

CRECIMIENTO DEL CEDRO (*Cedrela odorata*) EN ETAPA JUVENIL BAJO RIEGO, FERTILIZACIÓN Y APLICACIÓN DE INSECTICIDA, Y SU RELACIÓN CON LA INCIDENCIA DE *Hypsipyla grandella*

Ernesto Castillo Domínguez¹, Saúl Sánchez Soto¹, José Jesús Obrador Olán¹, Eugenio Carrillo Ávila², José Hipólito Rodolfo Mendoza Hernández¹

¹Campus Tabasco, Colegio de Postgraduados, Apartado Postal 24, H. Cárdenas, 86500, Tabasco, México.
sssoto@colpos.mx

²Campus Campeche, Colegio de Postgraduados, Calle Nicaragua 91, tercer piso, Col. Santa Ana, Campeche, 24050, Campeche, México.

RESÚMEN

En el estado de Tabasco, localizado en el trópico de México, se tienen plantadas alrededor de 7000 ha de cedro (*Cedrela odorata* L.), como una respuesta a los procesos de deforestación de la región y como una forma de suplir las necesidades de materia prima de la industria de la madera. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el crecimiento del cedro en etapa juvenil bajo riego, fertilización y aplicación de insecticida y su relación con la incidencia de *Hypsipyla grandella* Zeller. El estudio se desarrolló de abril a septiembre de 2008 en una plantación de cedro de 10 meses de edad plantada en marco real de 3x3 m, con una densidad de 1100 plantas/ha, localizada en el municipio de Cárdenas, Tabasco (18°01'N, 93°03' W). Las variables evaluadas fueron altura total y diámetro de las plantas, así como el número de plantas barrenadas por *H. grandella*, en función de la aplicación de riego, fertilización (17-17-60) e insecticida sistémico (carbofurán). Se evaluaron ocho tratamientos con tres repeticiones en un diseño experimental de bloques completos al azar, y un arreglo factorial de 2³ combinaciones. Los resultados demuestran que el factor que más influyó en el crecimiento del cedro bajo las condiciones evaluadas es el fertilizante, ya que marca una diferencia de hasta 60 % mayor con respecto a los demás tratamientos, donde no hubo un efecto de potenciación.

Palabras clave: *Cedrela odorata*, irrigación, fertilización, insecticida, crecimiento

DESENVOLVIMENTO DO CEDRO (*Cedrela odorata*) EM FASE JUVENIL SOB IRRIGAÇÃO, ADUBAÇÃO E APLICAÇÃO DE INSETICIDA, E SUA RELAÇÃO COM A INCIDÊNCIA DE *Hypsipyla grandella*

RESUMO

No estado de Tabasco, localizado no trópico do México, tem se plantado cerca de 7000 ha de cedro (*Cedrela odorata* L.), como uma resposta aos processos de desmatamento na região e como uma forma de suprir as necessidades de matéria prima da indústria da madeira. A presente pesquisa teve como objetivo avaliar o desenvolvimento do cedro em fase juvenil sob irrigação, adubação e aplicação de inseticida, e sua relação com a incidência de *Hypsipyla grandella* Zeller. O estudo foi conduzido de abril a setembro de 2008 numa plantação de cedro de 10 meses de idade, com espaçamento de 3x3 m, com uma densidade de 1100 plantas/ha, localizada no município de Cárdenas, Tabasco (18°01'N, 93°03' W). As variáveis testadas foram altura total e

diámetro das plantas, bem como o número de plantas broqueadas por *H. grandella*, em função da aplicação de irrigação, adubação (17-17-60) e inseticida sistêmico (carbofurn). Foram avaliados oito tratamentos com três repetições num desenho experimental de blocos completos ao acaso e um arranjo fatorial de 2³ combinações. Os resultados mostram que o fator que mais influenciou o desenvolvimento do cedro sob as condições avaliadas foi o adubo, já que teve uma diferença de até 60 % maior com relação aos demais tratamentos, onde não houve um efeito de potenciação.

Palavras-chave: *Cedrela odorata*, irrigação, adubação, inseticida, desenvolvimento

INTRODUCCIÓN

Las áreas tropicales se caracterizan por poseer una gran diversidad de especies arbóreas. Representadas por las selvas medianas y altas, son el tipo de vegetación más importante del ecosistema de bosques tropicales, tanto por su diversidad faunística y florística, como por su función ambiental. En México su distribución se restringe a las vertientes del Golfo de México y del Océano Pacífico, en el Istmo de Tehuantepec, Norte de Chiapas y Península de Yucatán (CONAFOR, 2005).

