



Quinto
Congreso Nacional
de Riego y Drenaje
COMEII-AURPAES 2019

Septiembre 2019 | Mazatlán, Sinaloa



Artículo: COMEII-19007

Mazatlán, Sin., del 18 al 20

de septiembre de 2019

INFLUENCIA DE DOS DENSIDADES DE PLANTAS Y DOS CALENDARIOS DE RIEGO EN EL RENDIMIENTO DE GRANO DE HIGUERILLA (*RICINUS COMMUNIS* L).

Genny Llaven Valencia^{1*}; Alberto Borbón Gracia¹; Elizabeth García Leon¹; Luis Alberto Peinado Fuentes¹; Aidé Hernández Hernández²; Oralia Antuna Grijalva³.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias – Campo Experimental Valle Del Fuerte, Carretera Internacional México-Nogales Km. 1609, Col. Juan José Ríos, Guasave, Sinaloa, México, C. P. 81110.

llaven.genny@inifap.gob.mx – 687 887 1995

²Instituto Tecnológico Superior de Guasave, Carretera Internacional entronque a carretera La Brecha SN, Ejido Burrioncito, 81149, Sin.

³Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Periférico Raúl López Sánchez y carretera Santa Fe, C.P. 27054, Torreón, Coahuila, México.

Resumen

Para determinar la productividad de higuierilla (*Ricinus communis* L.) en Sinaloa, se evaluaron la influencia de dos fechas de siembra, disponibilidad de agua y dos densidades de siembra en el rendimiento de grano de cuatro híbridos, el ensayo se estableció en el Campo Experimental Valle del Fuerte. Durante los ciclos agrícolas otoño-invierno con fecha de siembra del 10 de diciembre del 2015, y primavera-verano 2015-2016 con fecha de siembra del 18 de febrero del 2016. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones; la parcela experimental fue de cuatro surcos de 20 m de largo, con una separación de 0.80 m, equivalente a 64 m², se manejaron dos densidades de población: 23,000 y 26,000 plantas ha⁻¹, y para el ciclo O-I, se aplicaron tres riegos de auxilio el primero fue a los 82 dds, el segundo a los 112 dds y el tercer fue a los 136 dds y para la densidad de 26,000 plantas ha⁻¹ se aplicaron cuatro riego de auxilio el primero fue de a los 87 dds, segundo a 115 dds, tercer a 142 dds y el cuarto a 162 dds. El análisis estadístico indicó que los híbridos 2B-5, Chinatan y HB-8, resultaron superiores en rendimiento y sin diferencias estadísticas, con días a madurez de 145 a 152, por lo que se consideran de ciclo normal; la altura promedio fue de 20 m, considerada de porte medio. El ciclo que más favorece el desarrollo del cultivo para HB-8 y 2B-5 es O-I con densidad de 23,000 mil plantas ha⁻¹ y tres riegos de auxilio para P-V se recomiendan cuatro riegos de auxilio, densidad de 23,000 plantas por hectárea y los híbridos de mejor respuesta fueron HB-8 y Chinatan con rendimiento superior a 3,000 kg ha⁻¹.

Palabras claves: Biocombustible, Ácidos grasos, Estrés hídrico, rendimiento, índices de eficiencia.



