



## CASTOR BEAN (*RICINUS COMMUNIS L.*) CROP AND ITS CURRENT SITUATION IN ECUADOR

### EL CULTIVO DE LA HIGUERILLA (*RICINUS COMMUNIS L.*) Y SU SITUACIÓN ACTUAL EN EL ECUADOR

José Francisco Orlando-López<sup>1</sup>; Leonel Alexander Zambrano-Bazurto<sup>1</sup>;  
Freddy Zambrano- Gavilanes<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador. E-mail: [freddy.zambrano@utm.edu.ec](mailto:freddy.zambrano@utm.edu.ec)

\* Author for correspondence: [freddy.zambrano@utm.edu.ec](mailto:freddy.zambrano@utm.edu.ec)

José Francisco Orlando-López: <https://orcid.org/0000-0002-8475-6643>

Leonel Alexander Zambrano-Bazurto: <https://orcid.org/0000-0001-5035-2424>

Freddy Eli Zambrano-Gavilanes: <https://orcid.org/0000-0003-0004-9122>

#### ABSTRACT

The castor (*Ricinus communis L.*) belongs to the Euphorbiaceae family, which is established on all continents. It generates great interest worldwide thanks to the content of oil extracted from the seed, which can be used in the production of biofuels, pharmaceutical and cosmetic products, and organic fertilizers, among other uses. The main of this work is to analyze the current situation of the cultivation of castor in Ecuador. The literature review was carried out, carrying out an exhaustive search in the Google Scholar, Scielo, Web of Science, and Scopus databases, from 1973 to 2022, with a total of 52 scientific manuscripts. Currently, the supply of seeds for extraction companies has been affected in Ecuador and has put the companies adrift, because few producers produce it, and it is not a technician crop or with incentives from the Ecuadorian government. It is expected that with the launch of the castor variety INIAP – 402

Este artículo es publicado por la revista Paideia XXI de la Escuela de posgrado (EPG), Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original.

“LA ROJA”, farmers are motivated to sow and that there are more attractive prices from businessmen and thus favor the producer.

**Keywords:** biofertilizer – castor – Euphorbiaceae – economic importance – oil

## RESUMEN

La higuierilla (*Ricinus communis* L.) pertenece a la familia de Euphorbiaceae, y se encuentra establecida en todos los continentes. Genera gran interés a nivel mundial gracias al contenido de aceite extraído de la semilla, al cual puede ser utilizado en la producción de biocombustibles, productos farmacéuticos y cosmetológicos, abonos orgánicos, entre otros usos. El presente trabajo tiene como objetivo analizar la situación actual del cultivo de la higuierilla en el Ecuador. Fue efectuada una revisión de literatura llevando una búsqueda exhaustiva en las bases de datos Google Académico, Scielo, Web of Science y Scopus, desde 1973 hasta 2022, con un total de 52 documentos científicos. En la actualidad el suministro de semillas para las empresas extractoras se ha visto afectado en Ecuador y ha puesto a las empresas a la deriva, debido a que son pocos los productores que la producen y no es un cultivo tecnificado ni con incentivos del gobierno ecuatoriano. Se espera que con el lanzamiento de la variedad de Higuierilla INIAP – 402 “LA ROJA”, los agricultores se motiven a la siembra y que existan precios más atractivos por parte de los empresarios y así favorecer al productor.

**Palabras clave:** aceite – biofertilizante – Euphorbiaceae – importancia económica – ricino

## INTRODUCCIÓN

La higuerrilla (*Ricinus communis* L.) es conocida comúnmente como ricino (Ruiz *et al.*, 2013), es originaria de África y es una planta con metabolismo C3 que pertenece a la familia de Euphorbiaceae (Garcillán & Rebman, 2016). Es una especie cosmopolita que tiene una alta adaptación pues se encuentra desde nivel del mar hasta 2.600 msnm, con tolerancia a la sequía y alta plasticidad (Palma-García, 2018).

El género *Ricinus* se encuentra establecido en todos los continentes, tiene varias subespecies reconocidas: *R. communis sinensis*, *R. communis zanzibarensis*, *R. communis persicus* y *R. communis africanus*, que incluyen 25 variedades botánicas (Albuquerque *et al.*, 2014). Los principales países productores de ricino en el mundo son India, Mozambique, China, Brasil, Myanmar y Etiopía. La producción mundial de ricino durante 2020 fue de 1,22 millones de t, con un rendimiento promedio de semillas de alrededor de 700–1100 kg·ha<sup>-1</sup> (Fatimah *et al.*, 2022).

Morfológicamente es un arbusto perenne con un tamaño aproximado de 1,5 – 3,5 m variando de acuerdo con el cultivar; es bien conocido por su capacidad que tiene de establecimiento en lugares con altos niveles de contaminación, además de sobrellevar factores bióticos y abióticos como salinidad, sequía, plagas y contaminantes orgánicos persistentes (Ruiz *et al.*, 2013).

A causa del fácil manejo, resistencia a sequía (Baudhdh *et al.*, 2015) y al ser generador potencial de actividades

remunerativas para pequeños agricultores es considerado como un cultivo alternativo de importancia económica y social en varios países (Suárez *et al.*, 2014; Silitonga *et al.*, 2016).

Debido a las toxinas que contiene es un cultivo no comestible, que crece en terrenos áridos y pobres por lo que potencialmente no compite con tierras donde es posible producir alimentos (Rodríguez *et al.*, 2019). Es una especie que favorece al mejoramiento medioambiental, a causa de que por las cantidades de biomasa que genera mejora el suelo (Suárez *et al.*, 2014).

La higuerrilla ha generado gran interés a nivel mundial gracias al contenido de aceite extraído de la semilla, éste puede ser utilizado en la producción de biocombustibles, productos farmacéuticos y cosmetológicos, entre otros (Palma-García, 2018). De los residuos generados después de la extracción de aceite da lugar a la torta proteica residual que también tiene posibles usos en la alimentación del ganado (Silitonga *et al.*, 2016). Sin embargo, se debe tener en cuenta que la presencia de sustancias tóxicas (alcaloides, alérgenos, entre otros) es una limitante para el uso directo de estas semillas en la alimentación animal o humana, debido a lo cual se requiere de una detoxificación previa (Vasco *et al.*, 2017).