Desde tiempos inmemoriales, las dos especies más importantes desde el punto de vista económico y forestal han sido la caoba (*Swietenia macrophylla* King) y el cedro (*Cedrela odorata* L); razón por la cual la posibilidad del aprovechamiento de estas especies se ha visto limitado, ya que cada vez son más escasas, entre otras cosas por las altas tasas de deforestación, aprovechamientos clandestinos para el comercio local y conversión del uso de suelo. Una consecuencia directa de ello es la rata muy baja de estas especies, que actualmente se ubica hasta en una planta por cada 100 hectáreas (Masera, 2007).

Como consecuencia de lo anterior, la tendencia actual en el sureste de México es establecer plantaciones forestales para solucionar la deficiencia de materia prima en la industria y hacer más eficiente y competitivo el mercado de exportación (Ramírez y Zepeda, 1994).

Para el caso del cedro (*Cedrela odorata* L), simultáneamente se ha generado información referente a la fenología reproductiva, regeneración natural, producción de plantas en vivero y establecimiento de plantaciones. Sin embargo, sigue habiendo un déficit en lo relativo a información cuantitativa sobre crecimiento, desarrollo y rendimiento de la especie, tanto en masas naturales como en plantaciones. La evaluación del crecimiento de la altura total y del diámetro podrían resultar sustantivos en la elaboración de estudios de predicción del aumento del volumen maderable a través del tiempo, derivado de la utilización de insumos y tecnología. De ahí la importancia de evaluar el crecimiento temprano del cedro en meses posteriores inmediatos al establecimiento definitivo en campo, en función de la aplicación de riego, fertilizante e insecticida.

En este contexto, se realizó la presente investigación, cuya finalidad fue encontrar prácticas de manejo de las plantaciones de cedro que permitan incidir en la conservación de la calidad de la madera, aumentar los rendimientos por unidad de superficie plantada y acortar el tiempo transcurrido desde la plantación hasta la cosecha, así como formar parte de un control integrado que modifique la severidad de los ataques de *Hypsipyla grandella*, principal plaga de esta meliácea, en plantaciones homogéneas. Así, el objetivo fue evaluar el crecimiento del cedro (*C. odorata*) en etapa juvenil bajo riego,

fertilización y aplicación de insecticida y su relación con la incidencia de esta plaga.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló de abril a de septiembre de 2008 en una plantación de cedro de 10 meses de edad plantada en marco real de 3x3 m, con una densidad de 1100 plantas/ha, localizada en el municipio de Cárdenas, Tabasco (18°01'N, 93°03' W). El clima en la zona es tropical cálido-húmedo con lluvias en verano, con una temperatura media anual de 26.7°C y mínima de 23°C, la precipitación y evaporación promedio anual es de 2240.3 y 1400 mm respectivamente. El suelo es un Vertisol gleyi-estagnico (Salgado *et al*, 2008).

Considerando los factores riego, fertilizante e insecticida se empleó un diseño factorial de la serie 2^k, con una repetición simple, es decir, cuando k=3 (Hinkelmann y Kempthorne, 1994; Martínez y Martínez, 1996; Rodríguez, 1997), de modo que se obtuvieron y evaluaron los siguientes tratamientos:

1. Plantas sin riego, sin fertilizante, sin insecticida
2. Plantas con riego, sin fertilizante, sin insecticida
3. Plantas sin riego, con fertilizante, sin insecticida
4. Plantas con riego, con fertilizante, sin insecticida
5. Plantas sin riego, sin fertilizante, con insecticida
6. Plantas con riego, sin fertilizante, con insecticida
7. Plantas sin riego, con fertilizante, con insecticida
8. Plantas con riego, con fertilizante, con insecticida.

El orden de ellos, y para efectos del análisis estadístico, las 2³ combinaciones de tratamientos generados se representan

simbólicamente de acuerdo con el orden de Yates:

T ₁ . A ₀ F ₀ I ₀	T ₅ . A ₀ F ₀ I ₁
T ₂ . A ₁ F ₀ I ₀	T ₆ . A ₁ F ₀ I ₁
T ₃ . A ₀ F ₁ I ₀	T ₇ . A ₀ F ₁ I ₁
T ₄ . A ₁ F ₁ I ₀	T ₈ . A ₁ F ₁ I ₁

Dónde:

T_{1...8}: Número de tratamiento

A: Agua

F: Fertilizante

I: Insecticida

Subíndices 0,1: Denotan los dos niveles de estudio (sin y con).

