
NOTA TÉCNICA

Producción de frutos de *Jatropha curcas* en una finca agroenergética

Production of Jatropha curcas fruits at an agro-energetic farm

Yolai Noda, G. J. Martín, R. L. Machado y J. Brunet

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey,
Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Ministerio de Educación Superior
Central España Republicana. CP 44280, Matanzas, Cuba
E-mail: yolai.noda@ihatuey.cu

RESUMEN: Se realizó un estudio en un área de *Jatropha curcas* con tres años de establecida, con el objetivo de evaluar la producción de frutos verdes, maduros y totales de *J. curcas* en cultivo puro y asociado con yuca (*Manihot esculent*). Para ello se tuvo en cuenta la quinta producción de frutos de las plantas. Los tratamientos los constituyeron las áreas de cultivo puro de *J. curcas* (T₁) y el cultivo en asociación (T₂), con siete parcelas de 240 m² cada una. Los resultados variaron en dependencia del estado fenológico de los cultivos. No se encontraron diferencias entre los sistemas en cuanto a la cantidad de frutos verdes; sin embargo, la producción de frutos maduros aumentó significativamente ($p < 0,05$) en el cultivo asociado. La producción de frutos totales fue de 1 942 para el cultivo puro y de 2 080 para el asociado. Se concluye que con la asociación de jatropha y yuca se pueden obtener producciones de frutos totales similares a las del cultivo puro; pero con la ventaja de alcanzar producciones agrícolas adicionales, específicamente de yuca, así como una maduración más rápida de los frutos de jatropha como resultado de la competencia. Se recomienda repetir este experimento en el tiempo, así como asociar la jatropha a otros cultivos, con vistas a determinar si se mantiene este comportamiento.

Palabras clave: cultivos energéticos, cultivo intercalado, sistemas de cultivos

ABSTRACT: The study was conducted at a three-year-old area of *Jatropha curcas*, in order to evaluate the production of unripe, ripe and total fruits of *J. curcas* under pure crop and associated to cassava (*Manihot esculent*), and the fifth fruit production cycle of the plantation was taken into consideration. The treatments were constituted by the area of *J. curcas* as sole crop (T₁) and the one associated with cassava (T₂), with seven plots of 240 m² each. The results varied depending on the phenological stage of the fruits. There were no differences between the systems regarding the amount of unripe fruits; however, the production of ripe fruits increased significantly ($p < 0,05$) in the system where the crops were associated. The production of total fruits was 1 942 for T₁ and 2 080 for T₂. It is concluded that with the jatropha and cassava association similar total fruit productions can be obtained, compared with the system of jatropha under pure crop; but with the advantage of reaching additional agricultural productions, specifically of cassava, as well as a faster ripening of the jatropha fruits as a result of competition between crops. To repeat this experiment in time is recommended, as well as to associate jatropha to other crops, in order to determine whether this performance is maintained.

Key words: energy crops, intercropping, crop systems

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la producción de biocombustibles se ha convertido en una importante estrategia para obtener una mayor seguridad energética y mitigar los efectos del cambio climático que afectan el planeta. Numerosos países han puesto en marcha diferentes políticas para fomentar e incrementar el uso de este tipo de energía renovable (Torchiari, 2008).

Una de las variantes más empleadas es el uso de los cultivos agroenergéticos; sin embargo, la superficie de tierra que puede ser dedicada a los cultivos agrícolas que se utilizan en la alimentación humana se reduce de manera rápida —especialmente como consecuencia de la erosión—, lo cual se estima en 100 000 km² por año. Esta situación desfavorable para el mundo ha propiciado que diversos actores busquen alternativas que satisfagan las necesidades alimentarias de todos los países, y que, a su vez, ayuden a la mitigación del cambio climático causado —fundamentalmente— por el empleo de carburantes tóxicos que tanto afectan a las sociedades.

Una importante alternativa para enfrentar la crisis alimentaria y energética, así como los efectos negativos del cambio climático, es la asociación de cultivos como un sistema de siembra que garantiza el reciclaje de nutrientes. Además, mejora el ambiente —en particular— y el agroecosistema —en general—, y contribuye a la protección contra las plagas y enfermedades y al control de las plantas arvenses. También se logra la producción diversificada de alimentos, un mejor aprovechamiento del espacio y el tiempo y, por consiguiente, un uso más adecuado de la tierra y de los insumos. Por tales motivos esta alternativa constituye un recurso de gran valor en los sistemas de producción bajo el principio de una agricultura sostenible. Sin embargo, es conocido que la interacción entre determinados cultivos puede tener un efecto inhibitorio o estimulante en los rendimientos (Rodríguez *et al.*, 2008; EuropaBio-ASEBIO, 2013).