Introducción

La rentabilidad del cultivo de higuera (*Ricinus communis* L.) depende de la planeación de las siembras, la diversificación y la pureza del material que se ofrezca al productor. Los costos de producción se incrementan por factores que afectan la rentabilidad; entre los principales destacan el combate de malezas y la cosecha manual o mecanizada, además de aspectos de manejo agronómico como elección inadecuada del terreno, fecha, densidad de siembra, uso y manejo eficiente del agua de riego, plagas y enfermedades, entre otros (Toledo *et al.*, 2006 y Rico *et al.*, 2011). Debido a la falta de diversidad de cultivos adaptados a las regiones de riego y temporal, se ha ocasionado la migración a las grandes ciudades en busca de alternativas de ingresos, por lo que es importante propiciar actividades agrícolas que generen empleos y permitan un aprovechamiento sustentable de los recursos fitogenéticos que pueden adaptarse a la región, fortaleciendo la producción agrícola y ampliando las opciones de cultivos alternativos en México (Bermúdez y Franco, 2007). La temperatura es uno de los factores físicos de mayor importancia que influye directamente en el crecimiento y longitud de la planta durante su ciclo vegetativo (Msaakpa, 2014). La higuera es un arbusto perenne tropical que se originó en África (Machado, 2017) es una planta oleaginosa caracterizada por su rápido crecimiento y adaptación a diferentes zonas climáticas (Pabón, 2010), requiere de 140 a 180 días de estación de crecimiento presenta polinización natural cruzada, pues es una especie monoica (Chan *et al.*, 2010). El principal producto del cultivo de la higuera es el grano, de donde se extrae el aceite, también llamado aceite de ricino o castor oil y tiene numerosas aplicaciones industriales ya que es usado para la producción de plásticos, fibras sintéticas, tintas, esmaltes, lubricantes, cosmetología, química, fertilizantes, pesticidas, aeronáutica, médica, energética, entre otros (Cardona *et al.*, 2009). El grano de higuera tiene alto contenido de aceite, entre 45 y 55%, comparado con el girasol que contiene entre el 38 y 48%, la soya que tiene entre 40 y 47%, y el algodón que contiene entre el 15 y 19%, característica que hace a la planta muy atractiva (Solís *et al.*, 2011; Rafael y Alfredo., 2013) para la extracción de este producto. La higuera es considerada como materia prima en la producción de bioenergéticos y aceites industriales, la bioenergía es aquella energía generada por la biomasa o material de origen biológico que se encuentra sobre la superficie (Pabón, 2010; Goytia *et al.*, 2013). Actualmente es cultivada en muchas regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo. La superficie cultivada de higuera a nivel mundial en el año 2009 fue de 1'473,751 ha, con una producción total de 1'499,111 toneladas de semilla. Los países productores más importantes son: India con 840,000 ha, China 210,000 ha, Brasil 159,205 ha, Paraguay 11,000 ha, con una producción de semilla de 1'098,000 t, 190,000 t, 90,384 t, 13,000 t, respectivamente (FAOSTAT, 2011). México es un país con grandes reservas de petróleo, también es un país donde la agricultura juega un papel muy importante en la generación de alimentos para la población y materias primas para la industria. Dentro del territorio nacional hay regiones con gran potencial para la producción de distintos cultivos útiles para la elaboración de biocombustibles tales como el biodiesel y el bioetanol. En México hay gran interés por validar rendimiento de higuera en diferentes entidades. La higuera se puede encontrar ampliamente distribuida de manera silvestre, al lado de la carretera, en bordos de drenes y canales de riego lo cual demuestra que esta especie está plenamente adaptada a las condiciones



climatológicas del país (Machado *et al*, 2012). Por su parte, Falasca *et al.*, (2012) mencionaron que la higuera puede ser una alternativa de producción para los productores y el mercado energético, tomando en cuenta que es un cultivo que se adapta a condiciones de estrés hídrico bajo un sistema de uso eficiente de agua. Así también Rodríguez y Zamarripa (2011) indicaron una alta competitividad de la higuera para biocombustible en relación a los cultivos actuales en Oaxaca. Los estudios realizados sobre los componentes del rendimiento proporcionan una orientación para lograr una producción óptima, ya que estos son interdependientes y cambian en respuesta a las condiciones ambientales. Las correlaciones negativas entre los componentes de rendimiento son muy frecuentes (Rafael *et al.*, 2013; Paola., *et al.*, 2016 y Machado *et al.*, 2009). Algunos autores también señalan que para la selección de variantes altamente productivas de higuera se debe hacer énfasis en el número de racimos y peso de fruto; así como en la longitud de los racimos y peso de semillas (Machado *et al.*, 2009, 2014 y Goytia *et al.*, 2011).

Barrios *et al.*, (2013) realizaron un estudio con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de materiales élite de higuera en Morelos, obteniendo diferencias altamente significativas para todas las variables analizadas, por lo anterior el objetivo de este trabajo es determinar la productividad de higuera (*Ricinus communis* L); la influencia de dos fechas de siembra, densidad de plantas y así como también la disponibilidad de agua en el rendimiento de grano, la cual permitirá generar información que puede servir de base para la selección de genotipos que puedan ser utilizados para el establecimiento de cultivos bioenergéticos de esta especie.

