

Evaluación de cuatro variedades de higuierillo (*Ricinus communis* L.) para la producción y rendimiento de aceite en Colombia

Hurtado-Salazar Alejandro¹, Gutiérrez Germán², Restrepo José Fernando², Costa Nobre Danúbia Aparecida¹

¹Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa. 36570-000. Viçosa, Brasil.
Correio eletrônico: alhuza@gmail.com

²Departamento Sistemas de Producción, Universidad de Caldas. Apartado aéreo 275. Manizales, Colombia.

Recibido: 8/11/12 Aceptado: 25/4/13

Resumen

El higuierillo (*Ricinus communis* L.) es una alternativa de explotación por su gran potencial para la producción de aceite. Tiene diversos usos y la posibilidad de producción de biodiesel. Este combustible contribuiría a reducir el consumo de derivados del petróleo. Este estudio tuvo como objetivo evaluar cuatro variedades de diferentes zonas: dos provenientes del Ecuador («Negra» y «Blanca jaspeada»), una del Valle del Cauca y otra («Violeta») de la zona cafetera del municipio de Manizales en Colombia. El experimento se llevó a cabo en el municipio de Palestina, departamento de Caldas, a 1010 msnm. Se utilizó un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones. Cada bloque estaba compuesto por 36 plantas y nueve conformaban cada parcela. Siete meses después de la siembra se realizó una poda a 50 cm del suelo buscando una renovación y menor porte de las plantas por la altura que habían alcanzado (>3,5 m), e iniciando de nuevo las evaluaciones (segundo ciclo) cuatro meses después de la poda. En ambos ciclos se encontraron diferencias significativas para el peso de semilla, peso seco de racimo, número de semillas y rendimiento. Se destacó la variedad «Blanca jaspeada» con un rendimiento de 3,5 ton/ha⁻¹ mientras «Violeta» rindió 0,72 ton/ha⁻¹. Pero sin embargo la variedad «Violeta» fue la de mejor contenido de aceite con 36,7%. El análisis financiero demostró que «Blanca jaspeada» presentó la relación beneficio/costo más alta con un retorno de 2,14 centavos por dólar invertido.

Palabras clave: ciclos productivos, productividad de semilla costo de producción

Summary

Evaluation of Four Castor Bean (*Ricinus communis* L.) Varieties for Yield and Oil Production in Colombia

The castor bean (*Ricinus communis* L.) is an alternative to production because of its great potential for oil production. It has many uses and the possibility of producing biodiesel. This fuel can contribute to reducing petroleum consumption. This study aimed to evaluate four varieties from different areas: two from Ecuador («Negro» and «Blanca jaspeada»), one from Valle del Cauca, and another one («Violeta») from coffee zone of the municipality of Manizales in Colombia. The experiment was conducted in Palestina Township, Caldas department, 1010 masl. We used a randomized block design with four replications. Each block consisted of 36 plants and each plot had nine plants. Seven months after planting pruning was performed 50 cm from the ground looking for a renovation and smaller size of the plants because of the height they had reached (> 3.5 m), and initiating new assessments (second cycle) four months after pruning. In both cycles there were significant differences for seed weight, bunch dry weight, seed number and yield. The genotype «Blanca jaspeada» was superior, with a yield of 3.5 t/ha⁻¹ while «Violeta» genotype yielded 0.72 t/ha⁻¹, but was, however, the best for oil content with 36.7%. The financial analysis showed that for «Blanca jaspeada» the benefit/cost rate was higher, with a return of 2.14 cents per dollar invested.

Keywords: production cycles, seed productivity, production cost

Introducción

Los biocombustibles son una alternativa para contrarrestar los daños ocasionados al ambiente por el uso de los combustibles fósiles (Labrousse, 1998; Durham y Wood, 2002), así como para el desarrollo de zonas rurales al establecer cultivos bioenergéticos y utilizar este biocombustible en la maquinaria de los productores, o en la generación de electricidad para su consumo. Además, esta producción coadyuvará a hacer frente al futuro desabastecimiento de petróleo, cuya amenaza enfrenta hoy la humanidad. Una planta factible de incorporarse a la producción de biocombustibles es el higuerrillo, de la cual se obtiene el aceite de ricino, que presenta gran densidad, conserva su viscosidad a diferentes temperaturas y se congela a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Goytia-Jiménez *et al.*, 2011).

La utilización de higuerrillo para la producción de biodiesel es una realidad en el mundo. Todavía hay barreras para la expansión del cultivo debido a escasez de informaciones y de cultivares disponibles en el mercado. No obstante, debido a las innumerables aplicaciones del aceite de higuerrillo y su creciente consumo, se observa mayor interés en los últimos años por el conocimiento y desarrollo del cultivo (Savy Filho, 2007).

Desde el punto de vista económico, puede ser considerado un sistema productivo promisorio ya que Colombia no cuenta con la cantidad necesaria para el autoabastecimiento de los combustibles de origen vegetal. Debido a la escasez de estos cultivos a nivel tecnificado, otra gran ventaja es la fácil adaptabilidad de esta planta a diferentes umbrales térmicos, pudiéndose producir con relativa facilidad en gran parte del territorio colombiano. Por último, la utilización de dichos combustibles contribuye a la reducción en la emisión de gases nocivos, disminuyendo así problemas de salud pública, y minimizando el efecto invernadero (Azevedo *et al.*, 2007). La producción de biodiesel a partir de la planta de higuerrillo, es una alternativa que debe ser estudiada en profundidad para desarrollar conocimiento sobre los beneficios de la producción y utilización del biodiesel (Azevedo *et al.*, 2007).

