
COMUNICACIÓN CORTA

Resultados preliminares de la poda y de la aplicación de FitoMas-E en el rendimiento de *Jatropha curcas* y de cultivos asociados

*Preliminary results of the pruning and application of FitoMas-E on the yield of *Jatropha curcas* and associated crops*

Yolai Noda-Leyva y Giraldo Jesús Martín Martín

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Universidad de Matanzas.
Ministerio de Educación Superior. Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba
Correo electrónico: noda@ihatuey.cu

RESUMEN: Con el objetivo de determinar el efecto de la poda y de la aplicación de FitoMas-E en el rendimiento de *Jatropha curcas* y de cultivos asociados, mediante un diseño en bloques completamente aleatorizados, se estudiaron seis tratamientos: T1: control sin poda y sin aplicación foliar; T2: control sin poda con aplicación foliar; T3: poda a 50 cm sin aplicación foliar; T4: poda a 50 cm con aplicación foliar; T5: poda a 100 cm sin aplicación foliar; T6: poda a 100 cm con aplicación foliar. Se evaluaron los días de brotación, el número de brotes emergidos, el número de ramas productivas por planta, el número de racimos por rama, el número de frutos por racimo, los frutos cosechados, el peso de los frutos y el peso de las semillas, y además se estimó el rendimiento de frutos y el de semillas. Durante la etapa experimental se sembró calabaza y frijol y se calculó el rendimiento agrícola. T4 fue el más precoz en brotar (6 días), y además alcanzó el mayor número de brotes (10), de ramas productivas (12) y 1,2 t de semilla/ha. La calabaza y el frijol tuvieron rendimientos de 7,0 y 2,7 t/ha, respectivamente. Se concluye que la poda, combinada con la aplicación foliar de FitoMas-E influye favorablemente en las variables morfológicas y productivas de *J. curcas*, por lo que se recomienda continuar estos estudios.

Palabras clave: bioestimulantes, brotación, rendimiento de cultivos.

ABSTRACT: In order to determine the effect of pruning and application of FitoMas-E on the yield of *Jatropha curcas* and associated crops, through a completely randomized block design, six treatments were studied: T1: control without pruning and without leaf application; T2: control without pruning with leaf application; T3: pruning at 50 cm without leaf application; T4: pruning at 50 cm with leaf application; T5: pruning at 100 cm without leaf application; T6: pruning at 100 cm with leaf application. The days to sprouting, number of emerged sprouts, number of productive branches per plant, number of racemes per plant, number of fruits per raceme, harvested fruits, weight of the fruits, weight of the seeds, were evaluated, and the fruit and seed yields were also estimated. During the experimental stage squash and beans were intercropped and the agricultural yield was calculated. T4 was the most precocious in sprouting (6 days), and it also reached the highest number of sprouts (10), of productive branches (12) and 1,2 t of seed/ha. The squash and beans had yields of 7,0 and 2,7 t/ha, respectively. It is concluded that pruning, combined with the leaf application of FitoMas-E influences favorably the morphological and productive variables of *J. curcas*, for which continuing these studies is recommended.

Keywords: biostimulators, sprouting, crop yield

INTRODUCCIÓN

La jatrofa (*Jatropha curcas* L.), pertenece a la familia *Euphorbiaceae*, es originaria de Mesoamérica pero se cultiva en diversos países con fines agroenergéticos.

Los resultados de investigación indican que la jatrofa será una de los sustitutos de los combustibles fósiles en la producción de biodiesel; esta especie podría asegurar una provisión abundante para su empleo como elemento de otros carburantes, lo

cual la convierte en el más prometedor combustible vegetal del futuro, amigable con el medio ambiente (EuropaBio, 2013). Sin embargo, para lograr la mayor eficiencia de su producción es necesario tener en cuenta algunos aspectos del manejo agronómico, entre los que se encuentra la poda, una de las prácticas más importantes (González-Rodas, 2011) para la producción de flores y frutos, que dependen del número de panículas terminales por planta.

