

EVALUATION OF HIGUERILLA COLLECTORS (*Ricinus communis* L.) FROM THE CENTRAL-NORTHERN ALTIPLANO OF MEXICO

EVALUACIÓN DE COLECTAS DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) DEL ALTIPLANO CENTRO-NORTE DE MÉXICO

García-Herrera, E.J.¹; Olivares-Ramírez, A.¹; Amante-Orozco, A.¹; Hernández-Ríos, I.¹;
Rössel-Kipping, E.D.¹; Pimentel-López, J.¹; Delgadillo-Ruiz, O.²; Gómez-González, A.^{1*}

¹Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí. Iturbide No. 73, Salinas de Hidalgo, SLP, México C. P. 78600. ²Cátedra CONACYT, Consorcio CENTROMET, Camino a los Olvera 4, Los Olvera, Corregidora, Querétaro, México. C. P. 76904.

*Autor para correspondencia: agomez@colpos.mx

ABSTRACT

Objective: To evaluate the morphology and phenology of a seed collection carried out in 20 sites, from the states of Aguascalientes, Jalisco, San Luis Potosí and Zacatecas.

Design/methodology/approach: The collections were established in a drip irrigation system to support their development, applying daily irrigations with a duration of 15 minutes each and using drippers of 4 L h⁻¹. The sowing was done in pots, after 52 days the transplant was done in the field, under an experimental design of randomized complete blocks. The height and number, width and length of the leaves were evaluated, the reproductive development was also characterized, the seed yield and its oil content were estimated.

Results: Based on seed production (g per plant), the best values were observed in the collections of Luis Moya (883.7), Encarnación de Díaz (536.1) and Francia Chica (456.2). The highest seed weight was for Salinas de Hidalgo with 1.57 g. As for the highest oil content (%) were Encarnación de Díaz (57.3) and Tepezalá (54.8); these also presented the highest values in height, number of leaves, leaf width and leaf length.

Limitations on study/implications: The collections present diversity in their morphological and physiological characteristics, for which it is necessary several years of field work to choose the best phenotypes.

Findings/conclusions: Outstanding are the collections of Luis Moya and Encarnación de Díaz for their production of seed and oil content.

Keywords: *Ricinus communis*, oil, bioenergetics, germplasm.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la morfología y fenología de una recolecta de semillas realizada en 20 sitios, de los estados de Aguascalientes, Jalisco, San Luis Potosí y Zacatecas.

Diseño/metodología/aproximación: Las colectas se establecieron en un sistema de riego por goteo para apoyar su desarrollo, aplicándose riegos diarios con una duración de 15 minutos cada uno y utilizando goteros de 4 L h⁻¹. La siembra se realizó en macetas, después de 52 días se hizo el trasplante en campo, bajo un diseño experimental de bloques completos al azar. Se evaluaron la altura y el número, ancho y largo de hojas, también se caracterizó el desarrollo reproductivo, se estimó el rendimiento de semilla y su contenido de aceite.

Resultados: Con base en la producción de semilla (g por planta), los mejores valores se observaron en las colectas de Luis Moya (883.7), Encarnación de Díaz (536.1) y Francia Chica (456.2). El mayor peso de semilla fue para Salinas de Hidalgo con 1.57 g. En cuanto al mayor contenido de aceite (%) fueron Encarnación Díaz (57.3) y Tepezalá (54.8); estas también presentaron los valores más elevados en altura, número de hojas, ancho de hoja y largo de hoja.

Limitaciones del estudio/implicaciones: Las colectas presenta diversidad en cuanto a sus características morfológicas y fisiológicas, por lo cual es necesario varios años de trabajo en campo para escoger lo mejores fenotipos.

Hallazgos/conclusiones: Sobresalen las colectas de Luis Moya y Encarnación de Díaz por su producción de semilla y contenido de aceite.