Jatropha curcas, considerada como el cultivo agroenergético del futuro, ofrece una gran variedad de usos y oportunidades de importancia económica, ecológica y agrícola que apenas se han explotado. Por esta razón, se han realizado estudios con el propósito de obtener información acerca de la relación inter o intraespecífica entre determinados cultivos agrícolas y *J. curcas*, para determinar las posibilidades de aplicación de esta técnica agrícola tradicional sobre bases científicas con vistas a aumentar la eficiencia de los sistemas de producción

agroenergéticos. Por ello, el objetivo de esta investigación fue evaluar la producción de frutos verdes, maduros y totales de *J. curcas* en cultivo puro y asociado con yuca (*Manihot esculent*).

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la finca agroenergética de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, en un área de *jatropha* que fue sembrada en junio de 2009 con posturas provenientes de vivero y que tenía tres años de establecida

Para realizar el muestreo se tuvo en cuenta la quinta producción de frutos, lo que ocurrió en noviembre-diciembre de 2011. Los datos climáticos, desde la floración hasta el final de la cosecha, fueron: 21,2 °C de temperatura media, 83,03 % de humedad relativa, 7,8 mm de precipitación y 3,78 mm de evaporación.

Las plantas de *jatropha* estaban sembradas a una distancia de 6 m entre surcos y 2 m entre plantas. Los tratamientos los constituyeron las áreas de cultivo puro de *J. curcas* (T₁) y el cultivo en asociación (T₂). Cada tratamiento contaba con siete parcelas, de 240 m² cada una, y en cada parcela había 20 plantas. Las parcelas netas tenían una dimensión de 12 m de ancho x 6 m de largo. Se muestrearon cinco plantas por parcela, es decir, 35 plantas en cada tratamiento.

Durante el establecimiento se realizaron labores de limpieza y se aplicó una poda de formación en el primer año, para garantizar el desarrollo de las ramas laterales. En cada año siguiente se realizó una poda a 50 cm del suelo, en febrero. También en cada año se aplicó riego durante la época de menor precipitación, así como fertilizante orgánico (gallinaza) a razón de 1 kg por planta.

Las observaciones se realizaron de forma semanal, durante un mes. Se contó la cantidad de frutos verdes y maduros producidos en el cultivo puro y en el área de cultivo asociado; y se calculó la cantidad total, en cada caso.

El cultivo que se utilizó en asociación fue la yuca. Esta se plantó en marzo de 2011, mediante propágulos de 20-25 cm de largo con cinco yemas en buen estado, y se cosechó en diciembre de ese mismo año. La distancia de siembra fue de 80 cm entre surcos y 80 cm entre plantas. Se utilizó la variedad señorita, y las plantas tenían una altura media de 1,30 m durante la etapa en que se realizaron los conteos de frutos de *jatropha*.

Los datos de producción de frutos verdes y maduros fueron procesados mediante una inferencia

muestral para dos muestras independientes, a partir de una prueba t, con un nivel de significación de 0,05. Para ello se utilizó el paquete estadístico InfoStat versión 1.1.

Para la producción de frutos totales se tuvo en cuenta el total de frutos producidos por las plantas en ambos tratamientos, lo cual se comparó numéricamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de cada sistema de cultivo (T_1 y T_2) varió en dependencia del estado fenológico de los frutos. En la figura 1 se muestra la producción de frutos verdes para cada tratamiento; no hubo diferencias significativas en la cantidad de estos producida en las plantas de jatropha sembradas como cultivo puro (1 644) respecto a las que se encontraban en asociación con la yuca (1 574), después de la

última cosecha realizada. Todo parece indicar que el comportamiento de la planta durante el proceso de floración-fructificación fue similar en ambos sistemas, y que no hubo incidencia directa de la competencia que pudo ocurrir entre la jatropha y el cultivo asociado.

Sin embargo, el comportamiento fue diferente cuando los frutos maduraron (fig. 2). La mayor cantidad de frutos maduros (506) se encontró en el sistema asociado (T_2), que difirió significativamente ($p < 0,05$) del cultivo puro (T_1) con 298 frutos maduros después de la última cosecha. Ello parece indicar que se produjo un mayor aprovechamiento de los recursos hídricos y nutricionales en el área ocupada por la asociación, lo cual resulta favorable para la maduración de los frutos de jatropha.

