Ext. 2124. E-mail: ovillasenor@itson.mx

apicales sufrieron daños cuando las temperaturas alcanzaron los -5 °C.

Palabras clave: temperatura, plantaciones, suelo, crecimiento.

Introducción

Existe una creciente necesidad de revertir los procesos de degradación de los recursos en zonas forestales mexicanas. Las plantaciones no deben sustituir la regeneración natural de los bosques, pero pueden contribuir al aumento de la producción de madera comercial por unidad de superficie. Sin embargo, es de vital importancia el conocimiento de los sistemas de regeneración, la silvicultura, la biodiversidad y las posibilidades de mejora genética de las principales especies forestales con interés comercial para poder llevar a cabo una gestión sostenible. Las plantaciones forestales requieren que dichas especies se adapten a las condiciones climáticas de la región y ofrezcan suficiente rendimiento para poder abastecer las necesidades del sector, ayudando a su vez a la disminución de la pobreza en la población local.

La política forestal mexicana responde a la urgencia de revertir el proceso de degradación de los recursos forestales y, al mismo tiempo, alentar su aprovechamiento, incrementar su potencial y propiciar la participación activa de los propietarios o poseedores de los terrenos en que se encuentran dichos recursos, así como de los inversionistas (Ley Forestal mexicana, 1997). Esta ley considera que los recursos forestales tienen la capacidad de generar una serie muy amplia de bienes y servicios ambientales, que satisfacen directa e indirectamente necesidades humanas vitales.

El Valle del Yaqui (Sonora, México), con una extensión de aproximadamente 450,000 hectáreas, tiene 221,000 hectáreas de agricultura bajo riego por gravedad, de las cuales el 58% son ejidales y el 42% de propiedad privada. El sector privado está representado por 4,645 propietarios y el sector social por 19,616 ejidatario. Actualmente la diversificación productiva del Valle del Yaqui es una de las líneas de acción de los diferentes niveles de gobierno. Debido a la creciente degradación del Valle, se está promoviendo la investigación agropecuaria y la utilización de especies con posibilidades de adaptación con fines productivos. Este trabajo presenta como objetivo evaluar el crecimiento de *Cedrela odorata* L. en dos tipos de suelo en las condiciones del Valle del Yaqui.

Materiales y método

El trabajo se realizó con recursos de Fundación Produce Sonora A.C. (2008-2011) en el Valle del Yaqui, ubicado en el sur del Estado de Sonora, México, entre la Sierra Madre Occidental y el Mar de Cortés. Al norte se encuentra Ciudad Obregón y al sur limita con el Valle del río Mayo; entre los paralelos 27°10' y 27°50' latitud norte, y los meridianos 109°55' y 110°36', siendo una de las principales regiones agrícolas de México (Figura 1). Para el desarrollo del mismo se obtuvieron semillas de *Cedrela odorata* L., procedentes del banco de germoplasma del CATIE en Costa Rica. Se realizaron diferentes tratamientos pregerminativos con el fin de romper el letargo, acelerar y uniformar la germinación. Las semillas fueron sembradas en condiciones de vivero, malla antiáfidos y malla sombra corrediza al 50%. Se emplearon contenedores especiales para latifoliadas BCC de 265 ml, de 28 cavidades por contenedor rígido de 15 cm de profundidad.

El sustrato, de textura media, estaba compuesto por peatmoss (33%), agrolita (33%), vermiculita (33%) y osmocote (1%) en una proporción de 17-7-12 de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente.