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con tres repeticiones (Rodríguez, 1997), considerándose nueve plantas en cada tratamiento. Los factores considerados se aplicaron de la siguiente manera:

Factor riego (A). Se aplicó un volumen de agua de 6.8 litros por planta tratada; la estimación del volumen de agua aplicada se hizo de acuerdo a la fórmula propuesta por Camacho (2004), en la que se integran una serie de elementos adicionales (Ángeles, 2002) de carácter climático (Cadahída, 2005); así como las consideraciones y valores obtenidos por Palma (1985) para el tipo de suelo en cuestión:

$$LR = \frac{(CC - PMP) * Da * Pr}{100}$$

Donde:

LR: Lámina de riego

CC: Capacidad de campo

PMP: Punto de marchitez permanente

Da: Densidad aparente

Pr: Profundidad radicular

La aplicación de agua se hizo de manera directa en la base de la planta utilizando cubetas graduadas, en cada una de las fechas correspondientes a intervalos de cuatro días entre una y otra aplicación.

Factor fertilizante (B). Por las condiciones de clima y suelo en la zona, se

realizó una sola aplicación de fertilizante, inmediatamente después de la siembra, consistente en 50 g de mezcla de triple 17 y cloruro de potasio, de tal manera que la fórmula quedó balanceada en 17-17-60. La aplicación de fertilizante se realizó a tres golpes por planta tratada, en forma de triángulo y a 10-12 cm equidistantes del tronco de la misma (PNUD, 1997; Lotschert, 1995).

Factor insecticida (C). Se aplicó el insecticida sistémico carbofurán granulado al 5%. Se aplicaron 12 gramos por planta a intervalos de 30 días entre cada aplicación. Ésta se realizó a tres golpes por planta en forma de triángulo equidistantes a 10-12 cm de la misma.

El efecto de los tratamientos se evaluó considerando los siguientes criterios:

1. Altura de las plantas
2. Diámetro del tronco
3. Número de plantas barrenadas por la plaga.

La evaluación de la altura y diámetro del tronco de las plantas se realizó cada dos semanas. La altura de las plantas se consideró desde la base del tronco hasta el ápice del brote principal. El diámetro de las mismas se midió a los 15 cm de la base del tronco. Para el caso de barrenaciones se

realizaron revisiones semanales revisando a detalle el brote de cada una de las plantas. Se considera como planta barrenada aquella que presente una perforación en el brote, lo cual se detecta por la presencia de aserrín fresco acumulado por la larva en el exterior de la galería.

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y comparación de medias por la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) mediante el programa SAS 9.1. Versión en Español.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se presentan en tablas para cada una de las variables evaluadas en el orden: Riego, fertilizante e insecticida. En ellas se contemplan los niveles evaluados (con y sin), sus medias (expresadas en centímetros) y su valor diferencial estadístico denotado por A o B.

Riego

Los resultados de la evaluación del efecto de la aplicación de riego de auxilio, se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Significancia estadística de las medias para la variable riego, con dos niveles de aplicación, en el cultivo del cedro.

Riego/nivel	Altura promedio (cm)	Diámetro promedio (cm)
Con riego	34.58 A \pm 3.41	0.78 A \pm 0.09
Sin riego	31.60 A \pm 3.41	0.68 B \pm 0.09
C.V.	10.33	12.34
P > F	0.050*	0.016*
DSM	2.994	0.078

*Significativa. Medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey, $P > 0.05$)

Para el caso de la variable altura, aún cuando existe diferencia numérica entre la media de los tratamientos que recibieron riego y la media de aquellos que no lo recibieron (T2-T4-T6-T8 Vs T1-T3-T5-T7),

estadísticamente no fueron diferentes, debido a que el valor de la Diferencia Significativa Mínima (DSM) es de 2.99. Sin embargo; cuando observamos el comportamiento del diámetro encontramos

resultados diferentes, según se aprecia en la Tabla 1. Mientras que el valor de la media del diámetro para los tratamientos que no recibieron riego de auxilio se mantuvo en 0.68 cm, para los tratamientos que si lo recibieron el valor promedio del diámetro tuvo un aumento superior al valor de la DSM (0.078), para ubicarse en 0.78 cm. Es decir;

la aplicación de riego influye solamente en el diámetro, en donde el aumento es del orden de 14% con respecto a aquellos tratamientos que no lo recibieron.