Materiales y Métodos

Localización del área de estudio

La presente investigación se desarrolló en los ciclos agrícola otoño-invierno 2015-2016 y primavera- verano 2016, para el ciclo O-I, para la densidad de: 23,000 plantas ha⁻¹ se aplicaron tres riegos de auxilio el primero fue a los 82 dds, el segundo a los 112 dds y el tercer fue a los 136 dds y para la densidad de 26,000 plantas ha⁻¹ se aplicaron cuatro riego de auxilio el primero fue de a los 87 dds, segundo a 115 dds, tercer a 142 dds y el cuarto a 162 dds. En el ciclo P-V, para la densidad de: 23,000 plantas ha⁻¹ se aplicaron tres riegos de auxilio el primero fue a los 51 dds, el segundo a los 85 dds y el tercer fue a los 108 dds y para la densidad de 26,000 plantas ha⁻¹ se aplicaron cuatro riegos de auxilio el primero fue de a los 44 dds, segundo a 74 dds, tercer a 96 dds y el cuarto a 115 dds. Se establecieron lotes experimentales en el Campo Experimental Valle del Fuerte - INIFAP, con localización geográfica a 25° 46'492'' de latitud Norte y 108° 48'181'' de latitud Oeste con una altitud de 4 msnm (www.inegi.org.mx). Su clima es generalmente húmedo cálido, y tiene una temperatura media anual de 25.9 °C. Se registra una temperatura mínima anual de 18 °C y una máxima anual 33.9 °C, siendo la temporada más calurosa la que va de mayo a octubre. En el período de referencia, la precipitación pluvial promedio es de 383 milímetros anuales, siendo el período más lluvioso el comprendido de los meses de julio a octubre (<http://www.weatherbase.com>).



Manejo del experimento.

Genotipos evaluados. Los híbridos utilizados fueron: Maravilla, Chinatan, HB-8, y 2B-5, más cuatro testigos comerciales: Olga, Eva, K-93 y Zoya (Cuadro 1), provenientes de China y Argentina, las cuales fueron sembradas y cosechadas manualmente en el Campo Experimental Valle del Fuerte (Guasave, Sinaloa), durante los ciclos otoño-invierno 2015-2016 y primavera-verano 2016.

Cuadro 1. Genotipos evaluados.

Tratamientos	testigos
Maravilla	Olga
Chinatan	Eva
HB-8	K-93
2B-5	Zoya

Diseño experimental

Se empleó un diseño factorial con cuatro repeticiones, con cuatro niveles de observación: genotipos, dos ciclos agrícolas, dos densidades de siembra y dos regímenes de riegos.

VARIABLES EVALUADAS

Las características de planta consideradas fueron altura de planta (AP, cm), días a floración (DF, días), fin de floración (FDF, días), días a Madurez (DM, días), Longitud de racimos de primera Generación (LRG1), peso de racimos por generación (PRG, g), peso de Mil Semillas (PMS, g) y el rendimiento de grano (REND, kg ha⁻¹), como lo establece Goytia et al., 2013.

Análisis de Datos y modelo experimental

Se realizó un análisis de varianza de un diseño factorial con arreglo en parcelas divididas utilizando el programa SASv9.4 (2015), y la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la comparación de medias entre los genotipos.

Resultados y Discusión

Análisis factorial combinado

Se encontró significancia en híbridos, los riegos de auxilio y fechas en siete variables de planta evaluadas, la interacción híbridos por fechas de lectura fue significativa para inicio de floración, fin de floración, días a madurez, peso de racimo en primera generación,

longitud de racimo en primera generación y rendimiento (Cuadro 2). Dos de ellas repercuten significativamente en el rendimiento como son longitud de racimo en 1ra. generación y peso de racimo en la 1ra generación. (LRG y PRG (Cuadro 2). De acuerdo al análisis de la información en relación a Híbridos, Densidad, Riegos y Fechas, interacciones H*F, D*F, y/o R*F. Se detectaron diferencias en siete variables de planta evaluadas, los riegos que se aplicaron únicamente fueron significativo para rendimiento y para fechas fue días a floración, fin de floración y madurez fisiológica de los híbridos evaluados; la interacción híbrido por fecha fue significativa para seis variables, de las cuales dos de ellas repercuten significativamente en el rendimiento como son longitud de racimo en 1ra. generación y peso de racimo en la 1ra generación. (LRG y PRG (Cuadro 2).

Cuadro 2. Relación entre fuentes de variación y características morfológicas de planta, cuadrados medios y significancia.