Se diseñó un programa de fertilización (Iniciador: 4-25-36, Desarrollador: 20-10-20, Finalizador: 20-20-20) así como un programa fitosanitario (Fungicidas: Previcur, Deroxal, Agrigen, Insecticidas: Rescate, Siegepro), aplicando riego una vez por día durante los cuatro meses de permanencia en vivero, para obtener un mayor crecimiento. Durante los cuatro meses de permanencia en vivero se realizaron mediciones mensuales de altura total de las plantas con cinta métrica. En Agosto 2009 se trasplantaron un total de 49 árboles en dos parcelas experimentales (3x3m) (25 árboles en la parcela uno y 24 en la parcela dos). Se establecieron 2 parcelas piloto idénticas en el 2008 para comparar los resultados de crecimiento durante el primer año. Las parcelas del CETT 910 se caracterizan por tener suelo barrial compactado, mientras que en la Isleta de Hornos tienen suelo de aluvión. Para la preparación del terreno se eliminó el pie de arado con el fin de romper la capa superficial endurecida

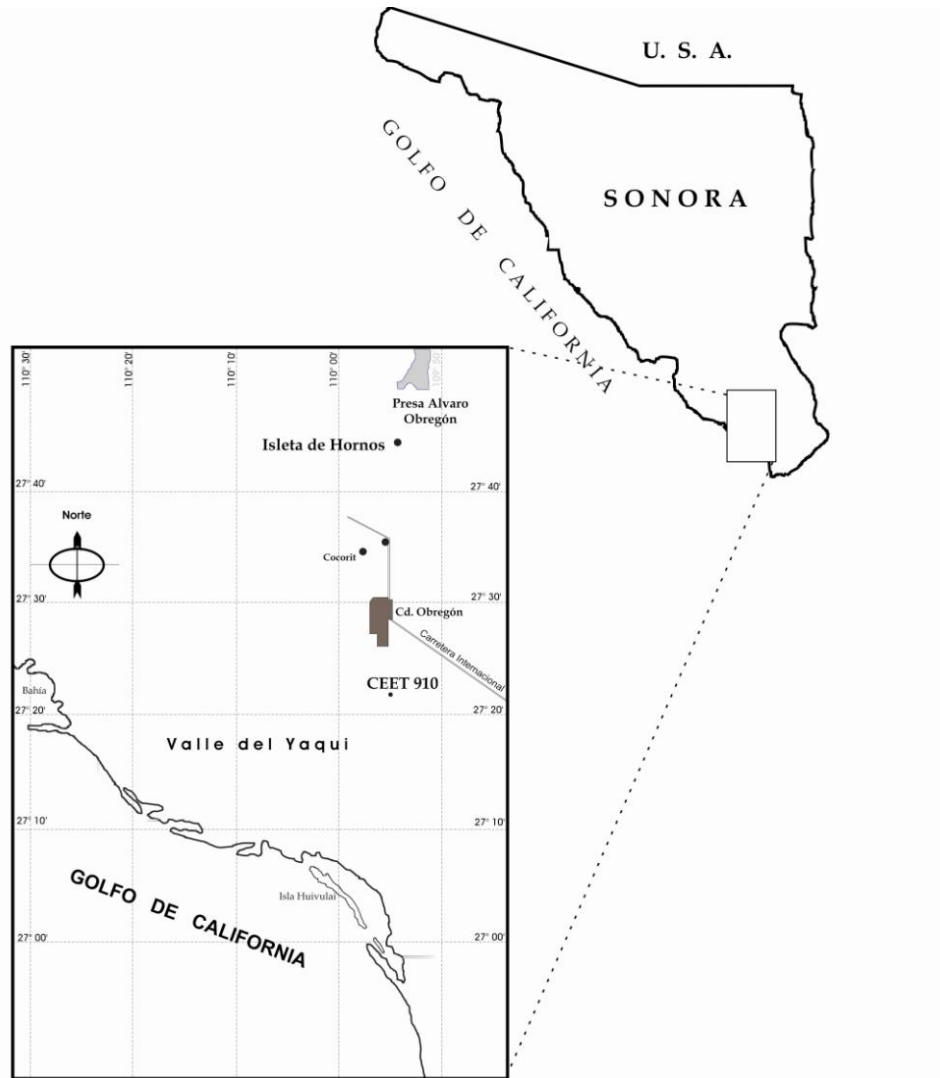


Figura 1. Ubicación geográfica del Valle del Yaqui.

del suelo agrícola y facilitar la penetración de las raíces y el agua (Álvarez, 2005).