En Ecuador el cultivo no está desarrollado de forma intensiva y existe poca información sobre su producción a nivel nacional. Ortiz (2016) menciona que en Ecuador existen alrededor de 2000 has siendo las provincias de Santa Elena, Guayas y Manabí las más productivas.

En el Ecuador, el sector agropecuario tiene gran importancia para la economía, ya que es la principal fuente de empleo en el país, actualmente representa el 29,4% de la población económicamente activa. En el ámbito económico la agricultura es considerada una de las principales actividades que genera grandes ingresos a la economía del Ecuador (Juca *et al.*, 2021); sin embargo, las políticas agropecuarias ecuatorianas no han sido consecuentes con la realidad nacional y las necesidades de los agricultores, ya que, por políticas inadecuadas se monopolizaron cultivos como el maíz, politizando su desarrollo con subsidios y donación de insumos y semillas, ocasionando desajuste de precios y abandono por parte de los agricultores a otros cultivos tradicionales tales como higuierilla.

Por ello necesidad de obtener independencia en el suministro de semilla ha obligado a ciertas empresas a plantearse la pregunta de qué tan estratégico y rentable será contar con un abastecimiento propio de materia prima, haciendo una integración hacia atrás en la cadena. El presente trabajo tiene como objetivo analizar la situación actual del cultivo de la higuierilla en el Ecuador.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para el presente trabajo de revisión de literatura se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva en las bases de datos Google Académico, Scielo, Web of Science y Scopus, desde 1973 hasta 2022, con un total de 52 manuscritos científicos.

Se utilizó como estrategias de búsqueda las siguientes combinaciones de palabras clave “*Ricinus communis*”, “Origin, morphology and taxonomy of castor bean”, “Edaphoclimatic conditions and castor beans”, “Organic and inorganic fertilization and castor beans”, “Main pests and diseases and castor beans”, “Harvest and post-harvest of the castor beans crop”, “Castor beans oil extraction process”, “Castor beans applications”, “Current situation of castor beans in Ecuador”, “Chain of commercialization and industrial demand in Ecuador for castor beans”, las mismas palabras claves fueron empleadas en español y portugués. Fue usado el gestor de referencias Mendeley.

## **Aspectos éticos**

Conforme con los aspectos éticos, los autores señalan que cumplieron todas las normas éticas nacionales e internacionales.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Origen, morfología y taxonomía de la higuierilla**

La higuierilla (*R. communis*) es un arbusto cuyo centro de origen es controvertido, aunque se especula que puede ser nativo tanto de Asia como de América (Vasco *et al.*, 2017), oficialmente se reconoce que proviene del continente africano, donde se desarrolla desde climas tropicales hasta semidesérticos, debido a su plasticidad fenotípica, así mismo, esto genera que tenga una gran rusticidad y adaptabilidad a los variados climas; es un

arbusto perennifolio de crecimiento rápido (Campos *et al.*, 2014) que pertenece a la familia botánica de las euforbiáceas (Mazzani *et al.*, 2013).

Morfológicamente presenta hojas con presencia entre 6-11 lóbulos, flores numerosas dispuestas en inflorescencias, flores femeninas y masculinas apétalas (Gola *et al.*, 2005), están dispuestas en inflorescencias al final de los tallos; las flores masculinas están en la parte inferior de las mismas, y las flores femeninas se encuentran en la parte superior de la panícula (Fanan *et al.*, 2009); tiene una altura de 1,5 – 3,5 m variando de acuerdo con el cultivar (Ruiz *et al.*, 2013); las hojas son alternas, grandes, pecioladas, en forma de palma, con cierto brillo en el haz, mates en el envés, provistas de espículas caducas, lóbulos lanceolados y márgenes dentados, pudiendo medir hasta 50 cm de longitud; el peciolo de hasta 20 cm de longitud; el fruto es una cápsula globosa de 2,5 cm de diámetro de color verde y cambia al marrón cuando está maduro, el fruto es tipo globuloso, acompañado de abundantes púas, dándole un aspecto erizado; presenta tres cavidades, cada una con una semilla, de superficie lisa y brillante, rematada por una excrecencia y contiene una toxina llamada ricina (Fanan *et al.*, 2009) de acuerdo con Mendes *et al.* (2009), la emergencia es rápida y uniforme; siendo indehiscente en los cultivares modernos y en su interior tiene 3 semillas elipsoides grandes y brillantes, de color pardo rojizo, con manchas, de las

que se extrae el aceite de higuierilla (Gola *et al.*, 2005).

### **Condiciones edafoclimáticas para el cultivo**

La tolerancia al estrés ambiental, en particular al estrés por sequía, es uno de los puntos fuertes de la higuierilla como cultivo. Debido a que el aceite es un producto exclusivamente industrial, existe la posibilidad de que la competencia por la tierra con cultivos alimentarios traslade la producción de ricino a suelos marginales. En ese escenario, la tolerancia al estrés abiótico sería particularmente importante. Las plantas de higuierilla son más sensibles al estrés hídrico en las primeras etapas de crecimiento, sin embargo, las plantas de higuierilla pueden recuperar parcialmente las funciones fotosintéticas mientras experimentan estrés debido a una severa sequía (Severino *et al.*, 2012).

El rango de lluvia ideal para la producción de higuierilla varía entre 750 y 1500 mm, con un mínimo de 600 a 750 mm durante todo el ciclo del cultivo, ajustando la siembra, de manera que la planta reciba de 400 a 500 mm hasta el inicio de la floración. En regiones con precipitaciones totales inferiores a 500 mm en época de lluvias, la higuierilla pierde gran parte de su producción económica, aumentando el riesgo de pérdida total del cultivo y/o rendimientos muy bajos (Souza *et al.*, 2013).

La higuierilla es exigente en términos de fertilidad y debe cultivarse en suelos con fertilidad media a alta. Sin embargo, los suelos con una fertilidad

muy alta favorecen un crecimiento vegetativo excesivo, prolongando el ciclo y dilatando considerablemente el periodo de floración. Tanto los suelos ácidos como los alcalinos tienen un efecto negativo en el crecimiento y desarrollo de las plantas. El cultivo prefiere suelos con pH entre 5,5 y 6,5, produciendo en suelos con pH hasta 8,0, temperatura entre 15 a 38°C y altitud desde 0 - 2500 msnm (Silva *et al.*, 2005).