Palabras clave: *Ricinus communis*, aceite, bioenergéticos, germoplasma.

muy poca la que se destina a la producción de semilla y por lo tanto a la obtención de aceite. Además, la planta de higuierilla es considerada como una maleza, por lo cual su explotación no es muy difundida en el país; por otra parte, no existen datos precisos de la superficie sembrada de higuierilla, ni de niveles de producción de semilla o rendimiento de aceite, principalmente debido a que en nuestro país no es considerada un cultivo (Armendáriz, 2012). Según la FAOSTAT (2010), la producción de aceite de ricino en México ha decrecido en los últimos años. Por otro lado, esta planta se encuentra de manera silvestre en diversas regiones del país, por lo que ha desarrollado una amplia variabilidad genética, morfológica y fenotípica por efecto de los factores ambientales prevalecientes en las zonas donde se desarrolla. Por este motivo, Valdés *et al.* (2010) y Severino y Auld (2013) resaltan la importancia de caracterizar la variabilidad del germoplasma presente en esta especie, ya que constituye la base esencial de los programas de mejoramiento genético y de selección de genotipos.

El Altiplano Potosino-Zacatecano es una región semiárida que presenta condiciones agroecológicas ambientales adversas, como son una baja precipitación, alta evapotranspiración, temperaturas extremas, altitudes superiores a 1,800 msnm y suelos pobres. En esta región, la higuierilla se encuentra de manera silvestre gracias a diversos mecanismos de adaptación y resistencia. Valdés *et al.* (2010), Machado (2011) y Severino y Auld (2013), mencionan que una comprensión del entorno y sus efectos sobre el crecimiento vegetativo y reproductivo de las plantas, al menos desde

INTRODUCCIÓN

Actualmente la fuente energética que utiliza el planeta, proviene casi en su totalidad de los combustibles fósiles; sin embargo, estos son los principales causantes del deterioro del medio ambiente. En este sentido las políticas públicas se dirigen a fortalecer el uso de energías renovables como los bioenergéticos, esto dirigido a las áreas rurales donde se producen los insumos y materia prima para su obtención, derivados de especies como salicornia (*Salicornia* spp. L.), moringa (*Moringa oleifera*), piñón (*Jatropha curcas* L.) e higuierilla (*Ricinus communis* L.) (ASA, 2009; Zamarripa *et al.*, 2012).

El campo mexicano enfrenta diversos problemas sociales, económicos y ambientales. Ante este reto el uso de los bioenergéticos se vislumbra como impulsor de desarrollo en estas regiones con el establecimiento de cultivos alternativos, multipropósito, y sus coproductos, en suelos no aptos para producir alimentos, degradados, sin uso y con una planeación meticulosa apegada a una regulación. Visto así, la higuierilla ha despertado la posibilidad de ser un cultivo con alta demanda, debido a que se utiliza en más de 500 procesos industriales (de Sousa *et al.*, 2013). En México, la producción de higuierilla se encuentra enfocada principalmente a la herbolaria, siendo

un punto de vista morfológico y agronómico, representan una fuente importante de información básica para los programas de mejoramiento genético y de selección de genotipos.

Bajo este contexto, resalta la importancia de la evaluación de la higuierilla procedente de la región mencionada, debido a la gran diversidad genética y morfológica presentes en esta especie, bajo las condiciones de dicho lugar. Ante esto resulta estratégico el aprovechamiento de sus mejores características para un mejoramiento genético. Por otra parte, se pretende cultivar la higuierilla para proporcionarle las condiciones adecuadas para su crecimiento y desarrollo fenológico para facilitar su proceso de domesticación, lo que constituirá una primera experiencia como cultivo domesticado en la región, en la búsqueda de especies propias para la producción de biocombustibles. En este sentido, el objetivo del presente estudio fue evaluar el desarrollo morfológico y fenológico en 20 colectas de higuierilla obtenidas del Altiplano Centro-Norte de México, para determinar su potencial productivo tanto en rendimiento de grano como de aceite.

MATERIALES Y MÉTODOS

La recolecta de especies silvestres de higuierilla se realizó los estados de San Luis Potosí, Aguascalientes, Jalisco y Zacatecas en México. Mediante la revisión de planos y localización de sitios de recolección, se trazaron las rutas exploratorias, recolectándose germoplasma de higuierilla de sitios diversos de la región. Se obtuvieron diez colectas en San Luis Potosí, cuatro en Aguascalientes, tres en Jalisco y tres en Zacatecas.

El clima en la región ésta caracterizado por la escasez e irregularidad de lluvias. La precipitación media anual varía entre los 300 y 500 mm.