Se utilizó el desbroce mecanizado por trituración para favorecer la incorporación de los residuos al suelo con tratamientos puntuales de la vegetación herbácea. La fertilización se realizó con aplicación nitrogenada y potásica fraccionada a lo largo de la vida de la masa con una programación de fertirrigación en invierno (10-40-10) y verano (20-20-20).

Se instaló un sistema de riego por goteo para regar las plántulas durante los meses más calurosos con el fin de evitar la defoliación y favorecer el

crecimiento con 2 riegos semanales de 24hr con un volumen de 192 litros por sesión de riego en cada árbol (Ortiz *et al.* 2010). Las intervenciones silviculturales fueron podas mecánicas, de acuerdo a las necesidades de la plantación.

Se realizaron mediciones de altura con cinta métrica y diámetro (a 10 cm de la base) con calibrador vernier en ambas parcelas en el 2009 (medidas mensuales), 2010 (agosto y diciembre) y 2011 (enero).

Se obtuvieron datos climáticos de temperaturas promedio, máximas y mínimas registradas en el año a partir de la Estación meteorológica Block 910

CIANO, ubicada dentro de la zona del Valle del Yaqui.

Para el procesamiento estadístico se realizó un análisis de varianza de clasificación simple y pruebas de rangos múltiples de Duncan a un 95% de confiabilidad con las variables altura y diámetro.

Resultados y discusión

Durante la etapa de vivero, las plántulas no presentaron problemas de plagas o enfermedades. Esto es debido al aislamiento por medio de mallas antiáfidos y un plan de manejo fitosanitario. En la figura 2 se muestra la altura promedio y desviación estándar de *Cedrela odorata* L. para los cuatro primeros meses de vida (abril-julio 2009). Al cuarto mes, las plántulas alcanzaron alturas promedio de 54 cm, por lo que las condiciones medioambientales del Valle del Yaqui parecen favorecer el crecimiento en vivero de esta especie.

Los resultados obtenidos por Da Mata (2009) y Márquez et al. (2005), en condiciones de trópico húmedo bajo condiciones de vivero controlado, lograron crecimientos en altura de 20 cm en 6 meses, lo que demuestra la alta productividad de la especie en las condiciones climáticas del Valle del Yaqui.

Los resultados manifiestan un crecimiento favorable durante la fase de vivero, mostrando diferencias significativas ($p=0.01$) entre cada uno de los meses. Entre los meses de abril y junio se obtuvo una altura media de 27cm. Rodríguez y García (2006), en un estudio de producción de plantas de calidad de *Cedrela odorata* L. obtuvieron valores inferiores de los que se presentan en este trabajo (40 cm de altura promedio a los cuatro meses).

Las variaciones de temperatura constituyen un aspecto importante a considerar en cualquier programa de reforestación. En la figura 3, se muestran los valores mínimos, máximos y promedios de temperatura registrados en el Valle del Yaqui durante el 2009 y 2010 donde se aprecian fluctuaciones entre los valores máximos y mínimos. Las temperaturas en el 2009 fueron superiores a las de 2010. Las temperaturas más bajas se reportaron entre los meses de noviembre y abril (T_{min} 2.6°C a 7°C) y las más altas entre los meses de mayo y octubre (T_{max} 39°C a 41.5°C).

