

EVALUACIÓN DE MATERIALES ÉLITE DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) EN MORELOS

Edwin J. Barrios Gómez^{1§}; Alfredo Zamarripa Colmenero²; Jaime Canul Ku¹; Marian G. Hernández Arenas¹; Noé Alarcón Cruz³; Víctor H. Chepetla Calderón³

¹Campo Experimental Zacatepec, INIFAP, Zacatepec, Morelos. ²Campo Experimental Rosario Izapa, INIFAP, Chiapas. ³Campo Experimental Iguala, INIFAP, Guerrero. §Autor responsable: barrios.edwin@inifap.gob.mx

Recibido: Noviembre 14, 2013; Aceptado: Junio 31, 2013

RESUMEN

El alto costo de los derivados del petróleo y la contaminación, ha generado interés para producir y usar combustibles alternativos como el biodiesel. Con este propósito el INIFAP ha colectado en México materiales de higuierilla (*Ricinus communis* L.). El objetivo del trabajo fue evaluar el comportamiento agronómico de materiales élite de higuierilla en Morelos. En un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, se evaluaron 16 materiales (T), en 2009. La siembra fue directa, separación entre plantas de 1.5 y entre surcos de 3 m. El análisis estadístico mostro diferencias altamente significativas para todas las variables analizadas. La floración de materiales precoces fue a 40 días después de la siembra (dds) para la T10 y 45 dds para la T11. Los más tardíos fueron T14 y T15 a los 72 dds. La T8 presentó los valores más altos en altura de planta (4 m) y diámetro

de tallo (8.3 cm), por el contrario la T10 mostró los valores más bajos 2.3 m y 4.1 m, respectivamente. La cosecha en madurez fisiológica, para el primer racimo fue con la T10 a los 130 dds, los más tardíos fueron T14 y T15 a los 162 dds. El material T1 presentó frutos más anchos y de mayor longitud de 2.7 y 2.8 cm y semillas 1.9 y 1.4 cm, respectivamente. El periodo de cosecha fue de 113 días, con pico más alto de los 52 a 72 días de iniciada. El peso de semilla por planta la T1 obtuvo el mayor peso con 922 g, por el contrario la de menor peso fue T12 con 197 g de semilla por planta. Es notorio destacar que el material T1 fue la de mayor peso de semilla y de fruto, además fue la que mostró el mayor largo y ancho de fruto y de semilla.

Palabras clave: Caracteres morfológicos, componentes de rendimiento, diversidad.

INTRODUCCIÓN

El alto costo de los derivados del petróleo, escasos y contaminación que han causado al planeta, ha generado interés por producir y usar combustibles alternativos como el biodiesel. Por tal motivo se ha optado por buscar derivados que puedan ser usados para este fin, una de la especie de gran interés a estudiar es la higuierilla (*Ricinus communis* L.).

La higuierilla, también llamada palma cristi, castor, higuera infernal, tertago, higuereita o ricino, es un arbusto que crece de manera silvestre en la mayor parte de las regiones tropicales, áridas y semiáridas del mundo (Govaerts *et al.*, 2000). Más de 95% de la producción de higuierilla en el mundo está concentrada en India, China y Brasil (Sailaja *et al.*, 2008). La tolerancia a sequía y su amplia adaptación en los diferentes climas del planeta, son dos de las principales ventajas del cultivo de higuierilla (Weiss, 1983). Sus semillas son venenosas, por la cual no son consumidas directamente, sino que son prensadas y sometidas a extracción por solventes para obtener aceite y torta.