### **Fertilización orgánica e inorgánica para el cultivo de higuera**

La higuera para poder producir 2000 kg ha<sup>-1</sup> de semillas necesita alrededor de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N, 18 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 32 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, 13 kg ha<sup>-1</sup> de CaO y 10 kg ha<sup>-1</sup> de MgO. Sin embargo, la cantidad de nutriente absorbido a los 133 días de germinación llega a 156, 12, 206, 19 y 21 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO y MgO, respectivamente (Severino *et al.*, 2006).

La evaluación de la variedad DS-30 en Pakistán bajo condiciones climáticas áridas mostró que diferentes dosis de nutrientes minerales afectan significativamente la altura de la planta, ramas por planta, número de cápsulas por planta, número de semillas por cápsula y rendimiento total. También se encuentra que la cantidad de N, P y K en razón 40:30:15 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente es la más adecuada para obtener el máximo rendimiento en la citada condición ambiental local, con una producción de 2371,2 kg ha<sup>-1</sup> (Yousaf *et al.*, 2018).

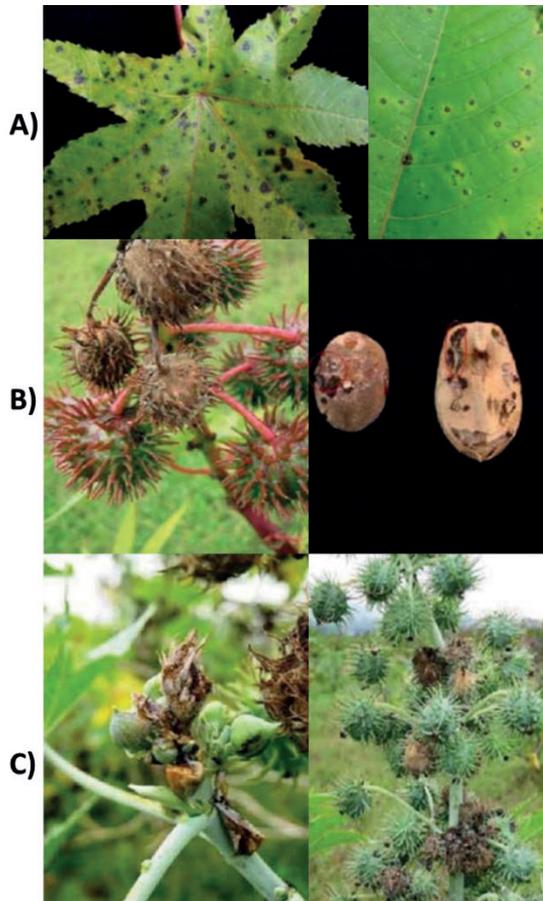
En un estudio de la fertilización orgánica en el desarrollo de la higuera variedad BRS Nordestina en Brasil, Fernandes *et al.* (2009) usaron tres fuentes orgánicas: estiércol bovino (8,23 kg<sup>-1</sup> N; 2,7 kg<sup>-1</sup> P y 11,95 kg<sup>-1</sup> de K) y dos compuestos de basura uno con 9,12; 4,82 y 7,05 kg<sup>-1</sup> de N, P y K respectivamente, el otro con 8,92; 7,37 y 7,05 kg<sup>-1</sup> de N, P y K respectivamente más el testigo absoluto, determinaron datos sobre la altura de la planta, el diámetro del tallo y el número de las hojas obtenidas a los 30, 90, 150 y 210 días después de la siembra encontraron que se promovió un incremento en su desarrollo cuando se utilizó compuestos de la basura, demostrando que los fertilizantes de origen orgánico son efectivos para las plantas y viables tanto para el sector económico, en particular para el medio ambiente, haciendo parte de una agricultura sustentable (de Lima *et al.*, 2008).

De Oliveira-Filho *et al.* (2010) usaron tratamientos que resultaron de combinación de dos cultivares de higuera (Energía y Guaraní) con siete dosis de abono orgánico (5, 10, 15, 20 y 30 t ha<sup>-1</sup>), usando torta de higuera, encontraron que las dosis más altas de torta proporcionaron plantas más desarrolladas en comparación con la fertilización mineral que fue el tratamiento testigo, indicando que es posible aprovechar los residuos de la extracción del aceite como un buen abono orgánico en las mismas plantas.

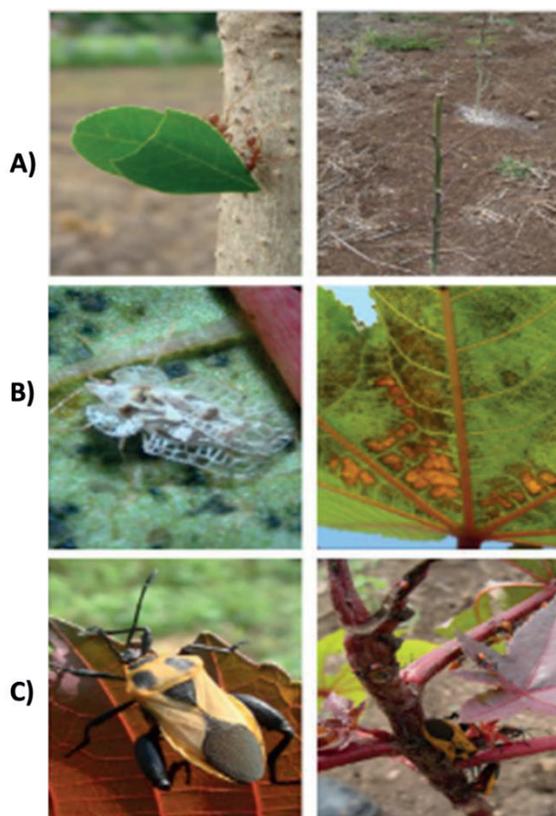
### Principales plagas y enfermedades del cultivo de higuerilla

De acuerdo a Saldarriaga *et al.*, 2011, las principales enfermedades son: Cercosporiasis (*Cercospora* sp.), Moho Ceniciento (*Amphobotrytis ricini*, Hennebert (1973)), Moho Gris (*Botrytis ricini*, Hennebert (1973)), *Botrytis* (*Botrytis* sp.) y como afectaciones por

plagas agrícolas están las siguientes: insectos de la raíz: *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1766) *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797); chiza *Phyllophaga* sp. pos. *menetriesi* Blanchard, 1850; chinches chupadores, *Falconia antioquiiana* Carvalho, 1987; chinche de encaje, *Corythuca gossypii* (Fabricius, 1794).