En las figuras 4 y 5, se muestra el comportamiento promedio de la altura y diámetro de los árboles en el tiempo. Los resultados muestran un período prolongado sin incrementos en altura en la etapa inicial de la plantación (agosto-marzo), correspondiendo los meses de noviembre a marzo

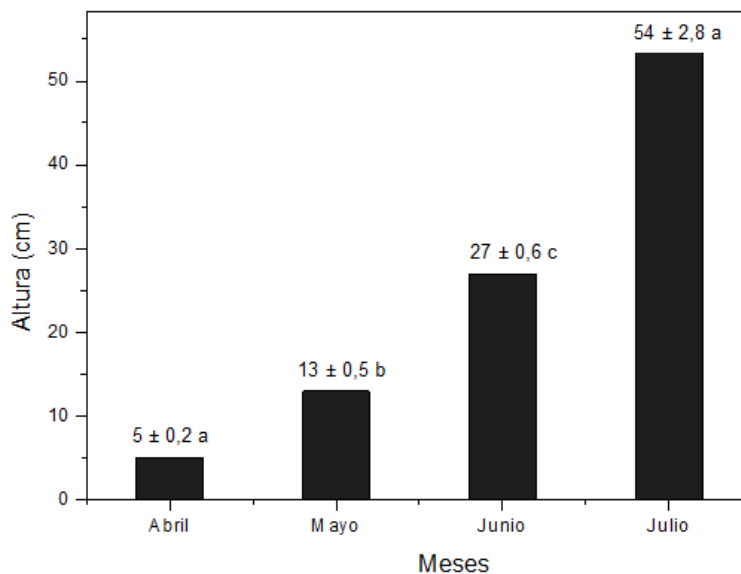


Figura 2. Comportamiento de altura promedio de *Cedrela odorata* L. en vivero. En las barras letras desiguales difieren significativamente para la prueba de Duncan $P \geq 0.05$.

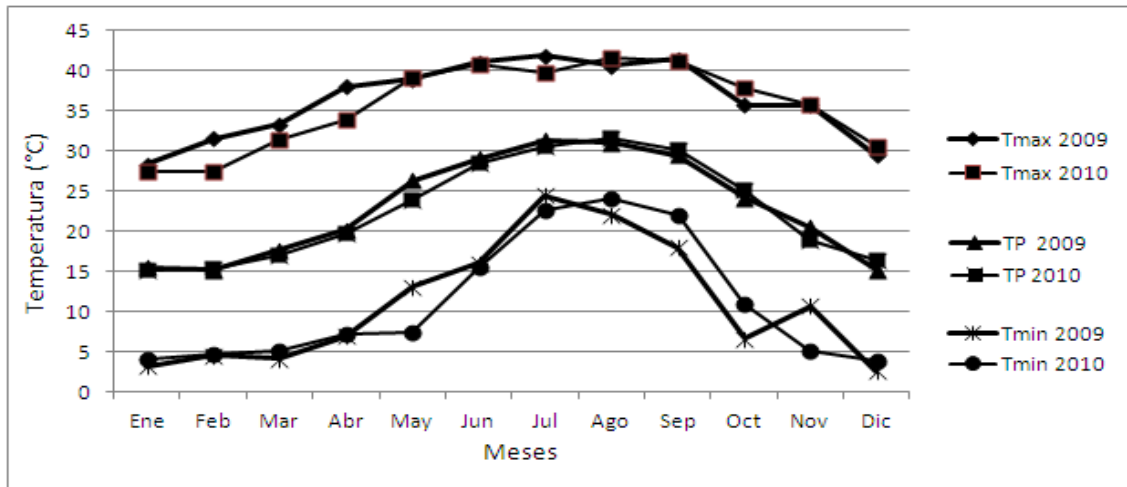


Figura 3. Temperaturas medias, mínimas y máximas mensuales para la región del Valle del Yaqui, Sonora, México, durante 2009 y 2010.