FV	GL	DF	FF	DM	AP	Long.RG1	PRG1	PMS	RG(kg ha ⁻¹)
Hibrido	7	1922.09**	1691.60**	1224.02**	30264.1**	1400.86**	3259829.45**	83985.92	2728043.73**
Densidad	1	4.5	1.32	10.12	17.25	52.53	80601.12	532.19	164953.32
Riegos	1	3.12	1.75	1.53	14770.50	603.78	1637145.12	736.32	5204747.82**
fechas	1	604.0**	779.65**	1714.54**	7146.61	240.0	2464706.45	296.38	653133.65
Error	116	3.46	4.37	1.56	1178.02	82.60	324750.71	251.89	286135.6
H*F	7	73.32**	22.78**	231.13**	5133.59	490.83**	2538458.50**	1224.56	1388594.89**
D*F	1	0.5	9.57	10.12	1960.94	30.03	3070861.53	815.07	32416.95
R*F	1	6.125	1.75	1.53	297.0	205.03	629161.53	689.13	2732829.76
CV		2.55	2.34	0.81	13.97	14.43	23.10	4.12	18.06
R2		0.97	0.97	0.99	0.69	0.64	0.58	0.95	0.68

**Diferencias significativas a ≤ 0.05 de probabilidad. Días a Floración (DF), Fin de Floración (FF), Días a Madurez (DM), Altura de Planta (AP), Longitud de racimo 1ra generación (Long.RG1), Peso de racimo en generación 1 (PRG1), Peso de mil semillas (PMS), Rendimiento de Grano (RG).

Densidad.

Se encontró variabilidad en los híbridos de higuera, en cuanto a las características morfológicas de planta, así como en altura de planta, inicio de floración, madurez fisiológica y sobre todo en rendimiento. Esto permitió diferenciar grupos, los cuales presentaron diferentes potenciales de producción superando a los testigos involucrados; De acuerdo con la altura de la planta, Silva (2005) agrupó la higuera en tres categorías: plantas de porte bajo (<1,5 m), medio (1,5 - 2,5 m) y alto (>2,5 m); por tanto, de acuerdo con los resultados logrados en esta investigación se observó que la altura en el lote experimental con baja densidad (23 000 plantas/ha) el rango de altura fue mucho más amplio donde esta osciló entre 113 a 268 cm de longitud; sin embargo, al incrementar la densidad a (26 000 plantas/ha) ésta se redujo a un rango menor que fue de 201 a 302 cm de altura (figura 1), no mostró efecto significativo en rendimiento puesto que a mayor densidad favorece competencia por luz, nutrientes es decir, reduce la acumulación de biomasa en los órganos vegetativos disminuyendo la posibilidad de nutrientes para abastecer la demanda generada por las espigas, capsulas y granos en crecimiento (De Souza *et al.*, 2011). La altura del vegetal es importante, ya que de acuerdo con Weiss (1983), la cosecha manual o mecánica se dificulta, en la medida que los racimos de órdenes superiores sean emitidos a alturas mayores. Resultados similares fueron encontrados por Beltrão *et al.*, (2010), quienes hallaron, al comparar dos localidades con diferente nivel altitudinal (27 y 500 msnm.), que a medida que se incrementó la altura

sobre el nivel del mar, las variedades evaluadas presentaron mayor porte o tamaño de la planta.

De acuerdo a lo indicado por Tavora, (1982), Weiss (1983); Moshkin (1986^a); Amorim *et al.*, (2001); y Falasca *et al.*, (2012); sobre el efecto de la temperatura y la altitud límite para el desarrollo de la planta y producción de semilla, los resultados obtenidos en el presente trabajo, evidenciaron que la planta de higuierilla se adaptó a rangos térmicos por debajo y por encima de los que, tradicionalmente, se han considerado propicios para su cultivo; así mismo, en relación con la elevación altitudinal, es evidente que, la higuierilla puede ser sembrada hasta 2,120 msnm, con el uso de materiales adaptados a ese ambiente, sin que se afecte su rendimiento

Cuadro 3. Relaciones entre fuentes de variación y características de planta en el CEVAF; cuadrados medios y significancia, de dos fechas de siembra otoño-invierno y primavera verano de 2015-2016.