La parcela experimental se ubicó en la población Vicente Guerrero, en las coordenadas 101° 22' 33" N y 22° 43' 51" W, a 10 kilómetros de la población de Salinas de Hidalgo, a una altitud de 2,100 msnm. Las semillas se sembraron en macetas con un sustrato con porciones iguales de tezontle, composta y arena. Después de 52 días de la siembra se realizó el trasplante a la parcela experimental, a tres metros entre plantas y entre hileras, en un arreglo topológico de marco real. Se establecieron 60 unidades experimentales, compuestas de seis plantas cada una, y distribuidas en un diseño de bloques completos al azar. Ya en plantación, se aplicaron riegos mediante un siste-

ma de riego por goteo de 4 L h⁻¹, su duración fue de 15 minutos, regando dos veces por día.

Las colectas se evaluaron de abril a septiembre de 2013. En cuanto a crecimiento vegetativo, se evaluó la altura de planta y se contabilizaron las hojas presentes, se les midió el ancho y largo. Respecto al crecimiento reproductivo, se contó el número de flores femeninas y masculinas en los racimos. También se contabilizó el número de racimos y frutos por planta. El peso de las semillas se realizó en una balanza analítica. Se realizó una estimación del rendimiento de grano en cada colecta utilizando los datos promedio de peso de semilla y número de frutos por racimo, así como el conteo de racimos. Se determinó la cantidad de aceite en las semillas, se utilizó un extractor de aceite y grasa Soxtec 1043, tomándose como base la metodología de Loredó-Dávila et al. (2012). A los datos obtenidos se les realizaron Análisis de Varianza (ANVA) y pruebas de medias (Tukey), empleando el paquete estadístico SAS 9.3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan las 20 colectas obtenidas, junto con el estado, la altura sobre el nivel del mar y las coordenadas donde fueron recolectadas. Para las variables de crecimiento y desarrollo de las plantas de higuierilla, se realizaron 18 mediciones durante el periodo de evaluación. El ANVA mostró que los efectos de las colectas en las diferentes variables evaluadas en las etapas fenológicas de la planta, fueron altamente significativos en todos los casos. Asimismo, en todos los casos se encontraron diferencias altamente significativas al realizar la separación de medias de las colectas.

En la Figura 1 se muestra el comportamiento (promedio de las 20 colectas) de las variables altura de planta y número, ancho y largo de hojas, durante el periodo de evaluación (abril a septiembre). Con relación a la **altura de planta**, de abril a mediados de mayo el crecimiento fue mínimo, con un incremento promedio de todas las colectas de 26.1 a 26.8 cm; en ese periodo se tuvieron temperaturas promedio de 18.5 °C, máxima de 31.6 °C, mínima 2.3 °C, y se registraron 7.4 mm de precipitación total. A partir de ese periodo se presentó un desarrollo importante de las plantas, que fue cuando las temperaturas y precipitaciones aumentaron y los riegos se intensificaron. La mayor tasa de crecimiento promedio de las 20 colectas se registró del 15 al 25 de julio con 14.6 cm. El crecimiento promedio en el periodo del 23 de mayo al 25 de septiembre fue de 66.4 cm.

Se corrobora que la higuierilla desarrolla poca altura con bajas temperaturas, sin embargo, con el aumento de temperatura, precipitación y riego tiende a crecer más. Al respecto Osorno (2000) encuentra una relación positiva entre temperatura y crecimiento de la higuierilla, y menciona que la temperatura ideal es entre 20 y 30°C.

El mayor promedio en altura (cm) por colecta en la última medición se encontró en Encarnación de Díaz (131.3) y el valor menor en Las Moras (67.7) (Cuadro 2).

Armendáriz (2012) evaluó 17 colectas obtenidas en los estados de Nuevo León, San Luis Potosí y Michoacán, registrando promedios que oscilaron entre 48 y 102 cm. También, De Arruda et al. (2010) reportaron alturas de plantas que oscilaron entre los 90 y 230 cm en 15 genotipos de higuierilla evaluados. Por lo tanto, los valores promedio en altura obtenidos en el presente estudio, de 67.7 a 131.3 cm, se encuentran dentro del rango de alturas reportadas por esos autores para la higuierilla, alturas que, por otra parte, favorecen su cosecha mecanizada.