El aceite no es considerado normalmente como comestible; sin embargo, posee múltiples usos: Refinado tiene uso farmacéutico, en bruto se usa como emulsificante para desinfectantes del hogar, industria y pesticidas, modificado se emplea como aceite hidráulico, disolvente de pinturas, impregnación de tintura para textiles y cuero, fusión de ceras naturales y químicas, así como en la fabricación de polímeros. Uno de los usos más importantes del aceite de ricino, es que presenta gran densidad y conserva su viscosidad a diferentes temperaturas y sólo se congela a los -10 °C (Lascarro, 2005; Durham y Wood, 2002; Ramírez, 2006; Jeong *et al.*, 2009). Niembro (1990) menciona que la planta tiene diversos usos al menos 700 aplicaciones como: los tallos pueden ser utilizados para la fabricación de papel, pero las semillas son las más importantes económicamente se extrae el aceite de ricino o de castor que se utiliza como purgante, también como lubricante técnico importante, además para la manufacturación de jabones, tinturas, plásticos, fungicidas, *shampoo*, entre otros.

La torta de higuierilla no se utiliza como alimento animal debido a la presencia de toxinas y sustancias alergénicas. Su empleo se limita especialmente en aplicaciones de fertilizantes orgánicos (Arango, 1990); en total se utiliza en más de 180 productos (Navas, 2008). De acuerdo a lo anterior higuierilla es una especie de muchos usos, de allí su importancia en la evaluación de materiales silvestres en diferentes partes del mundo y, desde luego, en nuestro país (Grajales *et al.*, 2009; Avendaño *et al.*, 2009; Goytia-Jiménez *et al.*, 2011) para conocer en un principio la variabilidad existente en una región, zona o país; de estas evaluaciones, el siguiente paso es el de seleccionar lo mejor por características de importancia agronómica o industrial, lo que da cabida a la conjunción de materiales núcleo o élite.

Este tipo de materiales son los que en una evaluación subsecuentes pueden llegar a ser propuestos como promisorios para una región, si cuenta con los atributos de baja estabilidad para un lugar o alta estabilidad o que no tenga interacción con el ambiente, lo que podría conducir a que pueda ser promisorio para un región más grande no país. Con este propósito el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ha colectado en nuestro país materiales de higuierilla que puedan ser usados en un futuro cercano para estos fines. El objetivo del presente trabajo fue evaluar en campo el comportamiento agronómico de materiales élite de higuierilla en el estado de Morelos.

MATERIALES Y METODOS

Localización del experimento

El presente trabajo se realizó en el Campo Experimental Zacatepec del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en el km. 0.5 de la carretera Zacatepec-Galeana, a los 18°39'16" N y 99°11'54.7" O y 911.8 m de altura. Presenta un clima Aw₀, que es un cálido subhúmedo (García, 1981), con lluvias en verano, donde la precipitación promedio anual es de 800 mm y temperatura promedio anual de 24 °C.

Establecimiento del cultivo

El presente experimento, que constó de 16 materiales (T) élites de higuierilla, se estableció en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, cada repetición con seis plantas. Estos se sembraron el 26 de Noviembre de 2009 de forma directa en campo, poniendo dos semillas por puesta o mata con separación entre plantas de 1.5 m y entre surcos de 3 m.

Manejo

La emergencia inició a los siete días después de la siembra (dds). Se realizó un riego de auxilio al inicio del establecimiento del cultivo, 20 de diciembre de 2009 (24 dds). Soares y Souza (2006) mencionan que la época adecuada de siembra es un factor fundamental; cuando la humedad y la temperatura no satisfacen los requerimientos del cultivo, pueden ocurrir pérdidas importantes, como por ejemplo pudrición en las inflorescencias hasta el 60% por exceso de humedad. Con el riego se realizó una fertilización con la fórmula triple 17 (N-P-K). Posteriormente, el desarrollo de las plantas se

dejó a merced de la precipitación pluvial. Se aclareo a los 56 dds eliminando plantas con el fin de dejar una sola por mata. En cuanto a los deshierbes se realizaron cada 15 días, tres después de la siembra y antes de la primera cosecha; posteriormente, el sombreado de plantas de higuierilla redujo el crecimiento de malezas.

Floración

Esta variable se atendió en las flores masculinas, al registrar la fecha de liberación de polen.