CICLO	Días a floración	Fin de floración	Días a madurez	Altura de planta (cm)	Peso de racimo en 1ra generación	Longitud de racimo en 1ra generación	Peso de mil semillas	Rendimiento (Kg ha ⁻¹)
1er. FS	78	95	162	258	2259	54	389	3449
23000	78 ^a	94 ^b	161 ^b	248 ^b	2324 ^a	53 ^a	400 ^a	3494 ^a
26000	78 ^b	96 ^a	163 ^a	268 ^a	2185 ^a	54 ^a	378 ^b	3409 ^a
3 R.AUX	77 ^a	95 ^b	161 ^b	244 ^b	2170 ^a	52 ^a	378 ^b	3314 ^b
4 R.AUX	78 ^b	95 ^a	163 ^a	273 ^a	2358 ^a	55 ^a	401 ^a	3601 ^a
promedio	78	95	162	258	2259	54	389.2	3453
2da. FS	68	83	143	233	64	2674	380	2473
23000	67 ^a	83 ^a	141 ^b	230 ^a	63 ^a	2459 ^a	376 ^b	2464 ^a
26000	67 ^a	82 ^a	143 ^a	237 ^b	63 ^a	2914 ^b	384 ^a	2482 ^a
3 R.AUX	67 ^a	83 ^a	141 ^b	216 ^b	59 ^a	2456 ^b	375 ^b	2137 ^b
4 R.AUX	67 ^a	82 ^a	143 ^a	252 ^a	68 ^a	2918 ^a	384 ^a	2850 ^a
promedio	67	83	142	234	63	2684	380	2481

Variación entre riegos por fechas

Los materiales evaluados se comportaron de manera favorable a los riegos de auxilio aplicados, puesto que se mantuvieron con rendimientos arriba de 3,000 kg ha⁻¹; los testigos comerciales por su parte el más alto en rendimiento fue OLGA con 2,681 kg ha⁻¹ y el de menor rendimiento ZOYA con 359 kg ha⁻¹.

Densidad.

Se encontró variabilidad en los híbridos de higuierilla, en cuanto a las características morfológicas de planta, así como en altura de planta, inicio de floración, madurez fisiológica y sobre todo en rendimiento. Esto permitió diferenciar grupos, los cuales presentaron diferentes potenciales de producción superando a los testigos involucrados; De acuerdo con la altura de la planta, Silva (2005) agrupó la higuierilla en tres categorías: plantas de porte bajo (<1,5 m), medio (1,5 - 2,5 m) y alto (>2,5 m); por tanto, de acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación se observó que la altura en el lote

experimental con baja densidad (23,000 plantas/ha) el rango de altura fue mucho más amplio donde ésta osciló entre 113 a 268 cm de longitud; sin embargo, al incrementar la densidad a (26,000 plantas/ha) ésta se redujo a un rango menor que van de 201 a 302 cm de altura (figura 1), no mostró efecto significativo en rendimiento puesto que a mayor densidad se favorece competencia por luz, nutrientes es decir, reduce la acumulación de biomasa en los órganos vegetativos disminuyendo la posibilidad de nutrientes para abastecer la demanda generada por las espigas, capsulas y granos en crecimiento (De Souza *et al.*, 2011). La altura del vegetal es importante, ya que de acuerdo con Weiss (1983), la cosecha manual o mecánica se dificulta, en la medida que los racimos de órdenes superiores sean emitidos a alturas mayores. Resultados similares fueron encontrados por Beltrão *et al.*, (2010), quienes hallaron, al comparar dos localidades con diferente nivel altitudinal (27 y 500 msnm.), que a medida que se incrementó la altura sobre el nivel del mar, las variedades evaluadas presentaron mayor porte o tamaño de la planta.

De acuerdo a lo indicado por Tavora, (1982), Weiss (1983); Moshkin (1986^a); Amorim *et al.*,(2001); y Falasca *et al.*, (2012); sobre el efecto de la temperatura y la altitud límite para el desarrollo de la planta y producción de semilla, los resultados obtenidos en el presente trabajo, evidenciaron que la planta de higuierilla se adaptó a rangos térmicos por debajo y por encima de los que, tradicionalmente, se han considerado propicios para su cultivo; así mismo, en relación con la elevación altitudinal, es evidente que, la higuierilla puede ser sembrada hasta 2,120 msnm, con el uso de materiales adaptados a ese ambiente, sin que se afecte su rendimiento.

Cuadro 4. Relaciones entre fuentes de variación y características de planta en el CEVAF; cuadrados medios y significancia, segunda fecha de siembra primavera-verano 2016.