El **número de hojas** promedio de todas las colectas disminuyó en dos ocasiones dentro del periodo de evaluación

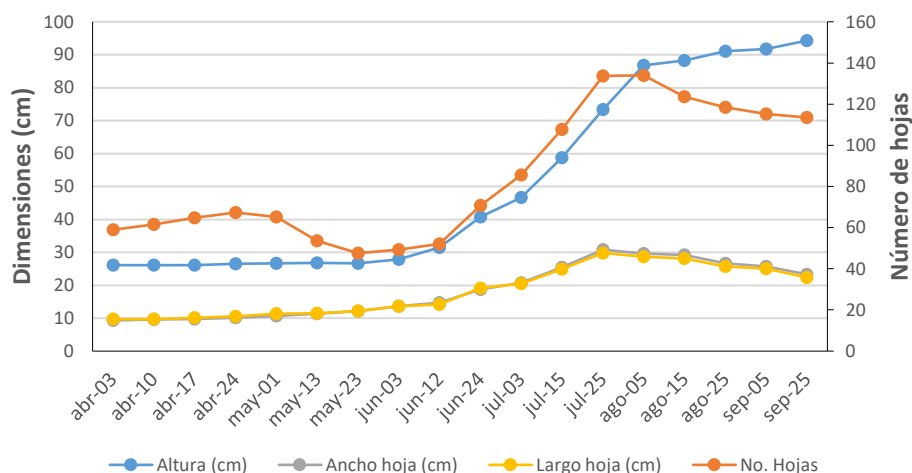


Figura 1. Tendencias promedio (de 20 colectas) mostradas por las variables altura de planta y número, ancho y largo de hojas, durante el periodo de evaluación.

Cuadro 1. Colectas de higuierilla obtenidas y evaluadas.				
Colecta (comunidad)	Estado	MSNM	Latitud N	Longitud O
Calvillo	Aguascalientes	2028	21°54'49.8"	102°34'45.8"
Frac. Soledad	Aguascalientes	1814	21°52'40.0"	102°19'26.1"
San José de Gracia	Aguascalientes	1980	21°08'36.9"	102°21'26.4"
Tepezalá	Aguascalientes	1887	22°13'33.7"	102°14'14.2"
Encarnación de Díaz	Jalisco	1809	21°31'12.8"	102°14'47.1"
Tecuán	Jalisco	1877	21°41'30.3"	102°01'25.8"
Villa Hidalgo	Jalisco	1957	21°39'31.9"	102°35'34.3"
Capulines	San Luis Potosí	1955	22°10'32.1"	101°03'07.9"
Corte Primero	San Luis Potosí	1820	22°21'06.0"	101°10'17.3"
Francia Chica	San Luis Potosí	1210	22°32'07.6"	99°33'41.3"
Las Moras	San Luis Potosí	1956	22°16'22.5"	101°05'34.2"
Milpillas	San Luis Potosí	2083	22°14'47.4"	101°08'24.1"
Moctezuma	San Luis Potosí	1758	22°44'55.5"	101°05'15.7"
Ranchería de Gpe.	San Luis Potosí	1861	22°19'42.0"	101°12'04.6"
Salinas de Hidalgo	San Luis Potosí	2038	22°37'44.1"	101°42'36.3"
San Antonio	San Luis Potosí	1349	22°31'40.0"	99°34'33.8"
Venado	San Luis Potosí	1751	22°55'54.3"	101°04'25.8"
El Orito	Zacatecas	2352	22°45'07.8"	102°35'36.4"
Luis Moya	Zacatecas	1963	22°24'39.7"	102°16'30.4"
Noria San Marcos	Zacatecas	2045	22°16'22.6"	101°57'28.6"

ción (Figura 1). Una disminución se presentó del 24 de abril (67) al 23 de mayo (48), y la otra del 5 de agosto (134, el máximo valor) al 25 de septiembre (113). Al finalizar la evaluación, Francia Chica fue la colecta con mayor número de hojas (182.1), mientras que la de menor fue Fraccionamiento Soledad (65.1) (Cuadro 2).