Al aplicar esta medida cultural en jatrofa se pretende lograr que las plantas tengan un mayor número de ramas y, proporcionalmente, una mayor producción; así como permitir la penetración de los rayos solares, facilitar el paso del viento, fortalecer las ramas productivas, regular el tamaño de las plantas, facilitar la colecta manual de los frutos y eliminar las ramas dañadas o improproductivas (Alfonso y Reyes, 2009).

Hasta el momento no existe una secuencia de poda recomendada para este cultivo, y las prácticas de manejo establecidas se basan en los criterios generales para el mantenimiento y la conformación de la estructura de la planta; pero se desconoce cuál sería el manejo adecuado que proporcione aceptables rendimientos de frutos, así como las variaciones productivas que pueden ser causadas por las condiciones edafoclimáticas de cada región y por las características de las procedencias (Machado, 2011).

En la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH) –Matanzas, Cuba– se han realizado podas a 50 cm de altura sobre la base del suelo, preferiblemente después de la etapa de fructificación, en el mes de marzo, con el objetivo de que se desarrollen ramas productivas, ya que las procedencias colectadas e introducidas emiten solamente un tallo principal. Sin embargo, aún existen muchas interrogantes relacionadas con el manejo adecuado de la poda, de manera que permita obtener una producción considerable de frutos, sin afectar la supervivencia de la planta asociada con cultivos destinados a la alimentación.

Se ha comprobado que otros factores, como la nutrición, también determinan en el rendimiento productivo de la especie. En este sentido, la utilización de productos biológicos y estimulantes orgánicos, que propicien los rendimientos esperados y estén en armonía con el ambiente, es una alternativa sana y menos costosa que se debe tener en cuenta en proyectos y estudios futuros (Soarez, 2014).

La utilización de biofertilizantes y estimulantes es una práctica en progreso y aceptada por los

productores; para este fin se emplean numerosos microorganismos solubilizadores de nutrientes, hongos antagonistas del suelo con efecto bioestimulante y hormonas vegetales que, en pequeñas cantidades, logran efectos significativos, como por ejemplo FitoMas-E obtenido en el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) –La Habana, Cuba–. Es un producto natural que contiene hasta 20 % de materia orgánica, y se ha demostrado que estimula el desarrollo de las raíces, los tallos y las hojas. También mejora la nutrición, la floración y el cuajado de los frutos, y, con frecuencia, reduce el ciclo vegetativo de los cultivos (López *et al.*, 2002).

Considerando estos beneficios, es oportuno utilizar sistemas de cultivos alimenticios en asociación con jatrofa (Quimbayo *et al.*, 2010), por su factibilidad para mejorar el aprovechamiento del suelo, con prácticas de manejo limpias que no afectan ni contaminan al ambiente; con ello se evita la dependencia de un solo cultivo.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, el objetivo del estudio fue determinar el efecto de la poda y de la aplicación de FitoMas-E en el rendimiento de *J. curcas* y de cultivos asociados.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la finca integrada de producción de alimentos y energía de la EEPFIH. Para ello se utilizó *J. curcas* procedencia Cabo Verde, con seis años de establecida.

Un año antes de iniciar el estudio se hizo una poda de homogenización a todas las plantas, a una altura de 10 cm sobre la base del suelo. La distancia de siembra fue de 6 x 2 m (833 plantas/ha).

El experimento se desarrolló durante dos años. En cada año se tuvo en cuenta los dos periodos de fructificación de la jatrofa para las condiciones edafoclimáticas de Cuba (julio-septiembre y diciembre-febrero).

El área bruta de la parcela era de 24 m de ancho por 10 m de largo, y la de la parcela neta, de 12 m de ancho por 6 m de largo. Cada parcela estuvo integrada por 20 plantas y cuatro réplicas (80 por tratamiento); y se evaluaron seis plantas en cada uno, para un total de 24 plantas.