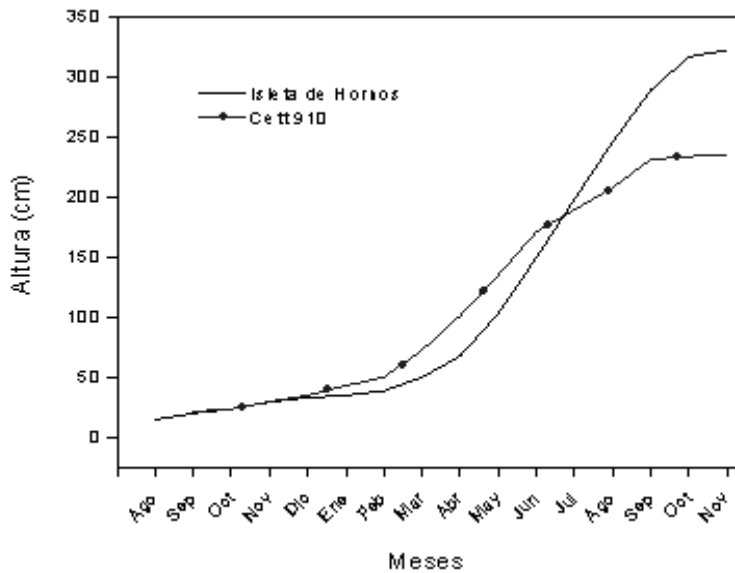


Figura 4. Comportamiento de altura promedio mensual para la especie *Cedrela odorata* L. en dos tipos de suelo de la región del Valle del Yaqui, Sonora, México, durante 2009 y 2010.

donde la planta se encuentra en reposo vegetativo debido al descenso de temperatura, sin embargo en los meses de abril a octubre se observa un incremento considerable en altura, lo cual pudiera deberse a un aumento en la temperatura que favorece el crecimiento sostenido de la especie, inclusive entre los meses de julio y agosto donde se registraron temperaturas máximas de 42°C y

mínimas de 22°C, lo cual indica que la especie responde bien a estos límites de temperatura, siempre y cuando se le garanticen sus necesidades hídricas. En relación al diámetro de los árboles, el comportamiento del diámetro reflejó resultados similares a los registrados en la altura, aunque el tiempo sin crecimiento es más corto (Figura 5). Autores como Beard (1942), refieren que las

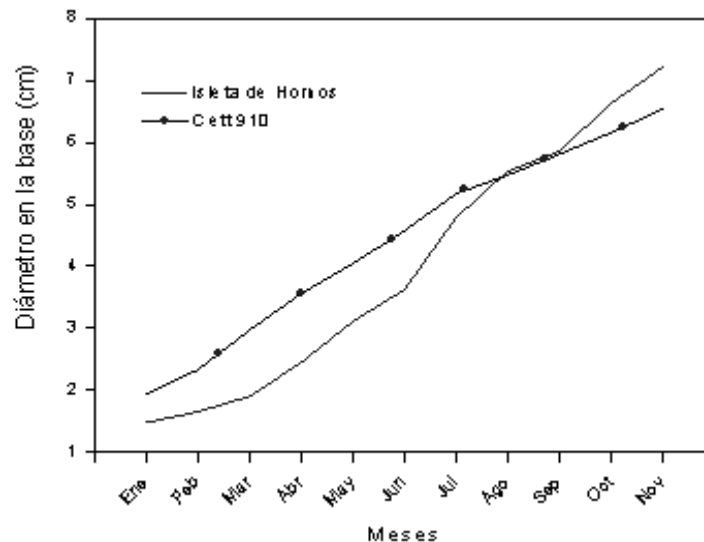


Figura 5. Comportamiento del diámetro en la base promedio mensual para la especie *Cedrela odorata* L. en dos tipos de suelo de la región del Valle del Yaqui, Sonora, México, durante el 2010.

condiciones óptimas para el desarrollo de *Cedrela odorata* L. oscilan entre los 23°C y 32°C en los meses de calor, lo que demuestra entonces, la gran capacidad de adaptación de la especie y su crecimiento en las condiciones semiáridas del sur de Sonora con sistemas de riego presurizados.

Betancourt (1987) y Bascopé (1957) refieren que la especie en condiciones naturales toleran temperaturas de 5°C, sin embargo en el sur de Sonora toleró condiciones de temperatura de -2°C, no siendo así para -5°C manifestando daños en su meristema apical. Manzanilla *et al.* (2001) reportan que se han encontrado algunos ejemplares en condiciones extremas entre los 28° latitud sur con presencia de algunas heladas, lo que ratifica la tolerancia a condiciones extremas descritas en el 2001.