Cosecha

La cosecha se realizó cuando la madurez fisiológica del fruto fue de un 30%, teniendo un color café oscuro, con ello considerando las plantas con problemas de dehiscencia para evitar el desgrane en campo. Se contaron el número de racimos por planta (NR), así como el número de frutos por racimo (NF). El manejo poscosecha consistió en que los frutos recolectados de cada muestra se pusieron a secar bajo sol, en la intemperie durante tres a cinco días, según la maduración que estos presentaban. Posteriormente, se midió el ancho (AF, cm) y largo de fruto (LF, cm) y ancho (AS, cm) y largo de semilla (LS, cm), tomando una muestra de 10 frutos por material. También se evaluó el peso de 100 semillas (P100S, g). Además, se registró el peso total de semilla (PS, g) y de fruto por planta (PF, g).

Posterior a la cosecha se midió altura de planta (AP, cm) y diámetro de tallo (DT, cm), así como el recuento de brotes laterales de cada planta (NB).

Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico de varianza en bloques al azar utilizando el programa SAS (2006) y la

prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la comparación de medias entre los genotipos.

RESULTADOS Y DISCUSION

El inicio de la emergencia de la mayoría de los materiales fue a los 7 días después de la siembra (dds), aunque algunos de los genotipos como la T6, T11, T13 tuvieron problemas de germinación, por lo que se tuvo que realizar una resiembra de estos 14 dds.

Altura de planta, diámetro de tallo y número de brotes laterales

El análisis de varianza mostró diferencias estadísticas altamente significativas ($p \leq 0.01$) para altura de planta, diámetro de tallo y número de brotes laterales. Así, para altura de planta se tuvo un promedio de 3.1 m y coeficiente de variación (CV, %) de 16.6 (Cuadro 1). El CV indica la variabilidad existente en una determinada variable evaluada y su interacción con el ambiente (interacción Genotipo-Ambiente); para el diámetro de tallo se obtuvo un promedio de 6.4 cm y un CV de 22.6; y para el número de brotes laterales el promedio fue de

7 con un CV de 38.0. La T8 obtuvo los mayores valores en altura de planta con 4 m y diámetro de tallo de 8.3 cm, seguida por la T11 con 3.4 m y diámetro de tallo de 8.3 cm; por el contrario la T10 mostró los valores más bajos para altura de planta con 2.3 m y 4.1 cm de diámetro de tallo, en comparación con los demás materiales. En cuanto al número de brotes laterales la T11 y T6 presentaron el mayor número con 9 y la que menor número de brotes presentó fue la T4 con 4.

En una evaluación en Brasil, Soares *et al.* (2006) con la variedad BRS Nordestina a una dosis fertilización de entre 0, 25, 50 y 100 kg ha⁻¹, obtuvieron en altura de planta, 2.0, 2.6, 2.6 y 2.3 m, estas alturas son aun menores de los materiales que en el presente trabajo se evaluaron, posiblemente al ambiente y la mejora que han realizado en esta variedad, para minimizar su problemática en el manejo.

Cuadro 1. Promedio de altura de planta, diámetro de tallo, número de brotes laterales, en promedio por planta en 16 materiales élite de higuera evaluados en Zacatepec, Morelos. 2009-2010.

Colecta	Altura de planta (m)	Diámetro de tallo (cm)	Número de brotes
T1 (C1)	3.2	6.6	6.9
T2 (C3)	3.1	6.6	7.0
T3 (C10)	3.3	7.3	8.3
T4 (C19)	2.9	5.0	4.0
T5 (C26)	3.3	7.2	8.5
T6 (C29)	3.4	6.6	8.7
T7 (C39)	3.2	7.0	8.7
T8 (C230)	4.0	8.3	7.1
T9 (C231)	2.8	5.4	7.3
T10 (C234)	2.3	4.1	5.8
T11 (C270)	3.4	8.3	9.3
T12 (C271)	2.8	5.7	5.6
T13 (C272)	2.8	5.6	6.5
T14 (C273)	2.9	6.0	7.8
T15 (C274)	3.2	7.0	8.6
T16 (C275)	2.7	5.9	4.9
DHS ($p \leq 0.05$)	0.6	1.6	3.1
CV (%)	16.6	22.6	38.0
Promedio	3.1	6.4	7.2

DHS=Diferencia honesta significativa de Tukey ($p \leq 0.5$); CV=Coeficiente de variación.