**Figura 1.** Principales enfermedades observadas en *Ricinus* y daños causados A) *Cercospora* sp. B) *Botrytis* sp. sobre frutos y semillas y C) *Botrytis* sp. en flores y frutos (Saldarriaga *et al.*, 2011; López-Guillén *et al.*, 2020).



**Figura 2.** Principales insectos plaga observados en *Ricinus* y daños causados A) *Atta mexicana* Smith, 1858 B) *Corythucha gossypii* Fabricius, 1794; y C) *Sagotylus confluens* Say, 1832 (Valdés-Rodríguez *et al.*, 2015).

### Cosecha y pos-cosecha del cultivo de higuera

La especie presenta hábito de crecimiento perenne en condiciones ambientales favorables la planta crece muy alta, viéndose limitado el proceso de cosecha mecánica y produce muchos frutos inmaduros, tallos frescos y hojas verdes en el momento de la cosecha (Oswalt *et al.*, 2014).

En Ecuador se conoce que un atraso en la cosecha de la variedad Portoviejo 67 incide en la pérdida de semillas, a consecuencia de la caída

de frutos por efecto de la dehiscencia. Por lo que generalmente se debe cosechar cuando los frutos del tercio inferior de los racimos están secos, lo que dará lugar a realizar cuatro o cinco pases de cosecha en todo el ciclo del cultivo. Mientras que para las variedades indehiscentes como la INIAP 401 solo será necesario realizar uno o dos pases de cosecha cuando los frutos están completamente secos (Reyes & Mendoza, 1978).

Las variedades dehiscentes se descascararán manualmente con el se-

camiento del sol; luego es necesario limpiar bien la semilla sea por ventilación o a mano. En las variedades indehiscentes deben descascararse a máquina, para esta labor existen equipos de gran eficiencia y rendimiento (van der Vossen & Mkmilo, 2007).

### **Proceso de extracción del aceite de semillas de higuierilla**

Las semillas de higuierilla contienen importante contenido de aceite y tiene versatilidad en la industria con más de 700 usos como cosméticos, plásticos, lubricantes, medicamentos y, especialmente, para la producción de biodiesel. El contenido de aceite oscila entre 35 y 60%, esto en total dependencia de la variedad de semillas y ambiente donde crece y desarrolla (Danlami *et al.*, 2015; Patel *et al.*, 2016).

Los tipos de prensas que existe en la industria aceitera son: la hidráulica y de tornillo o expeller, la ventaja de esta, con respecto a la primera, es la continuidad del proceso, no necesita gran cuidado en su manejo y da un rendimiento mayor por extracción, resultando una torta con contenidos menores de aceite (Valderrama & Aravena, 1994).

El contenido de aceite depende de la variedad de semillas y condiciones edafoclimáticas donde se establece (Danlami *et al.*, 2015), de manera general se conoce que el aceite disponible en la semilla de higuierilla es entre 45 y 55%, contrastado con el girasol que se ubica entre el 38 y 48%, la soya entre 40 y 47% y el algodón entre el 15 y 19%, este distintivo hace

de la planta una especie muy atractiva (Rodríguez & Zamarripa, 2013).

Goneli *et al.* (2018) evaluaron los efectos de la temperatura de almacenamiento y el periodo de almacenamiento en la calidad de las semillas de higuierilla, usaron semillas con un contenido de agua de aproximadamente 6,1% se almacenaron durante 180 días a temperaturas de 15, 25 y 35 °C. En la calidad de las semillas evaluaron cada 45 días durante todo el periodo de estudio midiendo la pérdida de materia seca, la conductividad eléctrica, el color y el contenido de ácidos grasos libres y peróxidos del aceite crudo extraído. Los resultados indicaron que: una mayor temperatura de almacenamiento afecta negativamente la calidad de las semillas y el aceite extraído; el efecto negativo del aumento de la temperatura con un periodo de almacenamiento más prolongado; la temperatura de almacenamiento de 15 °C afecte lo menos posible la calidad de la higuierilla y del aceite extraído.

Mediante ultrasonido también es posible extraer el aceite de higuierilla, Salinas *et al.* (2019) utilizaron un baño ultrasónico marca Zenitron Modelo TS-200, con una energía ultrasónica de 40 kHz con controles de temperatura y de tiempo, acoplando el sistema de extracción Soxhlet. Realizaron el pretratamiento de las semillas y variaron el tiempo de extracción: 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 y 2,5 h. En todos los casos, una vez transcurrido el tiempo de extracción, filtraron la mezcla, y se recuperaron el aceite del filtrado en un rotavapor calentando por encima del

punto de ebullición del solvente utilizado. Los rendimientos de extracción fueron determinados por diferencia de pesos (Salinas *et al.*, 2019).

### **Propiedades del aceite y torta de higuera**

El aceite obtenido de la semilla de *R. communis*, es un triglicérido de un ácido graso, y es uno de los pocos glicéridos naturales de alta pureza ya que la porción de ácido graso contiene casi 900 g kg<sup>-1</sup> de ácido ricinoléico. Contiene cantidades considerables de ácido graso de hidroxilo único, ácido ricinoléico (C<sub>18</sub>H<sub>34</sub>O<sub>3</sub>) estructuralmente conocido como ácido cis-12-hidroioctadeca-9-enoico, ácido graso hidroxilado de 18 carbonos que tiene un doble enlace. La presencia de ácido ricinoléico proporciona al aceite de higuera sus propiedades únicas y versatilidad inusual (Bhuiya *et al.*, 2016). Este aceite se diferencia de otros por su alto valor de aceto o hidroxilo, con un índice de yodo, viscosidad y gravedad específica comparable a otros aceites, debido a la composición química que presenta, el aceite posee ciertas propiedades químicas y físicas, que permiten su aprovechamiento en diferentes procesos en la industria química; por ejemplo, en la elaboración de pinturas, recubrimientos, lubricantes, cosméticos, resinas, etc. (Ogunniyi, 2006).

La industrialización genera t de desechos sólidos al año, lo que ha conducido a buscar opciones que permitan aprovechar los subproductos generados como las cáscaras del fruto, tallos, cascarilla de la semilla y la torta

producto de la extracción del aceite, etc (Kumar *et al.*, 2008).