Se empleó un diseño en bloques completamente aleatorizados, con los siguientes tratamientos:

- T1: control sin poda y sin aplicación foliar
- T2: control sin poda con aplicación foliar
- T3: poda a 50 cm sin aplicación foliar
- T4: poda a 50 cm con aplicación foliar

- T5: poda a 100 cm sin aplicación foliar
- T6: poda a 100 cm con aplicación foliar

A todas las ramas de cada planta se les aplicó FitoMas-E, a razón de 1 L/ha (según la dosis recomendada por el ICIDCA), en tres momentos: una semana después de la poda, un mes antes del período de floración, y al comienzo de la fructificación de la arborea.

La evaluación morfológica y productiva se realizó en todas las plantas que conformaron la parcela neta. Cuando estas se encontraban en fructificación, se recogieron los frutos maduros y secos, semanalmente, hasta el final de dicha fase.

Las variables a medir se ajustaron a los descriptores propuestos por Campuzano (2009), estas fueron:

- Días de la brotación (DB): se evaluó después de la poda hasta la aparición de los brotes de las yemas.
- Número de brotes emergidos (BE): se contó la cantidad de brotes emergidos después de la poda, en cada tratamiento.
- Número de ramas productivas por planta (RP): se contabilizó la cantidad de ramas de cada planta que produjeron frutos.
- Número de racimos por rama (RR): se contó el número de racimos por rama primaria, en dos ramas por planta, semanalmente, en cada fructificación de la planta.
- Número de frutos por racimo (FR): se contó el número de frutos por racimo, en dos racimos por planta en ramas diferentes, semanalmente, en cada fructificación de la planta.
- Frutos cosechados (FC): se sumaron los frutos por planta en cada cosecha.
- Peso de los frutos (PF): se cuantificó, con la ayuda de una balanza, el peso en gramos de 10 frutos maduros (color de la cáscara: amarillo).
- Peso de las semillas (PS): se cuantificó, con la ayuda de una balanza, el peso de 100 semillas (g).

Algunas de estas variables sirvieron para estimar el rendimiento de frutos (RF) y el rendimiento de semillas (RS), expresados en kilogramos por hectárea.

Durante la etapa experimental se sembró calabaza (*Cucurbita maxima*) var. R-G y frijol (*Phaseolus vulgaris*) var. Cuba Cueto 25-9. En el caso de la calabaza, la distancia de siembra fue de 1 m entre plantas y se sembró solo un surco entre dos de jatrofa, separados a una distancia de 3 m. En el frijol se utilizó una distancia de siembra de 70 cm entre surcos y 30 cm entre plantas, por lo que entre dos

surcos de jatrofa quedaron cinco surcos de la leguminosa (120 cm entre ambas especies).

Para el mantenimiento de las plantaciones se tuvo en cuenta las normas técnicas descritas para cada cultivo,

En el procesamiento de los datos se utilizó un ANOVA de clasificación simple, después de verificar que los supuestos cumplían con el ajuste de homogeneidad de varianza y de distribución normal; para ello se empleó el paquete estadístico Infostat, versión 1.1. Las medias se compararon por el test de Duncan, para un nivel de significación de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la poda en jatrofa, para las variables días de la brotación, número de brotes emergidos y número de ramas productivas por planta, se muestran en la tabla 1.

T4 difirió significativamente del resto de los tratamientos ($p < 0,05$) en todas las variables. Este fue el más precoz en brotar (a los seis días), alcanzó el mayor número de brotes (10) y produjo más ramas productivas (12).

Este comportamiento pudo estar dado porque al podar a una menor altura con respecto a la base del suelo, la planta puede hacer un uso eficiente de sus reservas debido a la mayor concentración de nutrientes, en comparación con una altura de poda mayor.