Días a floración y madurez fisiológica

La siembra de los materiales de este experimento se inició al final de la temporada de lluvias, debido a que es una especie en la que se tiene muchos problemas por la alta humedad, por enfermedades principalmente, así como también su crecimiento es más vigoroso. Con la siembra tardía se trató de evadir estos problemas; sin embargo, por la falta reducida de humedad se realizó un riego de auxilio y una fertilización, con Triple 17 (N-P-K), lo que provocó un crecimiento demasiado vigoroso, como se observó en las variables de diámetro y altura de planta. El análisis estadístico de varianza mostró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) para estas variables fenológicas evaluadas. La floración inició con los materiales más precoces, a los 40 dds para T10 y 45 dds para T11; mientras que, los materiales más tardíos fueron T14 y T15 a los 72 dds. La cosecha de frutos se realizó en madurez fisiológica (cuando un 30% de los frutos presentaban el color café oscuro característico del material), para T10 el primer racimo fue a los 130 dds y a los 138 para T5, T6, T7, T9, T12 y T13, por último los materiales más tardíos fueron T14 y T15 a los 162 dds.

Cosecha

Al momento de la cosecha se detectó que algunos materiales fueron susceptibles al desgrane o dehiscentes, ya que al llegar a la madurez fisiológica, la capsula que contiene a la semilla se revienta y salen dispersos a gran velocidad, dependiendo del genotipo (Hocking, 1982). Bajo esta premisa al momento de la cosecha se realizó una escala de clasificación, los que mantienen la semilla o no la diseminan al momento de la madurez, llamadas indehiscentes, los materiales que tienen cierta resistencia a la diseminación llamados medianamente indehiscentes y los que no mantienen las semillas y la diseminan fácilmente, llamados dehiscentes. Así, los materiales que presentaron indehiscencia fueron T2, T3, T4, T6, T9, T10, T13, T14, T15; los medianamente indehiscentes T1, T5, T12; y los dehiscentes T7, T8, T11, T16 por lo que para estas últimas se cosecharon de acuerdo a lo recomendado en la literatura con un 20 o 30 % de madurez del total de frutos para evitar el desgrane en campo. El periodo de cosecha se extendió alrededor de 114 días, comenzando el 9 de febrero y terminando el 2 de junio de 2010, el 95% de la cosecha de racimos se logró a los 104 días de haber iniciado la cosecha, el máximo pico de cosecha fue entre los 52 a los 72 días de haberse iniciado (Figura 1). Moshkin (1986) menciona que el periodo de fructificación se incrementa en genotipos

con mayor número de ramas, lo cual se observó en los materiales estudiados, ya que la mayoría de estos produjeron un alto número de ramas. La sucesivas generaciones de ramas y racimos en la planta causaron la existencia de racimos con frutos maduros, Inmaduros y floreciendo, por lo tanto el periodo de fructificación y de cosecha se hace más largo (Baldanzi *et al.*, 2002).

Rendimiento de semilla y sus componentes

Largo y ancho, de fruto y semilla

El análisis estadístico de varianza mostró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) para largo y ancho de fruto y de semilla; siendo en promedio para fruto de 2.08 y 2.14 cm de largo y ancho; y para semilla de 1.5 y 1.05 cm de largo y ancho, respectivamente (Cuadro 2). El coeficiente de variación para largo y ancho de fruto fue de 10.3 y 12.6 y el de semilla fue de 10.5 y 13.2 para largo y ancho, respectivamente. La variedad T1 presentó frutos más anchos y de mayor longitud de 2.7 y 2.8 cm y semillas de mayor largo 1.9 y mayor ancho 1.4 cm, seguida por T15 con 2.6 cm de largo de fruto y 1.9 cm de largo de semilla. La T3 también mostró el mismo valor de ancho de fruto que la T1 2.8 cm y T3 2.7 cm; y la T15 tuvo el mismo ancho de semilla que la T1. Por el contrario la T8 mostró los menores valores de ancho de fruto de 1.7 cm y de largo de fruto de 1.7 cm y los más bajos valores de largo y ancho de semilla con 1.2 y 0.8 cm, respectivamente.