En este sentido, Vitta (2013) plantea que la competencia entre los cultivos desempeña un im-

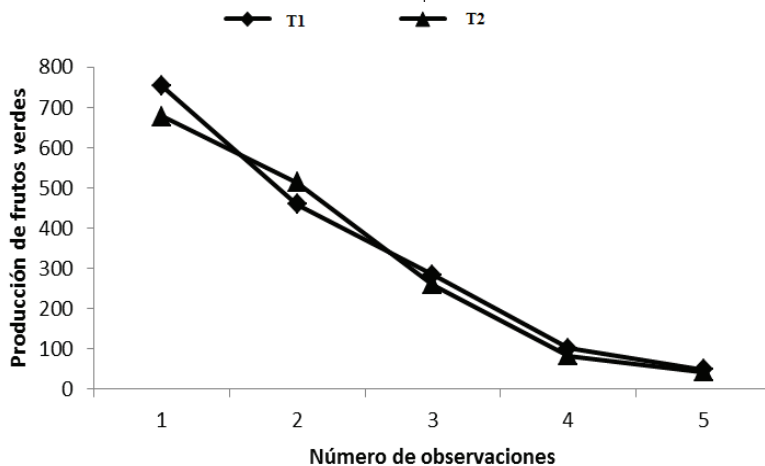
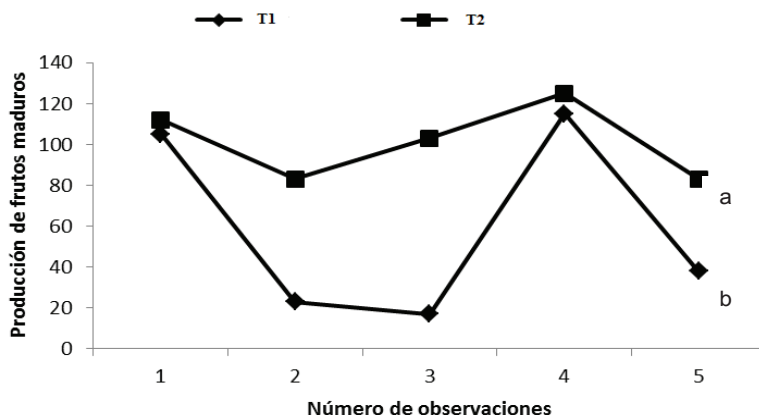


Fig. 1. Cantidad de frutos verdes producidos en cada tratamiento (ES \pm 1,10).



a, b: líneas con letras desiguales difieren a $p < 0,05$

Fig. 2. Cantidad de frutos maduros producidos en cada tratamiento (ES \pm 0,39).

portante papel en el balance productivo de los agroecosistemas; la cual puede definirse como una interacción entre individuos, provocada por la demanda común de un recurso limitado, que conduce a la reducción del comportamiento de estos.

Los recursos involucrados en la competencia son la luz, el agua y los nutrientes. A pesar de la importancia –tanto teórica como práctica– de definir en cada situación cuál es el factor involucrado en la competencia, se han orientado pocos estudios con dicho propósito. La escasez de este tipo de información puede atribuirse, en parte, a la dificultad metodológica de aislar la influencia de cada uno en particular (Palomeque, 2009).

La competencia mínima por la luz pudo ser uno de los factores que influyeron en los resultados obtenidos. Esta se determinó fundamentalmente por la diferencia en la altura, ya que las plantas de *jatropha* alcanzaron una mayor altura que las de yuca. Según Vitta (2013), dicha diferencia entre los cultivos que se utilicen en asociaciones puede tener un marcado efecto en los niveles de intercepción de luz de cada uno de los componentes de la mezcla.

Por otra parte, el éxito competitivo de una especie depende de la proporción del total de recursos que pueda capturar en las primeras etapas de su crecimiento (Berkowitz, 1988), incluso antes de que se manifieste la competencia entre los cultivos. Este es un aspecto que debe ser considerado ya que la *jatropha* contaba con tres años de establecida y con una adecuada atención cultural en el momento de la evaluación.

Para poder aseverar dichos criterios se requieren estudios fisiológicos más profundos; no obstante, el efecto que produjo la asociación de los cultivos en la maduración de los frutos es de gran interés, si se tiene en cuenta que en el proceso bioquímico

para la extracción de aceite estos deben cumplir con esa condición.

Por otra parte, la producción total de frutos en ambos sistemas fue de 1 942 y 2 080 para el cultivo puro y el intercalado, respectivamente (fig. 3). Por tanto el rendimiento de T₂ fue mayor, lo cual resulta significativo, si se tiene en cuenta que esta área tenía una producción adicional de yuca como cultivo agrícola destinado al consumo humano.