La torta, es un subproducto de mucha importancia que puede ser usado como fertilizante orgánico, gracias a su contenido de nutrientes, sin embargo, por la presencia de ricina y ricinina es tóxica y alergénica (Abdalla *et al.*, 2008), lo que ha direccionado a la realización de investigaciones relacionadas a la detoxificación con el propósito de utilizarla como única fuente de proteína en alimentos para animales Ascheri *et al.* (2013).

La composición de la torta presenta 1,91% de nitrógeno; 0,28% de fósforo; 3,02% de potasio y 33,8% de proteína cruda (Severino *et al.*, 2007).

### **Aplicaciones de la higuera**

#### **- Biocombustible**

La higuera o ricino es una especie oleaginosa usada en diferentes industrias a causa de la alta calidad de su aceite, frente al problema sobre el uso de los combustibles fósiles y la necesidad de encontrar fuentes de energía alternativas, la higuera muestra un elevado potencial como materia prima en la generación de biodiesel; diferentes países ejecutan investigaciones con el objetivo de mejorar variedades que presenten niveles óptimos de producción y manejo para su industrialización (Solera *et al.*, 2015). De acuerdo a Baudh *et al.* (2015) en los últimos años ha surgido relevancia la generación de cultivos con biomasa con fines para la generación de combustibles.

La composición química del aceite es lo que le da viscosidad a altas

temperaturas y resistencia a las bajas permitiéndole no congelarse, razón por la cual se le emplea para motores de altas revoluciones (Silitonga *et al.*, 2016).

#### - Alimentación animal

La especie se puede usar en pastoreo como en corte y acarreo, los rumiantes son selectivos a la lámina de la hoja y no consumen el peciolo, tallos y frutos, pero a pesar de eso presenta alta calidad nutrimental pudiendo considerarse como un forraje proteico-energético con un valor de proteína cruda de 23 hasta 32 %; energía metabolizable de 2,7 a 2,9 Mcal/kg MS, por lo que se la considera como promisorio para el desarrollo de sistemas silvopastoriles (Palma-García, 2018).

La torta de higuierilla mediante el proceso de detoxificación puede ser usada como alimento animal. La ricina y ricinina son fácilmente inactivadas con el calor y presión aplicados en autoclave. Además, la extrusión termoplástica combinada con 1 a 2% de óxido de calcio (CaO) permite la detoxificación y elimina los alérgenos de la pasta proteica de higuierilla (Anandan *et al.*, 2012).

#### - Fitorremediación

*R. communis* presenta aplicaciones con fines de fitorremediación, en tierras contaminadas puede convertirse en una opción para su rehabilitación, además tiene la capacidad de aumentar la fertilidad del suelo y minimizar problemas de erosión del suelo, extrayendo metales

tóxicos como Cd, Pb, Ni, As, Cu, etc., así como algunos pesticidas (Baudhdh *et al.*, 2015).

#### - Fertilizante

Diferentes estudios se han efectuado usando la torta de higuierilla como fertilizante orgánico en diferentes cultivos, debido a que contiene macro y micronutrientes indispensables para el desarrollo vegetal, Ferreira *et al.* (2018) caracterizó la torta encontrando 4,2% de N; 0,7% de P; 0,7% de K; 2% de Ca; 2,3% de Mg; 10,5 de Fe; 470 mg Kg<sup>-1</sup> de Mn; 102 mg Kg<sup>-1</sup> de Zn; 30 mg Kg<sup>-1</sup> de Cu y 16 mg Kg<sup>-1</sup> de B. La misma torta la utilizó como fertilizante para el cultivo de mora, encontrando que la torta no causa efectos negativos o residuales en el cultivo.

Como fertilización en higuierilla también ha sido usada la torta, de Lima *et al.* (2008) demostró que la torta tiene buenas características para su uso como fertilizante orgánico, principalmente debido al alto contenido de N, sin embargo, la cáscara es inadecuada para su uso como fertilizante orgánico debido a la alta relación C/N que induce la deficiencia de N.

En el municipio de Seropédica, de Rio de Janeiro en Brasil, Mello *et al.* (2018) realizaron dos experimentos para evaluar el efecto de diferentes dosis de torta de higuierilla (0, 200 y 300 g m<sup>-2</sup>) y profundidades de riego (204, 224, 278 y 321 mm, en 2014 y 278, 302, 397 y 444 mm, en 2015) sobre rendimiento y calidad de bulbos de cebolla, en los años 2014 y 2015. Evaluaron biomasa seca de planta y bulbo, rendimiento total, peso fresco

de bulbo, peso seco de bulbo, diámetro medio de bulbo, eficiencia en el uso del agua. Las mayores profundidades de riego influyeron positivamente en la producción de bulbos de cebolla, independientemente de la dosis de aceite de higuierilla aplicada. Las dosis de torta de higuierilla influyeron positivamente en la producción de bulbos de cebolla cuando se aplicaron a mayores láminas de riego.

En el cultivo de algodón también fue usada la torta y cáscaras de higuierilla, Tavares & Beltrão (2020) usaron cuatro dosis de torta de higuierilla (0 – 0,8 – 1,6 y 2,4 t ha<sup>-1</sup>) y cuatro dosis de cáscara (0 – 0,8 – 1,6 y 2,4 t ha<sup>-1</sup>), suplementados con tres fuentes de N soluble a una dosis de 120 kg h<sup>-1</sup> (ausencia, urea y sulfato de amonio). A los 90 días cuantificaron la altura de la planta, el diámetro del tallo, el área foliar, el contenido de masa seca (brote, raíz y cápsula), clorofila, flavonoides, antocianina, índice de balance de N y ruptura de la membrana. Observaron que el sulfato de amonio se presentó como una alternativa viable al combinarlo con cascarilla de higuierilla, los mejores resultados en altura y contenido de clorofila obtuvieron con la aplicación de 1,6 t ha<sup>-1</sup> de cáscara de higuierilla asociada a amonio. El uso de torta y cáscara asociada a urea y sulfato de amonio no influyó en el diámetro de los brotes, flavonoides, antocianinas e índice de balance de N. El uso de 0,8 t ha<sup>-1</sup> de torta de higuierilla asociada a urea, promovió mayor extravasación de electrolitos y menor inestabilidad de la membrana plasmática.