CICLO	Días a floración	Fin de Floración	Días a madurez	Altura de planta (cm)	Longitud de racimo en 1ra generación	Peso de racimo en 1ra generación	Peso de mil semillas	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
1da. FS	68	83	143	233	64	2674	380	2473
23000	67 ^a	83 ^a	141 ^b	230 ^a	63 ^a	2459 ^a	376 ^b	2464 ^a
26000	67 ^a	82 ^a	143 ^a	237 ^b	63 ^a	2914 ^b	384 ^a	2482 ^a
3 R.AUX	67 ^a	83 ^a	141 ^b	216 ^b	59 ^a	2456 ^b	375 ^b	2137 ^b
4 R.AUX	67 ^a	82 ^a	143 ^a	252 ^a	68 ^a	2918 ^a	384 ^a	2850 ^a
promedio	67	83	142	234	63	2684	380	2481

Conclusiones

El ciclo que más favorece el desarrollo del cultivo para HB-8 y 2B-5 es O-I con densidad de 23,000 plantas. ha⁻¹ y tres riegos de auxilio, para P-V se recomiendan cuatro riegos de auxilio, densidad de 23,000 planta. ha⁻¹ y los híbridos de mejor respuesta fueron HB-8 y Chinatan.

Se concluye que las variedades de *R. communis* estudiadas poseen características agronómicas que las diferencian entre sí, a la vez que demostraron la existencia de particularidades relevantes para la producción de aceite en función del contenido de sus semillas, la producción por planta y el estimado por unidad de área. Por ello se considera



que la *R. communis* representa una buena opción en términos de su empleo para la producción de aceite, el cual se puede destinar a la producción de biodiesel, así como de otros derivados

Referencias Bibliográficas

- Amorim N. M. da S., Araujo, A. E. de Beltrão, N. E. de M. 2001. Clima e solo. En Pedrosa de A., M, Lima F., E. Ed. O. Agronegocio da mamona no Brasil. Embrapa Algodão, Campina Grande. pp. 62-76.
- Beltrão, N. E. M. 2001. Fitología. En: Azevedo, D. M. P.; E. L. Lima. (eds). El agronegocio del ricino en Brasil. Brasilia: Embrapa Información Tecnológica. pp: 37-61.
- Chan, A.; Crabtree, J.; Zhao, Q.; Lorenzi, H.; Orvis, J.; Puiu, D.; Melake-Berhan, A.; Jones, K.; Redman, J.; Chen, G.; Cahoon, E.; Gedil, M.; Stanke, M.; Haas, B.; Wortman, J.; Fraser-Liggett, C.; Ravel, J. and Rabinowicz, P. 2010. Draft genome sequence of the oilseed species *Ricinus communis*. *Nature biotechnology*. 28(9):951-956
- Cardona A., C. A.; Orrego A., C. E.; Gutiérrez M., L. F. 2009. La higuierilla: una alternativa agroindustrial. Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. Ed. Artes Gráficas Tizán. 28(9):951-956.
- Elías-X, 2012. Tratamiento y valorización energética de residuos. Fundación Universitaria Iberoamericana, Madrid, ESP. (Idem)
- Falasca, S. L.; Ulberich, A. C. y Ulberich, E. 2012. Developing an agro-climatic zoning model to determine potential production areas for castor bean (*Ricinus communis* L.). *Industrial Crops and products*. (40): (185-191).
- FAOSTAT. 2011. Dirección de Estadística. <http://faostat3.fao.org/home/S>.
- Flemming, N. & de Jongh, J. 2011. Castor (*Ricinus communis*). Potential of castor for bio-fuel production. FACT Project No. 146/WW/001. FACT Foundation. [Disponible en:] http://www.fact-foundation.com/media_en/factsheet_castor. [05/11/2012]. (Idem)
- Jiménez, G. A. M; Ramírez, M.E.; Gallegos, G. R.; Ruíz T. J. D, y Aquiles, C. C. A., 2014. Manual gráfico para la descripción varietal de la higuierilla (*Ricinus comunis* L.). 2014 Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 78 p. (Idem)
- Goytia-Jiménez, M. A.; Gallegos-Goytia, C. H. & Núñez-Colín, C. A. (2011). Relación entre variables climáticas con la morfología y contenido de aceite de semillas de higuierilla (*Ricinus communis* L.) de Chiapas. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(1), 41-48.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. www.inegi.org.mx fecha de consulta el 28 de octubre 2017.
- <http://www.weatherbase.com/weather/weather.php3?s=925048&cityname=Juan-Jos%E9-R%EDos-Sinaloa-Mexico>. Fecha de consulta el 28 de octubre 2017.
- Machado, C. G.; Martins, C. C.; Silva, L. B. and Cruz, S. C. C. 2009. *Acta Scientiarum. Agronomy*. (31):293-299.
- Machado, R.; Suárez, J. & Alfonso, M. (2012). Caracterización morfológica y agroproductiva de procedencias de *Ricinus communis* L. para la producción de aceite. *Pastos y Forrajes*, 35(4), 381-392.
- Moshkin, V. A. 1986a. Botanical and biological properties of castor.
- Moshkin, V. A. and Alekseev, A. P. 1986b. Ripening of seeds. In: Moshkin, V.A. (Ed.). *Castor*. New Delhi, Amerind. 315 p.