Peso de 100 semillas

Se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas para peso de 100 semillas. Esta variable fue la que mostró mayor diferencia entre las accesiones evaluadas, en el presente estudio se encontraron pesos de 23.4 a 93.0 g de 100 semillas y una media de 49.6 g. La variación entre pesos de semilla de los materiales evaluados (Cuadro 2), se podría deber a la influencia que tiene el ambiente sobre el desarrollo de las semillas, ya que las accesiones provienen de regiones con diferentes climas. Goytia-Jiménez *et al.* (2011) encontraron en 151 colectas provenientes de diferentes regiones agroecológicas del estado de Chiapas, pesos que variaron desde 7.0 g hasta 123.63 g por cada 100 semillas y una media general de 48.72 g para peso de 100 semilla.

Número de racimos, número de frutos, peso de frutos y peso de semilla total

El análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) para número de racimos, número

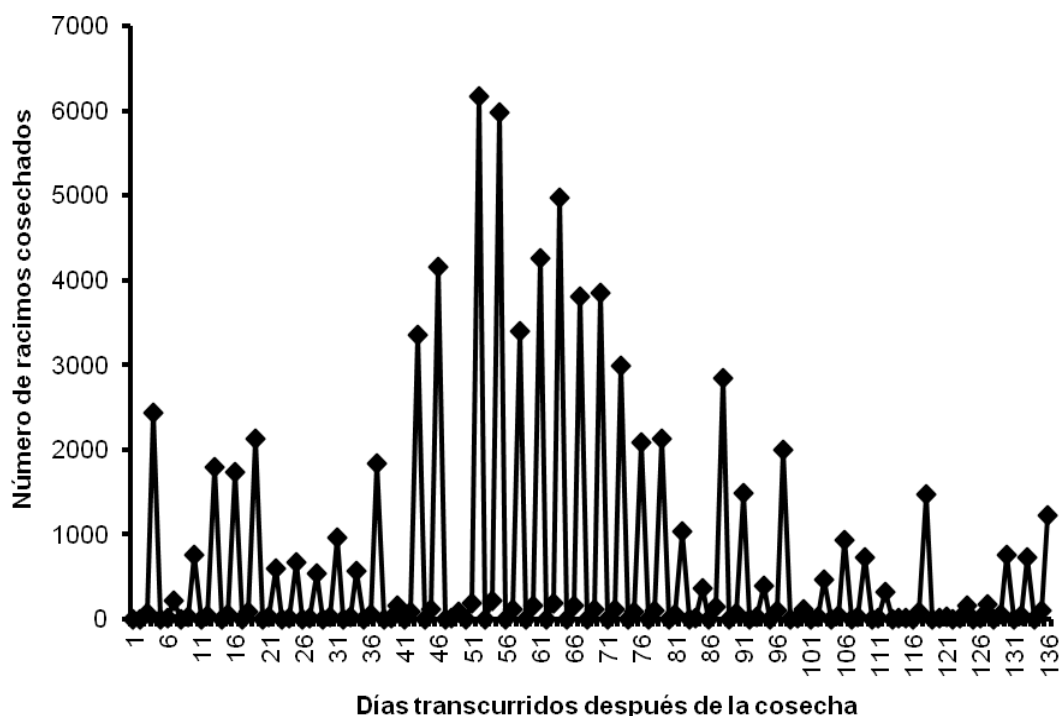


Figura 1. Número de racimos totales cortados en el periodo de cosecha en 16 materiales élite de higuera, evaluados en Zacatepec, Morelos, 2009-2010.