En relación a los sitios, el mayor valor se presentó en el sitio Isleta de Hornos con suelo de aluvi6n, alcanzando una altura máxima promedio de 3.23 m y diámetro en la base de 7.2 cm en el primer año. Así mismo, los árboles alcanzaron 2.35 m de altura y 6.5 cm de diámetro en el Cett 910 que presenta suelo barrial compactado.

En las figuras 6a y 6b se presentan los diagramas de cajas, donde se muestran las diferencias significativas entre ambos tipos de suelo tanto para la variable altura como para el diámetro. Esta diferencia obedece probablemente a las mejores

condiciones de profundidad y textura del suelo.

Los resultados obtenidos por Sanchez *et al.* (2003), en el estado de Veracruz fueron de 1.08 metros de crecimiento, y un diámetro de 1.2 cm anual promedio. Cintron (1981), refiere que en Centroamérica bajo condiciones favorables, se lograron crecimientos de hasta 3 metros y diámetros de 4 cm. Estos estudios con menores resultados en el crecimiento de la especie en estudio, demuestra el potencial que existe para el establecimiento de la especie en el sur de Sonora; específicamente en suelos profundos clase I (aluvión).

En la figura 7, se muestra comparativamente el incremento total en altura y diámetro de los árboles para los dos sitios en condiciones climáticas que corresponden a los años 2009 y 2010. Aquí se observa que el incremento en los crecimientos fue menor en 2010 (Villaseñor *et al.*), lo cual pudiera deberse a las condiciones de temperaturas menos cálidas que se presentaron en el 2009. Betancourt (1987), reporta que para la especie en estudio con un buen suelo y adecuada iluminación se obtiene un crecimiento entre 1.3 y 1.8 metros de altura y 1.3 a 1.6 cm de diámetro durante los primeros años.

Para enero de 2011, los árboles de dos años de crecimiento, alcanzaron 4.20 m en altura y 5.3 cm de diámetro (DAP), en el sitio conocido como Isleta de Hornos y cuyo suelo es de tipo aluvi6n, mientras que para el Cett 910 con suelo de barrial

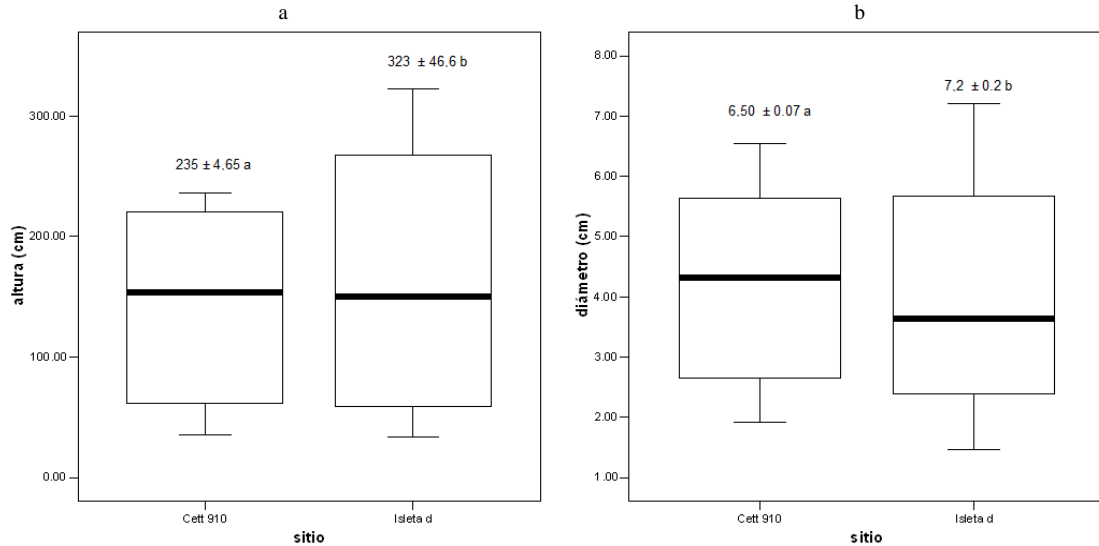


Figura 6. a) Valores medios de altura y b) Valores medios de diámetro, por sitio de siembra. En las barras letras desiguales difieren significativamente para la prueba de Duncan $P \geq 0.05$.