Los promedios de hojas para las diferentes colectas registrados en el presente trabajo (65 a 182), son inferiores a lo reportado por Severino et al.

(2005) con más de 267 hojas para el híbrido "noreste", pero mayores a los mencionados por Armendáriz (2012) con promedios máximos de 52.7 y 56.6 hojas.

El incremento en el promedio de **ancho de hoja** para las 20 colectas fue lento al principio, y a partir del 12 de junio el aumento fue considerable, hasta llegar a un máximo de 30.8 cm por el 25 de julio (Figura 1). Posteriormente el ancho de hoja comenzó a descender gradualmente hasta los 23.3 cm en la última me-

Cuadro 2. Valores promedio por colecta de las variables altura de planta y número, ancho y largo de hojas, en la última medición (25 de septiembre).

Colecta (comunidad)	Altura (cm)	Número de hojas	Ancho de hoja (cm)	Largo de hoja (cm)
Calvillo	89.4 cdef	97.2 bc	17.8 e	17.4 d
Frac. Soledad	94.8 abcdef	65.1 c	21.8 cde	21.8 cd
San José de Gracia	98.1 abcdef	112.7 abc	23.2 bcde	22.1 bcd
Tepezalá	80.2 def	141.0 abc	22.2 cde	21.1 cd
Encarnación de Díaz	131.3 a	98.4 bc	31.8 a	31.0 a
Tecuán	114.3 abcd	99.6 bc	25.8 abc	25.0 abc
Villa Hidalgo	96.8 abcdef	91.7 bc	24.5 bcde	23.8 bcd
Capulines	93.1 bcdef	159.7 ab	24.8 bcd	24.1 bc
Corte Primero	76.7 ef	143.6 abc	21.7 cde	20.9 cd
Francia Chica	128.8 ab	182.1 a	24.7 bcde	22.6 bcd
Las Moras	67.7 f	87.0 bc	22.4 bcde	21.0 cd
Milpillas	72.8 f	106.3 abc	18.3 de	17.3 d
Moctezuma	85.2 cdef	122.0 abc	22.2 cde	22.1 bcd
Ranchería de Gpe.	89.3 cdef	143.1 abc	22.9 bcde	20.9 cd
Salinas de Hidalgo	112.0 abcde	90.9 bc	29.2 ab	28.6 ab
San Antonio	95.9 abcdef	102.0 abc	21.3 cde	20.6 cd
Venado	82.3 cdef	85.6 bc	20.1 cde	19.7 cd
El Orito	78.2 def	98.3 bc	21.6 cde	20.4 cd
Luis Moya	119.4 abc	135.6 abc	25.1 abcd	24.3 bc
Noria San Marcos	80.3 def	110.0 abc	24.6 bcde	23.7 bcd

Promedios con la misma letra no difieren entre sí (Tukey con $\alpha \leq 0.05$).

mayor valor (31.0) y Milpillas el menor (17.3) (Cuadro 2). Schurr et al. (2006) observaron que el área foliar en la punta de la hoja comenzó a tener una tasa positiva de asimilación de nutrientes y carbohidratos cuando la hoja era de 5 cm de largo. Por lo que se puede afirmar, que el tamaño de las hojas durante el periodo de evaluación favoreció la asimilación y realización de sus procesos fisiológicos.

Respecto a la **floración**, las colectas con mayor promedio de flores femeninas en sus panículas fueron Encarnación de Díaz (83.5) y Tecuán (82.2), y las de menores promedios fueron Calvillo (29.1) y Moctezuma (30.8) (Cuadro 3). Sin embargo, aquellas que mostraron mayor proporción de flores femeninas con respecto a las masculinas, fueron Milpillas (57.9) y Fraccionamiento Soledad (33.0).

En **número de racimos** por planta, los promedios oscilaron de 8.3 para Encarnación de Díaz a 24.1 para Las Moras (Cuadro 3). Las colectas más tardías en presentar racimos fueron las de San Antonio, Fraccionamiento Soledad, Tecuán y Luis Moya.

dición. Esta disminución en el ancho se debió a que las plantas comenzaron a tirar las hojas de mayor tamaño, manteniéndose las de tamaño mediano y pequeño.