### **Situación actual de higuierilla en Ecuador**

En Ecuador *R. communis* expresa fácil crecimiento, tanto de forma silvestre como en cultivo con amplio rango de adaptabilidad, buena recepción y distribución en todo el territorio (Rodríguez *et al.*, 2019).

Calero & Reyes (1973) y Reyes & Mendoza (1978) refieren que INIAP ha entregado a los agricultores en la década de los 70, las variedades mejoradas “Portoviejo-67” (dehiscente, abre al secarse) e “INIAP-401”, indehiscente, (no se abre al secarse), de portes medios con amplia capacidad de adaptación en zonas tradicionalmente cultivadoras de este oleaginosa como Portoviejo, Tosagua y Cascol en la provincia de Manabí y otras áreas potenciales de producción como Pedro Carbo y Santa Elena en la provincia del Guayas.

Calero (2000) indica que es una planta que día a día adquiere mayor importancia económica, debido a que, a más del aceite de uso industrial se la emplea actualmente en la elaboración de plásticos, fibras textiles, nylon, etc. En el Ecuador hasta el año 2000 esta oleaginosa ocupó el quinto lugar en las exportaciones de productos; sin embargo, su cultivo no ha alcanzó el suficiente nivel técnico, debido principalmente a que sus 25000 has de explotación, están distribuidas entre pequeños agricultores, a la falta de variedades de buen rendimiento y a los precios bajos e inestables.

De acuerdo con Zambrano (2010) en un informe de caracterización de las semillas de la colección de

Higuerilla del INIAP-Portoviejo, indicó que la colección está conformada por 123 accesiones de las cuales, 112 (91,06%) corresponden a colectas obtenidas en Manabí, 6 (4,88 %) son de Perú, 2 materiales (1,63%) Santa Elena, 1 (0,81%) a Loja, 1 (0,81%) al Azuay y 1 (0,81) a Guayas.

En el país el cultivo no está desarrollado de forma intensiva y existe mínima información en lo referente a la producción nacional; en la provincia de Manabí, existen entre 300 y 500 hectáreas sembradas de higuerilla en formas de pequeñas parcelas de recolección (Ortiz, 2016).

Desde 2009 en la estación experimental Portoviejo del INIAP, Ruilova *et al.* (2022) realizaron procesos de in-

vestigación como la recolección y variedades criollas de Higuerilla del Litoral ecuatoriano, en la que se destacó la accesión CH-060 de la localidad Colón Quimis del cantón Portoviejo, demostrando buena productividad y luego de selección masal de tres ciclos seleccionaron individuos con características agronómicas y fitosanitarias deseables para el agricultor local y la industria. Durante los siguientes años efectuaron pruebas en varias zonas en las que validaron la estabilidad agronómica y productiva superando las variedades del productor, decidieron hacer el lanzamiento de la variedad de Higuerilla INIAP – 402 “LA ROJA” obteniendo las siguientes características:

**Tabla 1.** Características agronómicas de la variedad de Higuerilla INIAP – 402 “LA ROJA”. Portoviejo, Ecuador (Ruilova *et al.*, 2022).

Características agronómicas	Datos referenciales
Inicio de floración	50 días
Altura de planta	3 m
Color de tallo	Marrón rojizo
Forma de racimo	Cónico
Longitud del racimo	42 cm
Dehiscencia	Semi dehiscente
Espinas	Con presencia
Color primario de las semillas	Café rojizo con crema
Peso de 100 semillas	52 g
Rendimiento	1.800 kg
Porcentaje de aceite	52,20 %

Según el estudio de Álvarez (2018), determinó que en Ecuador existen únicamente dos empresas que comercializan la higuerilla para la extracción de aceite, siendo estas

Oleaginosas del Puerto S.A. ubicada en la ciudad de Manta y Proycomtec S.A. ubicada en la ciudad de Montecristi, mismas que se dedican también a la elaboración de abonos agrícolas a

partir de los residuos de la generación del aceite, generando otros ingresos adicionales.

Es necesario mencionar que uno de los principales proveedores del aceite de higuerilla es Colombia, quien consume alrededor de 750 de aceite siendo que su oferta nacional es de tan solo 170 y que importa este aceite de otros lugares, como Brasil, India, Estados Unidos y Ecuador, siendo esta una gran oportunidad para incrementar la cantidad de hectáreas en Ecuador (Álvarez, 2018).

En la actualidad el suministro de semillas para las empresas extractoras se ha visto afectado y ha puesto a las empresas a la deriva, debido a que son pocos los productores que la producen y no es un cultivo tecnificado ni con incentivos del gobierno ecuatoriano. Se espera que con el lanzamiento de la variedad de Higuerilla INIAP – 402 “LA ROJA”, los agricultores se motiven a la siembra y que existan precios más atractivos por parte de los empresarios y así favorecer al productor.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdalla, A. L.; Silva Filho, J. C.; Godoi, A. R.; Carmo, C. A. & Eduardo, J.L. 2008. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37: 260-268.
- Albuquerque, S. S.; Rocha, B. P.; Albuquerque, R. F.; Oliveira, J. S.; Medeiros, R. M.; Riet-Correa, F.; Evêncio-Neto, J. & Mendonça, F. S. 2014. Spontaneous poisoning by *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) in cattle. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 34: 827-831.
- Alvarez M. N. E. 2018. *Plan de negocios para la expansión de la empresa Proycomtec S.A., Ecuador, en la producción de materias primas*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
- Anandan, S.; Gowda, N. K. S. & Sampath, K. T. 2012. *Status of biofuels in India and scope of utilizing castor (Ricinus communis) cake-a biofuel co-product-as livestock feed*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO),
- Ascheri, J.; de Carvalho, C.; Arévalo, A.; Machado, O. & Stephan, M. 2013. Caracterización físico-química de pellets extraídos de torta de higuerilla (*Ricinus comunis* L.) visando su uso en alimentos balanceados. *Embrapa Agroindústria de Alimentos-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. 5: 17. <http://faostat.fao.org>
- Baudhdh, K.; Singh, K.; Singh, B. & Singh, R. P. 2015. *Ricinus communis*: A robust plant for bio-energy and phytoremediation of toxic metals from contaminated soil. *Ecological Engineering*, 84: 640-652.
- Bhuiya, M.M.K.; Rasul, M.G.; Khan, M.M.K.; Ashwath, N. & Azad, A.K. 2016. Prospects of 2nd generation biodiesel as a sustainable fuel-Part: 1 selection of feedstocks, oil extraction techniques and conversion technologies. *Renewable Sustainable Energy Reviews*, 55: 1109-1128.