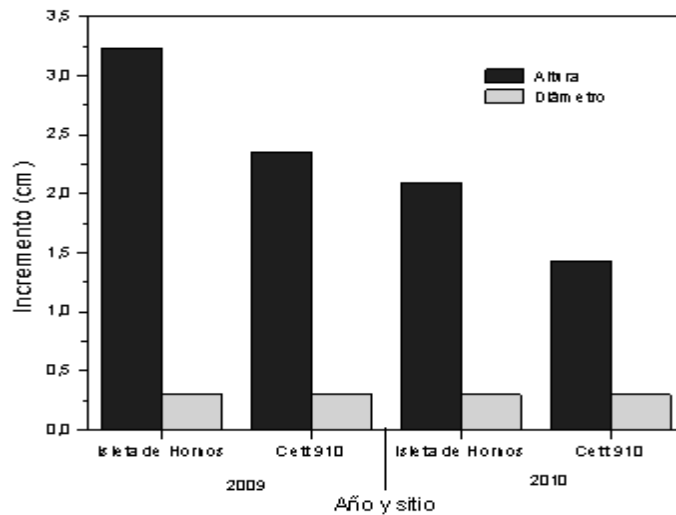


Figura 7. Comparación del incremento de altura y diámetro de la especie *Cedrela odorata* L. entre el período del 2009 y 2010 en los sitios, Isleta de Hornos y CETT 910.

compactado, el crecimiento fue de 2.87 m de altura y 3.2 cm de diámetro (DAP), observándose un crecimiento considerable en altura y diámetro en el sitio Isleta de Hornos.

Es importante resaltar que durante el estudio, no se registró presencia de *Hypsipyla grandella*, contrario al caso de Tamaulipas (Ramírez, 2005) y el resto

del continente (Withmore, 1974). Se presume que las bajas temperaturas invernales y la alta contaminación de plaguicidas hacen difícil la presencia de este insecto que afecta a la gran parte de las plantaciones forestales de esta especie.

Finalmente, es válido señalar que en febrero de 2011 se presentó un fenómeno atípico en la región,

al registrarse una helada tardía con temperaturas mínimas en el sitio Isleta de Hornos de -5°C y de -2°C en el Cett 910. En el Cett 910 los individuos no sufrieron daños en su sistema foliar, sin embargo en Isleta de Hornos a -5°C se presentaron daños en el meristema apical que afectaron el desarrollo deseado para una plantación forestal comercial.

Betancourt (1987), refiere que *Cedrela odorata* L. tolera temperaturas máximas absolutas superiores a 36°C y mínimas por debajo de 5°C . Por su parte Bascopé et al (1957), plantean que la especie posee una amplitud ecológica considerable con respecto al macro clima y tipos de suelo. Sin embargo no existen reportes hasta este momento en la literatura de tolerancia de la especie a temperaturas por debajo de cero grados.

Conclusiones

Se demostró que la especie *Cedrela odorata* L. manifiesta un comportamiento favorable en fase de vivero.

Se reconoce la amplitud ecológica de la especie, mostrando para las condiciones climáticas del Valle del Yaqui un mejor desarrollo entre los límites de temperatura máximas de 40°C y mínimas de 20°C . Los sitios de estudio resultaron significativamente diferentes, siendo Isleta de Hornos con suelo de aluvi6n, el de mejor crecimiento.