Fertilizante

La Tabla 2 muestra los resultados derivados de la aplicación de fertilizante.

Tabla 2. Significancia estadística de las medias para la variable fertilizante con dos niveles de aplicación en el cultivo del cedro.

Fertilizante/nivel	Altura promedio (cm)	Diámetro promedio (cm)
Con fertilizante	40.626 A ± 3.41	0.900 A ± 0.09
Sin fertilizante	25.565 B ± 3.41	0.560 B ± 0.09
C.V.	10.33	12.34
P > F	<.0001**	<.0001**
DSM	2.994	0.078

**Altamente significativa. Medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey, P> 0.05)

El bajo coeficiente de variación, tanto para altura (10.33), como para diámetro (12.34), da confianza respecto del planteamiento y desarrollo estadístico de la investigación. Adicionalmente, el índice altamente significativo (<.0001) que comparten ambas variables de estudio permite afirmar que, para este trabajo y bajo las condiciones ambientales específicas y de manejo en que se desarrolló, la aplicación de fertilizante (50 g de la fórmula 17-17-60/planta) tiene un efecto directo en el aumento de la altura total de la planta, así como de su diámetro. Los aumentos fueron del 58.92% y 60.71%, respectivamente en altura y diámetro en los tratamientos a los que se le aplicó fertilizante en contraste con los que no se les aplicó. Para el caso de altura, la diferencia entre la media de los tratamientos que recibieron fertilizante y los que no lo recibieron es de cinco veces la Diferencia Significativa Mínima (2.994). En

el caso del diámetro la brecha entre ambas medias se reduce ligeramente, al alcanzar 4.35 veces la DSM (0.078). Inclusive, la aplicación de fertilizante tiende a homogeneizar la altura de las plantas tratadas al mostrar en el experimento una Desviación Estándar ligeramente mayor a los tres centímetros (± 3.419); valor que representa el 8.1% de la media de los tratamientos con fertilizante (40.626 cm) (Tabla 2).

Insecticida

Contrariamente a lo que se podría esperar, la aplicación de insecticida tiene un peso estadístico significativo para al menos una de nuestras variables en estudio; en este caso la altura total de las plantas. Existe una diferencia estadística entre las medias de los tratamientos que recibieron pesticida y los que no, equivalente a 3.34 cm (1.11 veces la DSM) (Tabla 3).

Tabla 3. Significancia estadística de las medias para la variable insecticida, con dos categorías de aplicación, en el cultivo del cedro.

Insecticida/nivel	Altura promedio (cm)	Diámetro promedio (cm)
Con insecticida	34.76 A \pm 3.41	0.761 A \pm 0.09
Sin insecticida	31.42 B \pm 3.41	0.698 A \pm 0.09
C.V.	10.33	12.34
P > F	0.0314*	0.1071
DSM	2.994	0.078

*Significativa. Medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey, $P > 0.05$)

Para la variable diámetro no existe diferencia estadística alguna, lo que se confirma a partir de su no significancia estadística determinada por $P > F = 0.107$. Aritméticamente la diferencia entre la media de los tratamientos que recibieron insecticida contrastada con la media de aquellos tratamientos que no recibieron, es de 0.063 cm; lo que representa un valor por debajo de

0.078 cm, que es el equivalente de la DSM; al cual mínimamente debería de equipararse para ser estadísticamente diferente.

En la Tabla 4 se aprecia el valor de $P > F$ para las diferentes interacciones (de dos o más de los factores evaluados) que resultan de las combinaciones posibles del experimento factorial (2^3).

Tabla 4. Valores de $P > F$ para las interacciones de los factores riego, fertilizante e insecticida aplicados en un DBCA (factorial 2^3) y $\alpha = 0.05$, en el cultivo de cedro.