- Msaakpa, T.S.; M.o. Obasi. 2014. Corraled studies between growth and yield charaders of castro Bean (*Ricinus communis* L). int. J. Sci. Res. Publ. 4(7):1-10.
- Pabón, G. G. 2010. Estudio de las características botánicas y etnobotánicas de higuerrilla (*Ricinus communis* L.). Cultivos energéticos alternativos. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 9-23.
- Paola Andrea-Rivera, et al; 2016. Evaluación de rendimiento y calidad de aceite de siete de *Ricinus* comunes L. Agronomía Mesoamericana, vol. 27, núm. 1, pp. 183-189 Universidad de Costa Rica Alajuela, Costa Rica Revista Mesoamericana.
- Rafael-Rodríguez y Alfredo-Zamarripa, 2013. Competitividad de la higuerrilla (*Ricinus communis* L) para biocombustible en relación a los cultivos actuales en el edo. De Oaxaca, México 1. http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/143921/2/12%20Higuerrilla%20INIFAP_%20OAXACA.pdf
- Rico, P. H.; Tapia, V. L.; Teniente, O. R.; González, A. A.; Hernández, M.; Solís, B. J. & Zamarripa, C. A. 2011. Guía para cultivar higuerrilla (*Ricinus communis* L.) en Michoacán. Boletín Técnico 1. INIFAP. 42 pp.
- Rodríguez, H.; & Zamarripa, C. 2011. Competitividad de la higuerrilla *Ricinus communis* L para biocombustible en relación a los cultivos actuales en Oaxaca, México. Reunión Nacional del Innovación Agrícola, 6, 353.
- Rodríguez, D.E. & Duque, J.S. Plan de negocios para el cultivo de higuerrilla, estudio de caso. Municipio Balboa (Risaralda). Trabajo de grado presentado para optar al título de Administrador Ambiental. Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia. 2010. 100 p.
- Rosales, S. R.; R. Jiménez O.; S. Arellano A. 2013. Validación del rendimiento de higuerrilla cultivada en dos densidades de población en el estado de Durango. Memoria de la XXV Semana Internacional de Agronomía. Venecia, Durango, Méx, 502-509. (Idem)
- Solís B. J. L.; Muñoz O. A.; Escalante E. J. A.S.; Zamarripa C. A. 2011. Crecimiento de variedades y componentes del rendimiento de higuerrilla (*Ricinus communis* L.) en Montecillo, Estado de México. Rev. Mex. Cienc. Agríc [online]. 2016, vol.7, n.2 [citado 2018-04-25], pp.311-323. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200709342016000200311&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2007-0934.
- Tobar, H. J. R. 1981. Evaluación de tres densidades de siembra en variedades guatemaltecas e híbridos sur africanos del cultivo de higuerrillo (*Ricinus communis* L.). Tesis profesional. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. Guatemala. 152 p. (Idem)
- Tavora, F.J.A. 1982 A cultura da mamona. Fortaleza: EPACE, Brasil. 111 p.
- Toledo, B. R.; Coria, A. V. M.; Bautista, H. J. J.; Muñoz, F. H. J.; Vidales, F. J. A. & Castillo, V. J. C y García G.F.E. 2006. Experiencias en la Producción de Higuerrilla *Ricinus communis* L. var.
- Weiss, E.A., 1983. Oilseed crops. London: Longman, 660p.