En la última medición el mayor ancho de hoja (cm) promedio por colecta se encontró en Encarnación de Díaz (31.8) y la menor en Calvillo (17.8) (Cuadro 2). Según Severino et al. (2005), los cambios de área foliar en higuierilla son más dependientes del ajuste del tamaño que del número de hojas; si se considera este aspecto, se puede decir que el área foliar tuvo un cambio descendente a partir de agosto, cuando el largo y ancho de hoja disminuyeron.

El comportamiento y valores del promedio de **largo de hoja** de las colectas fueron casi idénticos al mostrado por el ancho de hoja (Figura 1). También en este caso se alcanzó un valor máximo (29.8 cm) hacia el 25 de julio, para descender gradualmente hasta la última medición (22.4 cm).

En cuanto al largo de hoja (cm) promedio por colecta, en la última medición Encarnación de Díaz registró el

Los promedios de **número de frutos** en racimos, la colecta Encarnación de Díaz (76.2) presentó el mayor valor (Cuadro 3), no obstante fue la colecta con menor cantidad de racimos, además de ser una planta muy tardía en el llenado y secado del fruto. Otra colecta con alto número de frutos en racimos fue Luis Moya; sin embargo presentó aborto de semillas. En relación a esto, Severino y Auld (2013) mencionan que este fenómeno es la razón de que muchos óvulos no se conviertan en semillas.

Por otro lado, los menores promedios de frutos en racimos se encontraron en las colectas de Calvillo (15.2), Villa Hidalgo (19.2), Moctezuma (20.9), Salinas de Hidalgo (22.0) y Venado (22.3). Estas colectas, en contraste, presentaron promedios altos y medios de racimos, es decir, se presentó una correlación negativa entre número de racimos y número de frutos por racimo. Esta situación corrobora lo reportado por Vallejos et al. (2011), quienes encontraron que cuando en una planta de higuierilla hay

Cuadro 3. Valores promedio de variables de floración, frutos y rendimiento de semilla.

Colecta	NR	FF (%)	FR	FP	P100 (g)	RP (g)
Calvillo	14.7	29.1 (39.2)	15.2	223.4	28.4	190.4
Frac. Soledad	10.8	31.9 (28.1)	30.4	328.3	15.9	157.2
San José de Gracia	15.1	58.4 (48.2)	48.8	736.9	14.9	329.6
Tepezalá	19.0	46.5 (45.2)	41.0	779.0	9.4	220.8
Encarnación de Díaz	8.3	83.5 (40.4)	76.2	632.4	28.2	536.1
Tecuán	9.8	82.2 (43.6)	70.6	691.8	13.5	280.1
Villa Hidalgo	17.4	33.5 (38.2)	19.2	334.0	24.2	243.3
Capulines	19.2	42.0 (39.7)	36.0	691.2	10.7	222.9
Corte Primero	22.0	49.5 (45.3)	33.7	741.4	17.7	395.0
Francia Chica	17.6	64.2 (39.1)	49.8	876.5	17.3	456.2
Las Moras	24.1	34.8 (42.8)	31.6	761.5	13.5	309.1
Milpillas	12.9	60.2 (57.9)	55.7	718.5	10.7	232.3
Moctezuma	21.6	30.8 (35.8)	20.9	451.4	15.4	208.8
Ranchería de Gpe.	19.0	52.8 (49.5)	49.9	948.1	9.8	279.3
Salinas de Hidalgo	11.7	38.3 (33.9)	22.0	257.4	54.6	421.7
San Antonio	8.7	57.1 (41.9)	42.8	372.4	18.0	201.9
Venado	16.2	32.2 (33.0)	22.3	361.7	17.7	192.7
El Orito	15.4	54.1 (51.1)	47.6	733.3	10.9	240.0
Luis Moya	20.0	62.3 (39.6)	61.4	1,228	23.9	883.7
Noria San Marcos	13.2	65.2 (49.0)	48.3	637.6	13.0	249.4

R: Número de racimos; FF: Flores femeninas; FR: Frutos en racimo; FP: Frutos por planta; P100: Peso de 100 semillas; P3: Peso de tres semillas de un fruto; RP: Rendimiento de semilla por planta.

una limitada cantidad de semillas en racimo, es compensado con un mayor número de racimos.