Fuente de variación/interacciones	$P > F$ altura	$P > F$ diámetro
Bloques	0.0060**	0.4267
Riego * Fertilizante	0.0029**	0.0040**
Riego * Insecticida	0.1287	0.1955
Fertilizante * Insecticida	0.0288*	0.0199*
Riego * Fertilizante * Insecticida	0.4235	0.3357

*Significativa

**Altamente significativa

Lo anterior indica que el valor de $P > F$ es totalmente desigual para altura y diámetro por efecto de bloques, ya que este es altamente significativo para altura (0.0060), en tanto que para diámetro no alcanza a ser estadísticamente significativo (0.4267, con $\alpha = 0.05$). Es decir, para efectos del experimento, daría lo mismo bloquear que no hacerlo, en lo referente a diámetro. La segunda es que: el valor de $P > F$ para la interacción de los tres factores considerados en el experimento (riego, fertilizante e insecticida) está muy por debajo del 95% de precisión ($\alpha = 0.05$) en ambas variables

(altura y diámetro), el cual es de 0.4235 y 0.3357 respectivamente. Es decir, con una precisión de al menos el 95% se puede afirmar que el aumento de altura total y diámetro de las plantas de cedro para este experimento no se debe a la incidencia simultánea de riego, fertilizante e insecticida en las mismas (aunque es el tratamiento que mostró la media más alta). Indudablemente que la aplicación de fertilizante es determinante ($P > F$ altura: $< .0001$ y $P > F$ diámetro: $< .0001$) para el buen desarrollo de altura y diámetro (aumenta 58.92 % y 60.71%, respectivamente, contrastado con la

no aplicación), pero su efecto es independiente de si se aplica combinado con otros factores o no. Dicho de otra forma, no existe una potenciación del efecto de los factores cuando estos se combinan entre sí.

El efecto del riego y del insecticida sobre las variables evaluadas es similar al

del fertilizante, cuando actúan combinados entre sí.

En la Tabla 5 se presenta el resultado del análisis estadístico para los tratamientos evaluados. Se aprecia la ventaja con respecto al crecimiento en altura que trae consigo la aplicación de fertilizante en el cultivo.

Tabla 5. Significancia estadística de las medias de los tratamientos en función de la variable altura.

Tratamiento	Media (cm)
T ₁ . (Sin riego, sin fertilizante, sin insecticida)	27.16 C
T ₂ . (Con riego, sin fertilizante, sin insecticida)	24.03 D
T ₃ . (Sin riego, con fertilizante, sin insecticida)	34.96 CB
T ₄ . (Con riego, con fertilizante, sin insecticida)	39.55 B
T ₅ . (Sin riego, sin fertilizante, con insecticida)	25.99 CD
T ₆ . (Con riego, sin fertilizante, con insecticida)	25.07 D
T ₇ . (Sin riego, con fertilizante, con insecticida)	38.29 B
T ₈ . (Con riego, con fertilizante, con insecticida)	49.69 A
C.V.	10.33
P > F Bloques	0.0060**
P > F Tratamientos	<0.0001**
DSM	9.852

** Altamente significativa

El tratamiento que mostró el segundo mejor crecimiento fue T₄ (con riego, con fertilizante, sin insecticida) con una media absoluta de 39.55 cm; 10.14 centímetros menos que T₈. Si consideramos que la DSM es de 9.85, entonces se tiene que T₄ es estadísticamente diferente a T₈. Por su parte T₇ (media = 38.29 cm) es un tratamiento estadísticamente igual a T₄.

La significancia estadística de las medias de los tratamientos de la variable diámetro se presenta en la Tabla 6. Resalta el hecho de que el valor de P>F para bloques no es significativo (0.426), en tanto que para tratamientos es altamente significativo (P>F < 0.0001); es decir, no existe efecto de bloques.

De acuerdo a la información mostrada por cada una de las tablas, podemos inferir que el mejor tratamiento, en función de su aumento en altura total y diámetro es T₈ (con riego, con fertilizante, con insecticida), seguido por el T₄ (estadísticamente diferente de T₈), T₇ (sin riego, con fertilizante, con insecticida) y T₃ (sin riego, con fertilizante, sin insecticida). Se aprecia con claridad y precisión que el factor más importante en el crecimiento del cedro (*Cedrela odorata* L) es el fertilizante (presente en T₈, T₄, T₇ y T₃); mientras que el riego tiene una influencia mínima (P>F: altura= 0.050 y diámetro= 0.016), apenas por encima de la DSM (0.078 cm).

No se registraron daños de *H. grandella* en ninguno de los tratamientos,

incluyendo aquellos que no contemplaron la aplicación de insecticida, y se desconocen las causas de ello, pues las plantas se encontraban en estado susceptible para ser atacadas por la plaga. Posiblemente la ausencia de ella se debió a una baja densidad poblacional aunada a una situación de azar,

en la que las plantas sin insecticida no fueron atacadas. Por el contrario, tal vez se presentó en plantas tratadas con carbofurán y debido a la alta toxicidad y persistencia de este producto (por su formulación granulada) la plaga en estado larval no logró colonizar las plantas.