- Calero, E. & Reyes, S. 1973. *Como cultivar higuerrilla en la zona montañosa de Manabí y Guayas*. (Boletín divulgativo N° 58) Manabí, Ecuador: INIAP Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1957/1/iniaplsbd58.pdf>
- Calero, E. 2000. *El cultivo de la higuerrilla. Guayaquil, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Boliche, Programa de Oleaginosas*. Boletín Divulgativo, 69.
- Campos, J.; Díaz, E.; Orlando, I.; Loeza, J. & Bravo, C. 2014. Análisis de crecimiento de higuerrilla (*Ricinus communis* L.) En clima seco y función del nitrógeno. *Congreso Interdisciplinario de Cuerpos Académicos*, 41.
- Danlami, J. M. Arsad, A. & Zaini, M. A. A. 2015. Characterization and process optimization of castor oil (*Ricinus communis* L.) extracted by the soxhlet method using polar and non-polar solvents. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 47: 99–104.
- de Lima, R. D. L. S.; Severino, L. S.; Albuquerque, R. C.; de Macêdo Beltrão, N. E. & Sampaio, L. R. 2008. Casca e torta de mamona avaliados em vasos como fertilizantes orgânicos. *Revista Caatinga*, 21: 102-106.
- de Oliveira-Filho, A. F.; de Assis-Oliveira, F.; de-Medeiros, J. F.; de Oliveira-Mesquita, T. & Zonta, E. 2010. Crecimiento de cultivares de mamoneira sob doses de torta de mamona. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 5: 10.
- Fanan, S.; Medina, P.F.; Camargo, M.B.P. & Galbieri, R. 2009. Descrição de características agrônômicas e avaliação de épocas de colheita na produtividade da mamoneira cultivar IAC 2028. *Bragantia*, 68: 415-422.
- Fatimah, I.; Sagadevan, S.; Murugan, B. & Muraza, O. 2022. *Castor oil (Ricinus communis)*. In: Abd-Aziz, S.; Gozan, M.; Ibrahim, M.F. & Phang, L.Y. (Eds.). *Biorefinery of oil producing plants for value-added products* (pp. 51-78). Wiley.
- Fernandes, J. D.; Chaves, L. H. G.; Dantas, J. P. & Silva, J. D. 2009. Adubação orgânica e mineral no desenvolvimento da mamoneira. *Engenharia Ambiental*, 6: 358-368.
- Ferreira, L. V.; Cocco, C.; Finkenauer, D.; Picolotto, L. & Antunes, L. E. C. 2018. Adubação com torta de mamona sobre o crescimento e produção da amoreira-preta. *Revista Cultura Agronômica*, 27: 34-43.
- Garcillán, P. & Rebman, J. 2016. Nota sobre los primeros registros históricos de dos plantas invasoras en la Península de Baja California: crónica del misionero jesuita Miguel del Barco. *Acta Botánica Mexicana*, 115: 43-49.
- Gola, G.; Negri, G. & Cappelletti, C. 2005. *Euphorbiales*. En: *tratado de Botánica*. Ed. Labor. 1965:915. Pérez, V. & García, P. 2005. Potencial de argentina para la producción de tartago (*Ricinus communis* var *communis*). Argentina. [https://www.biodiesel.com.ar/download/Ricino\\_BiodiselArgentinaWeb.pdf](https://www.biodiesel.com.ar/download/Ricino_BiodiselArgentinaWeb.pdf)
- Goneli, A. L.; Corrêa, P. C.; Oliveira, A. P.; Hartmann Filho, C. P. & Oba, G. C. 2018. Castor beans quality subjected to different storage temperatures and periods. *Engenharia Agrícola*, 38: 361-368.

- Juca, L. C.; Aguirre, P. U. & Vivanco, N. A. 2021. Ecuador: análisis económico del desarrollo del sector agropecuario e industrial en el periodo 2000-2018. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 8: 08-17.
- Kumar, R.; Singh, S. & Singh, O. V. 2008. Bioconversion of lignocellulosic biomass: biochemical and molecular perspectives. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 35: 377-391.
- Lopez-Guillen, G.; Gomez-Ruiz, J. & Barrera, J. F. 2020. Artrópodos plaga y su manejo, enemigos naturales y visitantes florales asociados a la higuerrilla (*Ricinus communis*), un cultivo bioenergético: revisión. *Revista Colombiana de Entomología.*, 46: e8604.
- Mazzani, E.; Rodríguez, E.; Marín, C.; Gutiérrez, D. & Zamora, F. R. 2013. Ensayos regionales de evaluación de variedades de tártago (*Ricinus communis* L.) en cinco ambientes de siembra en Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola*, 13: 32-38.
- Mello, G. A. B. D.; Carvalho, D. F. D.; Medici, L. O.; Silva, A. C.; Gomes, D. P. & Pinto, M. F. 2018. Cultivo orgánico de cebola sob adubação com torta de mamona e lâminas de irrigação. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 40: 1-8.
- Mendes, R.C.; Dias, D.C.F.; Pereira, M.D. & Berger, P.G. 2009. Tratamentos pré-germinativos em sementes de mamona (*Ricinus communis* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, 31: 187-194.
- Ogunniyi, D. 2006. Castor oil: A vital industrial raw material. *Bioresource Technology*, 97:1086-1091.
- Ortiz, J.L. 2016. *Evaluación de la producción y comercialización potencial del aceite de higuerrilla (Ricinus communis L.) en el cantón Urcuquí* (Bachelor's thesis). Universidad Técnica del Norte.
- Oswalt, J. S.; Rieff, J. M.; Severino, L. S.; Auld, D. L.; Bednarz, C. W. & Ritchie, G. L. 2014. Plant height and seed yield of castor (*Ricinus communis* L.) sprayed with growth retardants and harvest aid chemicals. *Industrial Crops and Products*, 61: 272-277.
- Palma-García, J. M. 2018. Utilización de *Ricinus communis* L. (higuerrilla) en el desarrollo de sistemas silvopastoriles. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 22: 43-44.
- Patel, R.; Dumancas, G.; Viswanath, K.; Maples, R. & Subong, B. 2016. Castor oil: properties, uses, and optimization of processing parameters in commercial production. *Lipid Insights*, 9: 1-12.
- Reyes, S. & Mendoza, H. 1978. *INIAP-401: Nueva variedad de higuerrilla indehisciente, de altos rendimientos*. Portoviejo, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Portoviejo, Programa de Oleaginosas. Plegable no. 66.
- Rodríguez, P.; Rubio, D.; Zumalacár, L.; Pérez, O. & Penabad, L. 2019. Production and environmental impact of *Ricinus Communis* L oil for biofuel purpose, *Dyna*, 86:137-142.