Los estudios sobre el efecto de la altura de poda en otras arboreas reportan resultados contradictorios; por tanto, debido a la ausencia de información conclusiva sobre la influencia subsecuente de dicha práctica solo se pueden hacer comentarios especulativos. No obstante, es probable que en los sistemas donde se efectúen podas a una mayor altura ocurra una menor recuperación de las plantas (Stür *et al.*, 1994). En este sentido, Medina *et al.* (2007) plantearon que el corte bajo (10 cm sobre el nivel del suelo) favorece un crecimiento más acelerado de la planta, debido a que quizá este comportamiento constituye una estrategia de supervivencia de la especie.

Por otra parte, el uso del FitoMas-E pudo influir positivamente en estos aspectos, ya que es un producto reconocido por su efectividad antiestrés con sustancias naturales propias del metabolismo vegetal; además, estimula y vigoriza la germinación o brotación hasta la fructificación de los cultivos y disminuye los daños que puedan ocasionar los factores bióticos y abióticos (Montano *et al.*, 2007).

El desarrollo de un mayor número de ramas productivas en T4 resultó un aspecto relevante, ya

Tabla 1. Características morfológicas de *J. curcas* procedencia Cabo Verde después de la poda.

Tratamiento	Días de la brotación	Número de brotes emergidos	Número de ramas productivas por planta
T1	-	2 ^c	4 ^d
T2	-	3 ^c	4 ^d
T3	7 ^b	8 ^b	10 ^b
T4	6 ^a	10 ^a	12 ^a
T5	8 ^c	7 ^b	8 ^c
T6	7 ^b	8 ^b	10 ^b
EE (±)	0,68*	1,12*	0,94*

a, b, c, d: letras distintas en cada fila indican diferencias significativas a $p < 0,05$.

que según Alfonso y Reyes (2009) este es el principal objetivo que se persigue con las podas en jatrofa, específicamente con la procedencia Cabo Verde. Físicamente, esta procedencia se muestra con un tallo principal del que emergen varias ramas primarias y a su vez secundarias y terciarias (Machado, 2011), por lo que la productividad de la planta estará en función de la cantidad de ramas que se formen a partir de las podas.

En la figura 1 se muestra el promedio de racimos por rama (RR) y frutos por racimo (FR) que se produjeron en jatrofa. La poda influyó positivamente, en la variable RR ya que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con dicha práctica (T3, T4, T5 y T6), pero estos difirieron con respecto a T1 y T2.

Guerrero *et al.* (2011), al estudiar la caracterización morfológica y agronómica de una colección de *J. curcas*, señalaron que la especie forma generalmente un racimo por rama y solamente en ocasiones en las que se aplique un manejo agrícola

adecuado se pueden alcanzar dos RR, lo cual se corroboró en los resultados del presente estudio.

En cuanto a FR no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, aunque *sí* numéricas, a favor del T4 y el T6, lo que es importante, debido a que puede incidir en la productividad del cultivo.

Los valores medios de frutos cosechados (FC), el peso de los frutos (PF), el peso de las semillas (PS), el rendimiento de frutos (RF) y el rendimiento de semillas (RS) se muestran en la tabla 2. Todos los tratamientos en estudio produjeron frutos, con diferencias significativas entre ellos; T4 presentó la mayor cantidad de frutos cosechados.

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para las variables PF y PS. En el caso de RF los mejores tratamientos fueron T3, T4 y T6, que no difirieron significativamente entre ellos pero sí con respecto a los demás, y se obtuvieron rendimientos de 22,91; 23,95 y 22,56 kg/ha de frutos, respectivamente.