Tabla 6. Significancia estadística de las medias de los tratamientos en función de la variable diámetro.

Tratamiento	Media (cm)
T ₁ . (Sin riego, sin fertilizante, sin insecticida)	0.596 CD
T ₂ . (Con riego, sin fertilizante, sin insecticida)	0.556 D
T ₃ . (Sin riego, con fertilizante, sin insecticida)	0.750 BCD
T ₄ . (Con riego, con fertilizante, sin insecticida)	0.890 BC
T ₅ . (Sin riego, sin fertilizante, con insecticida)	0.550 D
T ₆ . (Con riego, sin fertilizante, con insecticida)	0.536 D
T ₇ . (Sin riego, con fertilizante, con insecticida)	0.823 BC
T ₈ . (Con riego, con fertilizante, con insecticida)	1.136 A
Media	0.730
C.V.	12.341
P > F Bloques	0.426
P > F Tratamientos	<0.0001**
DSM	0.259

** Altamente significativo

CONCLUSIONES

-El factor independiente que más influyó en el rápido crecimiento y desarrollo de las plantas de cedro es la fertilización.

-El factor riego, por sí solo, no es determinante para el aumento de la altura total y del diámetro en las plantas de cedro, en el período inmediato posterior al establecimiento definitivo de la plantación en campo.

-No existe efecto de potenciación de los factores evaluados al actuar estos de manera conjunta en el crecimiento de las plantas.

-No se verificaron daños por *H. grandella* en ninguno de los tratamientos.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- ÁNGELES, M.V. 2002. **Diseño agronómico de sistemas de riego presurizado (aspersión, microaspersión y goteo)**. Texcoco: Universidad Autónoma Chapingo. 167 p.
- CADAHÍDA, L.C., EYMAR, A.E., LUCENA, M.J.J., PASTOR, M.C., MARTÍN, R.I., YÁÑEZ, B.F. y LEGAZ, P.F. 2005. **Fertirrigación. Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales**. Mundi-Prensa. Madrid. 682 p.
- CAMACHO, C.W., RIVERO, B.N. y VÁZQUEZ, N.C.J. 2004. **Sistemas de riego para el trópico húmedo**. ISPROTAB-Colegio de Postgraduados-dgeta.Tabasco. 62 p.

- CONAFOR, 2005, Anexos 1-3 de la Propuesta Técnica Forestal Ambiental del PRODEPLAN. México D.F. 87 p.
- HINKELMANN, K. y KEMPTHORNE, O. 1994. **Design and Analysis of Experiments. V. I. John Wiley & Sons. New York.** 498 p.
- LOTSCHERT, W. 1995. La vegetación de El Salvador. Comunicaciones del Instituto Tropical de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador. IV.3.4. San Salvador. 176 p.
- MARTÍNEZ, G.A. y MARTÍNEZ, D.M.A. 1996. Diseño de experimentos con fertilizantes. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C.- Colegio de Postgraduados. Texcoco. 155 p.
- MASERA, O. R. 2007. Deforestación y Degradación Forestal en México. UNAM. México, D.F. Consultado en: www.union.org.mx/guía/actividadesyagravios/deforestacionenmexico.htm.
- PALMA, L.D.J. 1985. **Correlación de las series de suelos del estado de Tabasco.** Colegio Superior de Agricultura Tropical. Tabasco. 275 p.
- PNUD. 1997. Propuesta para un plan nacional de reforestación. FAO. Roma. 166 p.
- RAMÍREZ, M.H. y ZEPEDA, M.B. 1994. Rendimientos maderables de especies forestales; actualidades en México. *In:* IV Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. INIFAP. México, D.F. 134p.
- RODRÍGUEZ, P.M.A. 1997. Experimentación con cultivos tropicales perennes. AGT Editor. México D.F. 381 p.
- SALGADO-GARCÍA, S., PALMA-LÓPEZ, D.J., ZAVALA-CRUZ, J., LAGUNES-ESPINOSA, L.C, CASTELÁN-ESTRADA, M., ORTÍZ-GARCÍA, C.F. JUÁREZ-LÓPEZ, J.F. RUÍZ, R.O., ARMIDA, A.L., y RINCÓN-RAMÍREZ, J.A. 2008. Sistema integrado para recomendar dosis de fertilizantes en caña de azúcar (SIRDF): Colegio de Postgraduados. Tabasco. 81p.