- Rodríguez, R. & Zamarripa, A. 2013. Competitividad de la higuerrilla (*Ricinus communis*) para biocombustible en relación a los cultivos actuales en el estado de Oaxaca, México. Sexta época, 32: 306-318.
- Ruilova, F.; Zambrano, E.; Ponce, W.; Mendoza, J.; López, J.; Mejía, N. & Avellán, B. 2022. *Variedad de Higuerrilla INIAP – 402 “LA ROJA”*. Portoviejo, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Portoviejo, Programa de Agroenergía. Plegable No. 464.
- Ruiz, A.; Carrillo, R.; Gonzales, M. & Soto, R. 2013. Potencial del ricino (*Ricinus communis* L.) para la fitorremediación de relaves mineros y producción de aceite. *Journal of Environmental Management*, 114: 316-323.
- Saldarriaga, C.A.; M.E. Londoño, Z. & De J. Córdoba, G. 2011. *Problemas Fitosanitarios Asociados al Cultivo de la Higuerrilla en Colombia*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, Centro de Investigación La Selva, Rionegro, Antioquia, Colombia. Cartilla Divulgativa. 52 p.
- Salinas, F.; Castillo-Quiroz, D.; Castillo-Reyes, F.; Morales-Martínez, T.K.; Rodríguez-De la Garza, J. A. & Ríos-González, L.J. 2019. Extracción de aceite de la semilla de *Ricinus communis* L. asistida por ultrasonido. *Revista bio ciencias*, 6:1-10
- Severino, L. S.; Auld, D. L.; Baldanzi, M.; Cândido, M. J.; Chen, G.; Crosby, W.; Tan, D.; Xiaohua, H.P.; Lakshamma, C.; Lavanya, L. T.; Machado, T. M.; Milani, M.; Travis D.; Miller, J. B.; Morris, S. A.; Morse, A.; Navas, D.; Soares, V.; Ming, L.; Wang, M. D.; Zanutto, M. & Zieler, H. 2012. A review on the challenges for increased production of castor. *Agronomy journal*, 104: 853-880.
- Severino, L. S.; Ferreira, G. B.; Moraes, C. R. D. A.; Gondim, T. M. D. S.; Freire, W. S. D.; Castro, D. A.; Cardoso, G. & Beltrão, N. E. D. 2006. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41: 563-568.
- Severino, L. S.; Tavares, M. J. V.; Nascimento, J. D.; Ferreira, G. B.; Sofiatti, V. 2007. *Toxidez causada pelo excesso de torta de mamona como fertilizante orgânico*. Embrapa Algodão. 341.
- Silitonga, A. S.; Masjuki, H. H.; Ong, H. C.; Yusaf, T.; Kusumo, F. & Mahlia, T. M. I. 2016. Synthesis and optimization of *Hevea brasiliensis* and *Ricinus communis* as feedstock for biodiesel production: A comparative study. *Industrial Crops and Products*, 85: 274-286.
- Silva, S. D. A.; Andres, A.; Ueno, B.; Flores, C.; Gomes, C.; Pillon, C.; Anthonisen, D.; Machado, E.; Theisen, G.; Magnani, M.; Wrege, M. & Aires, R. 2005. *A cultura da mamona na região de clima temperado: informações preliminares*. Embrapa Clima Temperado-Documents (Infoteca-E).

- Solera, P.; Moreira, Ll. & Hernández, J. 2015. Descriptores botánicos para caracterizar germoplasmas de *Ricinus communis* de diferentes zonas de Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 28: 37.
- Souza, C. D.; Andrade, A. P. D.; Lima, J. R. D. S.; Antonino, A. C.; Souza, E. S. D. & Silva, I. D. F. D. 2013. Balanço hídrico da cultura da mamona sob condições de sequeiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17: 3-10.
- Suárez, J.; Martín, G.J.; Cepero, L.; Blanco, D.; Sotolongo, J.A.; Savran, V.; del Río, E. & Rivero, J.L. 2014. Procesos de innovación local en Agroenergía, orientados a la mitigación y adaptación al cambio climático en Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48:17-20.
- Tavares, M. D. S. & Beltrão, N. E. D. M. 2020. Eficiência comparativa da adubação orgânica e mineral no crescimento e metabolismo do algodoeiro. *Revista de Ciências Agrárias*, Belém, 63:1-7.
- Valderrama, J. & Aravena, A. M. Y. F. 1994. Industrialización de la higuierilla o planta de ricino parte II: extracción de aceite. *Información tecnológica*, 5: 91-97.
- Valdés-Rodríguez, O. A.; Pérez-Vázquez, A. & Palacios-Wassenaar, O. M. 2015. Insectos plaga en cultivo asociado de *Ricinus communis* y *Moringa oleifera* en el centro de Veracruz, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6: 2233-2239.
- van der Vossen, H.A.M. & Mkmilo, G.S. 2007. *Plant resources of tropical Africa 14. Vegetable oils*. PROTA foundation, Wageningen, Netherlands/Back huys Publishers, 237 p.
- Vasco, J.; Hernández, I.; Méndez, S.; Ventura, E.; Cuellar, M. & Mosquera, J. 2017. Relación entre la composición química de la semilla y la calidad de aceite de doce accesiones de *Ricinus communis* L. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8: 1343-1356
- Yousaf, M. M.; Hussain, M.; Shah, M. J.; Ahmed, B.; Zeshan, M.; Raza, M. M. & Ali, K. 2018. Yield response of castor (*Ricinus communis* L.) to NPK fertilizers under arid climatic conditions. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 31: 180-185.
- Zambrano, F. 2010. *Informe de caracterización de la colección de higuierilla, determinación de concentración y calidad de aceite de higuierilla, producción de abono orgánico a partir de la cáscara y torta de piñón*. INIAP. 6 pp.

Received June 5, 2022.

Accepted August 13, 2022.