Se demuestra que 6sta especie registra un r6pido crecimiento cuando tiene humedad disponible, lo que hace posible su establecimiento en programas de reforestaci6n comercial para zonas agr6colas en el sur del estado de Sonora.

Bibliograf6a

Alvarez, O. P.; Varona, T. J. C. 2005. Silvicultura. Habana, Cuba. pp152-178.
Betancourt, B.A. 1987. Silvicultura especial de 6rboles maderables tropicales. Editorial cient6fico t6cnico. Cd. de la Habana, Cuba. pp92-109.
Bascopé, F. 1957. El g6nero *Cedrela* en Am6rica. IFLAIC, No. 2 p26.

Beard, J. S. 1942. Summary of silvicultural experience with Cedar in Trinidad. Caribbean forester 3(3):91-102.
Cintron, B. B. 1981. *Cedrela odorata* L. In: Silvics of North America. Hardwood. Agricultural Handbook 654. Washington D.C. USDA. Vol. 2. pp250-257.
Da mata, A. 2009. Evaluaci6n de la calidad de la planta de *Cedrela odorata* L. cultivada en vivero mediante diferentes m6todos. Trabajo de diploma. Facultad Forestal y Agronom6a. Universidad Pinar del R6o, Cuba p 56.
Fundaci6n Produce Sonora. 2011. Informe final de actividades del proyecto de especies maderables de inter6s econ6mico en suelos agr6colas del sur de Sonora. M6xico.
Ley Forestal Mexicana. 22 de Diciembre de 1997. Diario oficial de la Federaci6n. Art 1: I-III-IV-V-VI.
Manzanilla, B. H., Martinez, D. M. y Mart6nez, M. A. 2001. Monograf6as de especies nativas promisorias para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales en Jalisco cedro y rosa morada. Documento T6cnico. No. 30. FIPRODEFO. Guadalajara, Jal. M6xico. p. 51-73.
M6rquez, R. J.; Xotla, V.U.; Gonz6lez, T.J.E. 2005. Estudio de germinaci6n y crecimiento inicial de pl6ntulas de *Cedrela odorata* L. Foresta Veracruzana, a6o/vol. 7, n6mero 002. Universidad Veracruzana, Xalapa, M6xico. pp45-53.
Ort6z, E.J.E., Ram6rez, D.J.M., Valdez, G.B., F6lix, V.P. 2010. Monitoreo de la Humedad del suelo y Programa de Riego en Naranja (*Citrus sinensis*) bajo Riego por Goteo en el Valle del Yaqui, Sonora. Inifap, M6xico.
Ortiz., M. I.; 2001. Anual Report, Sistemas de teledetecci6n para salvar los ecosistemas. M6xico. CYMMIT.
Ram6rez, G.C. 2005. Evaluaci6n del crecimiento de una plantaci6n comercial de cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) manejada intensivamente en el sur de Tamaulipas. Chapingo, M6xico.
Rodr6guez, S. B.; Garc6a, C. X. 2006. Producci6n de planta de calidad para plantaciones exitosas de cedro. INIFAP. M6xico.
Sanchez, V. M.; Salazar, G. J. G.; Vargas, H. J. J.; Lopez, U. J.; Jasso, M. J. 2003. Par6metros gen6ticos y respuesta a la selecci6n en caracter6sticas de crecimiento de *Cedrela odorata* L. Revista Fitotecnia Mexicana, enero-marzo, a6o/vol. 26, n6mero 001. Sociedad Mexicana de Fitogen6tica, A. C. Chapingo, M6xico pp19-27.
Withmore, J. L. 1974. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandela* (Zeller) Lep. Pyralidae. Centro Agron6mico Tropical de investigaci6n y Ense6anza. Turrialba, Costa Rica. p21.
Villaseñor, L.O.; Cabanillas, B.R.; 2010. Establecimiento de plantaciones forestales comerciales con sistema de riego por goteo en suelos agr6colas del Valle del yaqui, M6xico. Vol. 20. Revista Forestal Baracoa, Cuba.