de frutos, peso total de frutos y peso total de semilla en promedio por planta. El promedio del número de racimos de todos los materiales fue de 11, el mayor lo presentó la T2 y T10 con 16 y el menor número lo obtuvo la T12 con 5 racimos (Cuadro 2). En número de frutos en promedio de todos los materiales fue de 306 por planta. El mayor número de frutos totales por planta lo obtuvo la T13 con 494, seguida por la T2 con 453; y la de menor número de frutos lo obtuvo la T11 con 206. En cuanto a peso total de frutos la T1 presentó el mayor valor con 1690 g, seguida por la T3 con 1297 g; por el contrario la T14 con 341 g mostró los menores

valores de peso de fruto, y el promedio de todos los materiales fue de 805 g por planta. En cuanto al peso total de semilla por planta se obtuvo un promedio de 457 g, siendo la T1 la que mostró el mayor peso con 922 g, seguida por T4 con 766 g; en cambio la de menor peso de semilla fue T12 con 197 g por planta. Evaluaciones de higuera en Cuba por Machado *et al.* (2012) mencionan un número de frutos por racimo que variaron entre 34 a 143, lo cual es mucho menor que lo encontrado en las colectas realizadas en el presente estudio.

CONCLUSIONES

En la evaluación de estos materiales, la colecta T1 fue la que presentó mayor peso de semilla y de fruto, además fue la que mostró el mayor largo y ancho de

fruto y de semilla; sin embargo, también se destaca la T4, el segundo mejor material en cuanto a peso de semilla.

Cuadro 2. Promedios de largo de fruto (LF), ancho de fruto (AF), largo de semilla (LS), ancho de semilla (AS), número de racimos (NR), número de frutos (NF), peso de 100 semillas (P100S), peso de semilla (PS), peso de frutos (PF), en 16 materiales élite de higuierilla evaluados en Zacatepec, Morelos, 2009-2010.

Colectas	LF (cm)	AF (cm)	LS (cm)	AS (cm)	NR	NF	P100S (g)	PS (g)	PF (g)
T1 (C1)	2.7	2.8	1.9	1.4	14.9	352.2	85.6	921.9	1689.8
T2 (C3)	2.1	2.2	1.4	1.0	16.1	453.2	55.6	475.6	848.3
T3 (C10)	2.5	2.7	1.8	1.4	15.7	371.5	93.0	748.8	1297.4
T4 (C19)	2.4	2.6	1.8	1.4	10.8	253.4	81.0	766.3	1264.1
T5 (C26)	2.2	2.3	1.5	1.0	10.3	319.4	59.8	484.9	878.6
T6 (C29)	2.0	2.1	1.4	1.0	8.5	256.1	43.0	350.8	495.5
T7 (C39)	1.7	1.7	1.2	0.8	10.4	343.8	27.4	414.4	752.1
T8 (C230)	1.7	1.7	1.2	0.8	8.8	292.9	23.4	246.2	343.3
T9 (C231)	2.0	1.8	1.3	1.0	9.8	223.5	33.2	331.7	491.3
T10 (C234)	2.0	1.8	1.4	0.9	16.0	221.0	35.4	395.6	548.3
T11 (C270)	1.8	2.0	1.2	0.9	6.2	206.2	36.4	697.4	1266.8
T12 (C271)	1.8	2.0	1.2	0.9	4.8	236.3	26.8	196.8	425.6
T13 (C272)	1.9	1.8	1.4	0.8	10.2	494.3	34.4	334.0	994.3
T14 (C273)	1.7	1.8	1.2	0.9	12.2	336.1	33.2	209.6	340.7
T15 (C274)	2.6	2.7	1.9	1.4	12.4	278.9	81.0	404.8	686.5
T16 (C275)	2.1	2.2	1.5	1.1	6.3	258.7	43.6	343.2	558.2
DHS (p≤0.05)	0.2	0.3	0.1	0.1	8.8	236.1	13.8	400.0	703.2
CV (%)	10.3	12.6	10.4	13.2	20.4	27.0	19.3	25.4	25.7
Promedio	2.1	2.1	1.5	1.0	10.8	306.1	49.6	45.76	805.0