Los beneficios de las plantaciones de cultivos asociados se relacionan con la obtención de diversos productos agrícolas, así como con el mejoramiento de las condiciones ecológicas del sistema de producción (Nicholls y Altieri, 2002; Rucoba *et al.*, 2013). También proporcionan otras ventajas, entre ellas: el mejor aprovechamiento de los recursos naturales (el agua, los nutrientes del suelo y la luz solar); la protección del suelo contra la erosión; así como la reducción de los problemas ocasionados por las plantas arvenses y por el ataque de insectos-plaga, debido a la acción repelente de algunas plantas (Alternativa ecológica, 2013).

Por otra parte, aun son escasos los trabajos relacionados con la asociación de cultivos con *jatropha*, por lo que el presente estudio constituye uno de los primeros pasos en la búsqueda de sistemas alternativos de producción agrícola, donde se alcancen mayores producciones por unidad de superficie que las obtenidas en las áreas en monocultivo. Dicho sistema de siembra puede proveer, además, importantes beneficios agrícolas y económicos.

Se concluye que con la asociación de *jatropha* y yuca se pueden obtener producciones de frutos totales similares a las del cultivo puro; pero con la ventaja de alcanzar producciones agrícolas adicionales, específicamente de yuca, así como una

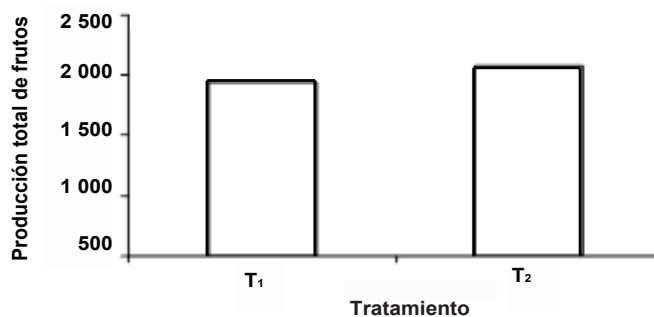


Fig. 3. Cantidad de frutos totales producidos en cada tratamiento.

maduración más rápida de los frutos de jatropha como resultado de la competencia.

Se recomienda repetir este experimento en el tiempo, así como asociar la jatropha a otros cultivos, con vistas a determinar si se mantiene este comportamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alternativa ecológica. *Asociación de cultivos*. <http://ecosiembrablogspot.com/2011/04/asociacion-de-cultivos.html>. [3/5/2013], 2013.
- Berkowitz, A. R. Competition for resources in weed crop mixtures. In: M. Altieri and M. Liebman, eds. *Weed management in agroecosystems: Ecological approaches*. Boca Ratón, USA: CRC Press, p. 89-119, 1988.
- EuropaBio-ASEBIO. *Biocombustible y uso de la tierra. Documento informativo sobre biocombustibles*. http://www.europabio.org/sites/default/files/es_biocombustibles_y_uso_de_la_tierra.pdf. [3/5/2013], 2013.
- Nicholls, Clara & Altieri, M. Biodiversidad y diseño agroecológico: un estudio de caso de manejo de plagas en viñedos. *Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*. (65):50-63, 2002.
- Palomeque, E. 2009. *Sistemas agroforestales*. Chiapas. <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/sistemas-agroforestales/sistemas-agroforestales.pdf>. [13/5/2013], 2009.
- Rodríguez, H.; Acosta de la Luz, Lérica; Hechevarría, Isabel; Milanés, Masgloiris & Rodríguez, C. Estudio comparativo entre el monocultivo y la asociación de cultivo en varias plantas medicinales. *Rev. Cub. Plant. Med.* 13 (3):1-7, 2008.
- Rucoba, A.; Munguía, A. & Sarmiento, F. Entre la jatropha y la pobreza: reflexiones sobre la producción de agrocombustibles en tierras de temporal en Yucahán. *Estudios Sociales*. XXI (41):117-141, 2013.
- Torchiaro, Luciana. Resumen. Seminario Internacional Biocombustibles, entre seguridad energética y cambio climático. En: *Nueva Sociedad, Proyecto Globalización de la Fundación Friedrich Ebert*. Río de Janeiro. No. 42. <http://www.nuso.org/upload/anexos/bioresumen.pdf>. [3/5/2013], 2008.
- Vitta, J. *Competencia entre cultivos malezas. Sitio argentino de producción animal*. <http://www.produccion-animal.com.ar>. [13/05/2013], 2013.

Recibido el 20 de mayo de 2013

Aceptado el 6 de enero de 2014