Armendáriz (2012), por su parte, encontró un promedio máximo de 309.2 y un mínimo de 47.5 frutos por inflorescencia en colectas obtenidas en San Luis Potosí, Nuevo León, Chihuahua y Michoacán. Al comparar la eficacia de convertir una flor femenina a fruto, Ascough *et al.* (2005) mencionan que, por lo general, un racimo de higuera no desarrolla todas las flores femeninas que potencialmente podría, ocurriendo algo similar en otras especies; por ejemplo, en *Citrus sinensis*, el número de frutos cosechados por lo general, es menor a 2% de las flores formadas (Ruiz *et al.*, 2001). En ese sentido, la colecta de Luis Moya presentó una capacidad de convertir más del 90% de sus flores femeninas en frutos.

En cuanto al **peso de 100 semillas**, el mayor promedio se

registró en la colecta Salinas de Hidalgo (54.6 g), siendo muy superior al resto de las recolectas (Cuadro 3), y el menor se registró en Tepezalá (9.4 g). Referente al **rendimiento de semilla**, los promedios variaron de 157.2 a 883.7 g planta⁻¹, para las colectas de Fraccionamiento Soledad y Luis Moya, respectivamente (Cuadro 3). Los rendimientos obtenidos (0.17 a 0.88 kg planta⁻¹) fueron muy bajos, comparados con los reportados por Machado (2011), de 0.81 a 5.28 kg planta⁻¹; sin embargo, esos resultados los estimó a partir de 15 y 12

cosechas totales durante más de 17 meses de evaluación y en condiciones tropicales. Es importante considerar que, según Severino y Auld (2013), el rendimiento de semilla es el resultado final de los procesos que involucran las etapas en el crecimiento y el desarrollo del cultivo, y ningún proceso es clave para un mayor rendimiento, porque cualquiera de ellos puede limitar el rendimiento.



Respecto del **contenido de aceite en las semillas (%)** el menor promedio se registró en la colecta de Luis Moya (29.7) y el mayor en Encarnación de Díaz (57.3) (Figura 2). Estos contenidos de aceite son en algunos casos superiores a los reportados por Machado (2012), con máximos de 48.6 % y mínimos de 25.7 %.

CONCLUSIONES

Existen diferencias significativas en cuanto a la morfología y el comportamiento fenológico entre las colectas con relación a las variables estudiadas. Las colectas más prometedoras para mejoramiento genético fueron: con base en la producción de semilla, Luis Moya, Encarnación de Díaz y Francia Chica; por el peso de las semillas, Salinas de Hidalgo; y por contenido de aceite, Encarnación Díaz y Tepezalá. En cuanto a la altura de planta, todas las colectas resultaron de porte pequeño, lo cual facilitaría la cosecha mecanizada.

LITERATURA CITADA

- Armendáriz V., J. (2012). Caracterización fenotípica y molecular de genotipos de higuierilla (*Ricinus communis* L.) para la producción de biodiesel. Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, NL, México.
- ASA. (2009). Bioturbosina. Aeropuertos y Servicios Auxiliares. En: <http://bioturbosina.asa.gob.mx/swb/BIOTurbosina/home>. Fecha de consulta: 15/11/2013.
- Ascough, G.D., Nogemane, N., Mtshali, N.P., Staden, J. 2005. Flower abscission: environmental control, internal regulation and physiological responses of plants. *South Africa Journal of Botany*, 71, 287-301.
- De Arruda, R., H.C., Pereira de C., S., Alves de C., A., Sandes de C., J.L., & Natel C., T. (2010). Avaliação da diversidade genética entre acessos de mamoneira (*Ricinus communis* L.) por meio de caracteres morfoagronômicos. *Revista Ceres*, 57, 773-777.
- De Sousa L., J.R., Dantas A., A.C., Soares de S., E., de Oliveira L., C.A.B., & da Silva, I.F. (2013). Seasonal and interannual variations of evapotranspiration, energy exchange, yield and water use efficiency of castor grown under rainfed conditions in northeastern Brazil. *Industrial Crops and Products*, 50, 203-211.
- FAOSTAT. (2010). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estadísticas. En: <http://faostat.fao.org>. Fecha de consulta: 23/10/2013.
- Loredó-Dávila, S., Espinosa-Hernández, V., Goytia-Jiménez, M.A., Díaz-Ballote, L., Soto-Hernández, R.M., & Marrone, P.G. (2012). Fatty acid methyl ester profile from *Lupinus* in the identification of sweet and bitter species from this gender with oil of *Lupinus*