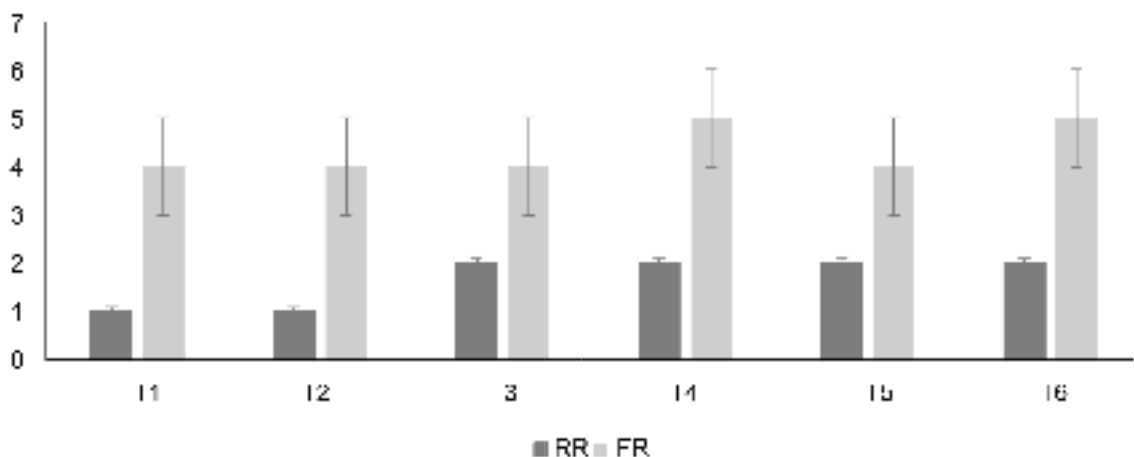


Figura 1. Cantidad de racimos por rama y frutos por racimo en *J. curcas* por efecto de la poda.

Tabla 2. Características productivas de la jatrofa por efecto de la poda

Tratamiento	Frutos cosechados	Peso de los frutos (g)	Peso de las semillas (g)	Rendimiento de frutos (kg/ha)	Rendimiento de semillas (kg/ha)
T1	677 ^f	712	1196	16,66 ^d	843,09 ^f
T2	759 ^e	714	1216	18,74 ^e	961,02 ^e
T3	921 ^b	721	1234	22,91 ^{ab}	1 183,40 ^b
T4	961 ^a	721	1243	23,95 ^a	1 243,80 ^a
T5	844 ^d	718	1246	21,17 ^b	1 095,00 ^d
T6	902 ^c	720	1243	22,56 ^{ab}	1 167,44 ^c
EE (±)	12,4 [*]	0,66 ^{n.s}	0,12 ^{n.s}	1,98 [*]	10,50 [*]

a, b, c, d, e, f. letras distintas en cada fila indican diferencias significativas a $p < 0,05$.

En cuanto a RS, se alcanzó 1 243,80 kg/ha (1,2 t/ha) con T4 y este difirió significativamente del resto. Estos rendimientos coinciden con los informados en Perú por Gonzáles-Rodas (2011), quien obtuvo entre 0,51 y 1,79 t/ha para la primera y la segunda poda de renovación. Sin embargo, si se comparan con los reportados por Loyola-Vargas (2011) se consideran bajos, ya que el autor refiere que las semillas de la jatrofa rinden aproximadamente de 6 a 8 t/ha, aunque señaló que tales resultados fueron posibles después de siete años de explotación del cultivo, periodo a partir del cual la especie comienza a estabilizar el rendimiento productivo.

Si se tiene en cuenta que los resultados son preliminares, ya que la planta solo tiene dos años de explotación, se podrían alcanzar los rendimientos reportados por Loyola-Vargas (2011), siempre que se garantice un adecuado manejo agronómico de la plantación.

Por otra parte, los rendimientos de los cultivos asociados fueron de 7,0 y 2,7 t/ha (para calabaza y frijol, respectivamente). Estos resultaron inferiores a los encontrados cuando dichas especies producen en monocultivo, lo que constituye una desventaja de los sistemas en asociación, ya que los rendimientos disminuyen en un 30 % aproximadamente. Sin embargo, su ventaja radica en que se puede obtener diversidad de especies, se realiza un mejor aprovechamiento de la tierra y se protege el suelo.