DHS=Diferencia honesta significativa de Tukey (p≤0.05); CV=Coficiente de variación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arango MAP (1990). La higuierilla como alternativa de sombrío de zonas bajas. Tesis de Licenciatura. Tecnología agropecuaria. Armenia, Universidad del Quindío, Colombia. 71 p.
- Avendaño-Arrazate CH; Ruiz-Cruz PA; Grajales-Solis M; Bonilla-Solis J L; Martínez-Valencia BB; Cienfuegos-Pelaes RF; Zamarripa-Colmenero A (2009). Conservación y estudio de la diversidad genética de la Higuierilla (*Ricinus communis* L.) en México. 55 Reunión de la sociedad del PCCMCA, celebrado en San Francisco de Campeche, Campeche, México.
- Baldanzi M; Fambrini M; Pugliesi C (2002). Redesign of castorbean plant body plan for optimal combine harvesting. *Ann. Appl. Biol.* 142: 299-306.
- Durham S; Wood M (2002). Biodegradable oils from alternative crops. *Agricultural Research Magazine* 50(4): 22.
- Govaerts R; Frodin DG; Radcliffe-Smith A (2000). *World Checklist and Bibliography of Euphorbiaceae (with Pandaceae)*. Redwood Books Limited, Trowbridge, Wiltshire.
- Goytia-Jiménez MA; Gallegos-Goytia CH; Núñez-Colín CA (2011). Relación entre variables climáticas con la morfología y contenido de aceite de semillas de Higuierilla (*Ricinus communis* L.) de Chiapas. *Revista Chapingo* 17: 41-48.
- Grajales-Solis M; Ruiz-Cruz P; Zamarripa-Colmenero A (2009). Evaluación de rendimiento y características agronómicas de 20 colectas de Higuierilla (*Ricinus communis* L.) en la cuenca Cahocan del Soconusco Chiapas. 55 Reunión de la sociedad del PCCMCA, celebrado en San Francisco de Campeche, Campeche, México.
- Hocking PJ (1982). Accumulation and distribution of nutrients in fruits of Castor Bean (*Ricinus communis* L.). *Ann. Bot.* 49: 51-62.
- Jeong GT; Park DH (2009). Optimization of biodiesel production from castor oil using response surface methodology. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 156: 431-441.
- Lascarro JF (2005). Potencial del proceso y de la tecnología de biodiesel con oleaginosas. Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Asunción, Paraguay. 7 p.
- Ramírez E (2006). Abandono del campo Mexicano. *Revista Fortuna: Negocios y Finanzas* año IV número 44. Disponible en la página web: http://revistafortuna.com.mx/opciones/archivo/2006/septiembre/htm/Abandono_campo_mexicano.htm Consulta: 21 de mayo de 2012.
- Moshkin VA (1986). *Castor Kleshchevina*. Translated from Russian. Amerind Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi, pp. 43-54.
- Navas-Arboleda A; Cordoba O; Bran A; Macías F (2008). Higuierilla alternativa productiva, energética y agroindustrial para Colombia. Centro de Investigación la Selva-CORPOICA, Rionegro, Antioquia. Folleto técnico. Colombia.
- Niembro RA (1990). *Árboles y Arbustos de México*. México D.F. Editorial Herrero S.A. 161p.
- SAS Institute Inc. (2004). *SAS/STAT® 9.1 User's Guide*. Cary, NC: SAS Institute Inc. pp: 421-481.
- Sailaja M; Tarakeswari M; Sujatha M (2008). Stable genetic transformation of castor (*Ricinus communis* L.) via particle gun-mediated gene transfer using embryo axes from mature seeds. *Plant Cell Rep.* 27: 1509-1519.
- Soares-Severino L; de Souza Gondim TM (2006). Cursos sobre el Cultivo de Higuierilla. Embrapa. Bras.
- Weiss EA (1983). *Oilseed Crops*. Longman, New York, p. 660.