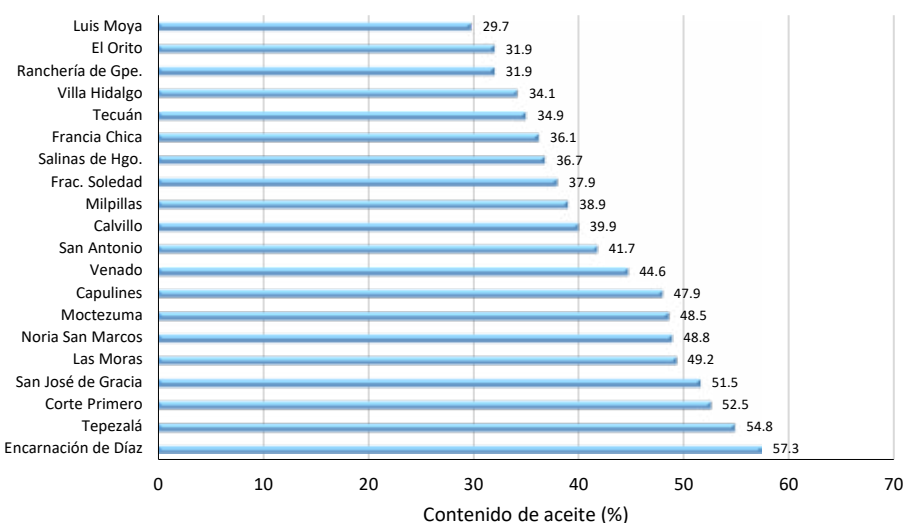


Figura 2. Contenido de aceite en las semillas de las 20 colectas de higuierilla.

uncinatus Schlecht seeds. *Journal of Nutrition and Food Sciences*, 2, 1-4.

- Machado, R. (2011). Colecta de *Jatropha curcas* y su comportamiento en fase de vivero y de establecimiento. *Pastos y Forrajes*, 34, 145-154.
- Osorno G., G.A. (1986). Algunos aspectos de la higuierilla en Colombia. Seminario. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.
- Ruiz, R., García-Luis, A., Monerri, C., & Guardiola, J.L. (2001). Carbohydrate availability in relation to fruitlet abscission in citrus. *Annals of Botany*, 87, 805-812.
- Schurr, U., Walter, A., & Rascher, U. (2006). Functional dynamics of plant growth and photosynthesis-from steady-state to dynamics-from homogeneity to heterogeneity. *Plant Cell and Environment*, 29, 340-352.
- Severino, L.S., Cardoso, G.D. do Vale, L.S., dos Santos, J.W. (2005). Método para Determinação da Área Foliar da Mamoneira. Embrapa Algodão. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* 55. En: <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/publicacoes/2005/BOLETIM55.pdf>
- Severino, L.S., & Auld, D.L. (2013). A framework for the study of the growth and development of castor plant. *Industrial Crops and Products*, 46, 25-38.
- Valdés de la C., M., Hernández, Y., Vázquez-Lobo, A., Piñeiro, D., González-Pérez, L. (2010). Diversidad genética de especies silvestres del género *Nicotiana* II: Caracterización molecular mediante marcadores RAPD. *Revista Protección Vegetal*, 25, 166-173.
- Vallejos, M., Rondanini, D., & Wassner, D.F. (2011). Water relationships of castor bean (*Ricinus communis* L.) seeds related to final seed dry weight and physiological maturity. *European Journal of Agronomy*, 35, 93-101.
- Zamarripa C., A., Solís B., J.L., & Esquivelzeta R., M. (2012). Situación actual de los biocombustibles en México. Tercera Reunión de la Red Mesoamericana de Investigación y Desarrollo en Biocombustibles. Cuernavaca, Morelos, México.