Se concluye que la poda a 50 cm y la aplicación de FitoMas-E fue el tratamiento de mejores resultados. Además, no se afectan los rendimientos productivos de los cultivos anuales intercalados, por lo que a través de estos sistemas de asociación se pueden obtener producciones para usos energético y alimenticio. Es recomendable continuar estos estudios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfonso, J. & Reyes, P. P. *Poda del cultivo del piñón (Jatropha curcas)*. Proyecto Gota Verde. Honduras: Centro de Comunicación Agrícola de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. 2009.
- Campuzano, L. F. *Perspectivas de la investigación de Jatropha curcas L. en Colombia parte I: Componente genético*. http://www.procitropicos.org.br/portal/newbb/viewtopic.php?topic_id=44&forum=5&post_id=44#forumpost44, 2009.
- EuropaBio. *Biocombustibles y uso de la tierra*. Bruselas: EuropaBio, Asebio. Documento informativo sobre biocombustibles. http://www.europabio.org/sites/default/files/es_biocombustibles_y_uso_de_la_tierra.pdf. [06/06/ 2013], 2013.
- Gonzáles-Rodas, L. *Optimización de la poda de renovación en plantas establecidas de piñón blanco Jatropha curcas en Picota, San Martín, Perú*. Tesis presentada para optar por el título de Ingeniero Agrónomo. Tarapoto, Perú: Escuela Académico Profesional de Agronomía, Universidad Nacional de San Martín, 2011.
- Guerrero, J. A.; Campuzano, L. F.; Rojas, S. & Pachon, J. Caracterización morfológica y agronómica de la colección nacional de germoplasma de *Jatropha curcas* L. *Orinoquia*. 15 (2):131-147, 2011.
- López, R.; Montano, R.; Vera, G. A.; Rodríguez, Y. & Berto, Y. *Evaluación de diferentes dosis de Fitomas-E en el estudio del pepino (Cucumis sativus L.) Variedad SS-5*. <http://www.ilustrados.com/tema/778/Evaluacion-diferentes-dosis-FitoMas-cultivo-pepino.html>, 2002.
- Loyola-Vargas, V. *Mejoramiento genético de Jatropha curcas mediante técnicas biotecnológicas*. Mérida, México: Centro de Investigación Científica de Yucatán; 2011. http://www.cicy.mx/posgrado/Doc_ER/6.%20vinculaci%C3%B3n/18.2%20Convenios/Conv8_Conacyt.pdf, 2011.
- Machado, R. Caracterización morfológica y productiva de procedencias de *Jatropha curcas* L. *Pastos y Forrajes*. 34 (3):267-280, 2011.

- Medina, María G.; García, D. E.; Clavero, T. & López, J. G. Influencia de la distancia entre surcos y altura de corte en algunos indicadores de *Morus alba* (L.) sometida a pastoreo. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 24:468-480, 2007.
- Montano, R.; Zuaznabar, R.; García, A.; Viñals, Mabel & Villar, J. FitoMas-E, bionutriente derivado de la industria azucarera. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*. 41 (3):14-21, 2007.
- Quimbayo, Aida M.; Castilla, C. & Campuzano, L. F. *El uso actual del cultivo de la Jatropha curcas L. en sistemas agroforestales y silvopastoriles y su potencial para contribuir al desarrollo social y económico de un cultivo en expansión mundial*. Colombia: CORPOICA-Sede Libertada, 2010.
- Soarez, D. *Efecto del FitoMas-E sobre el crecimiento y rendimiento del girasol (Helianthus annuus L. cv. CIAP JE- 94)*. Tesis para aspirar al título de Ingeniero Agrónomo. Villa Clara, Cuba: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, 2014.
- Stür, W. W.; Shelton, H. M. & Gutteridge, R. C. Defoliation and management of forage tree legumes. In: R. C. Gutteridge and H. M. Shelton, eds. *Forage tree legumes in tropical agriculture*. Wallingford, United Kingdom: CAB International. p. 144-157, 1994.

Recibido el 24 de junio del 2016

Aceptado el 14 de septiembre del 2016