El higuerrillo es esencialmente un arbusto de 2 a 5 m de altura; de tallo grueso y leñoso, hueco por dentro, puede tomar un color púrpura oscuro y suele estar cubierto de un polvillo blanco, semejante a la cera. Las hojas son muy grandes, de bordes irregularmente dentados. Las flores 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. El fruto es globuloso, casi siempre cubierto por abundantes púas, que le dan un aspecto erizado; tiene 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). Normalmente propagada vía seminífera, de acuerdo con Mendes *et al.* (2009), la emergencia es rápida y uniforme. Por lo tanto, es importante conocer los diferentes genotipos y su sistema de producción. En este sentido, el objetivo de este estudio fue evaluar cuatro variedades de higuerrillo para la región cafetera de Colombia.

Materiales y métodos

El presente trabajo se llevó a cabo en la granja Montelindo, propiedad de la Universidad de Caldas ubicada en la vereda de Santaguada, Municipio de Palestina Caldas, Colombia, a 1010 msnm. La zona se caracteriza por poseer un suelo clasificado como Dystrandept, y las siguientes características climáticas: precipitación anual de 1800 mm, humedad relativa del 76% y temperatura promedio de $23\text{ }^{\circ}\text{C}$. De acuerdo con Terliem *et al.* (1997) y Gómez y Jaramillo (1990), las variaciones climáticas no obedecen a estaciones sino a la altitud. El clima de la región cafetera se mantiene relativamente estable durante todo el año, presentando un comportamiento bimodal de las lluvias según sea época de temporada seca (diciembre-enero y en julio-agosto) o de temporada de lluvias (abril-mayo y octubre-noviembre).

La siembra se llevó a cabo en vivero en bolsas plásticas de 12 x 23 cm con una mezcla de suelo, estiércol y arena a razón 2:1:1. Antes del establecimiento se realizó un control de arvenses mecánico (guadaña) y una aplicación de un herbicida sistémico (Glifosato $1,5\text{L/ha}^{-1}$) en el sitio de transplante (plato). La fertilización se realizó con una mezcla física de NPK conocida como triple quince (15-15-15) a razón de 50 g por planta, también se aplicaron hongos benéficos como *Paecilomyces lilacinus* (400 g ha^{-1}) y *Trichoderma* spp. (700 g ha^{-1}). El establecimiento en campo fue en octubre del año 2005, y las evaluaciones se llevaron a cabo en dos ciclos productivos. El primer ciclo productivo fue entre los meses de marzo a mayo del año 2006. Siete meses después del trasplante (mayo 2006) se realizó una poda fuerte a 50 cm del suelo buscando la renovación y menor porte de las plantas por la altura que habían alcanzado ($>3,5\text{ m}$), iniciándose el segundo ciclo productivo. Se cosechó en los meses de septiembre a diciembre del mismo año.

Las diferentes evaluaciones se realizaron durante 16 meses, semanalmente, teniendo en cuenta que la planta presentó un desarrollo acelerado. Los materiales evaluados fueron cuatro variedades de higuierillo «Blanca jaspeada» suministrada por productores de Ecuador, «Negra», «Valle» y «Violeta» fueron suministrados por diferentes productores de Colombia.

Las distancias de plantación fueron de 2 m entre surcos y 2 m entre plantas para una densidad de 2500 plantas ha^{-1} , de acuerdo con experiencias de algunos productores. Los materiales fueron analizados en un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones, cada bloque estaba compuesto por 36 plantas de las cuales nueve conformaban la parcela útil. El diseño experimental utilizado fue en bloques al azar y los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y test de Fisher, siendo las características significativas a 5% sometidas al test de Tukey a 5% de probabilidad, utilizando el paquete estadístico Statgraphics plus 2.0.

Las variables evaluadas fueron: rendimiento (kg ha^{-1}), peso seco de racimos, número de racimos por planta, peso de semillas por planta y número de semillas por planta, rendimiento de aceite por árbol (litros) y por superficie ($\text{litros}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Las cosechas se realizaron cada ocho días utilizando como criterio cuando en el racimo tuviera presencia de mínimo dos frutos secos, garantizando una madurez óptima. Una vez los racimos cosechados, se empacaron en mallas de polietileno para garantizar un mejor secado, aireación de los frutos y separación de los mismos para su posterior análisis, para de esta forma evitar pérdida de semilla debido a la alta dehiscencia de los frutos. Los racimos empacados y separados fueron almacenados en lugares con luz difusa y con mayores temperaturas que las que presentaba el ambiente, con la obtención de un secado más uniforme de los racimos colectados para de esta forma evitar la dehiscencia en campo de estos conllevando menor pérdida de semilla. Después de cosechados y analizados los frutos, se tomaron al azar diez muestras de 100 g de semilla de cada uno de los genotipos para la determinación del rendimiento de aceite por el proceso de extracción por solvente, siguiendo la metodología propuesta por Cenzano (1994).

El análisis económico se realizó mediante la metodología del presupuesto parcial del Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT), teniendo en cuenta los costos totales, ingresos netos, y relación beneficio/costo.

Resultados y discusión

El análisis de varianza para los dos ciclos mostró diferencias significativas para las variables peso seco de racimo por árbol, número de racimos por árbol, peso de semillas por árbol y número de semillas por árbol. Las diferencias en los ciclos pudieron haber ocurrido debido a cambios en las condiciones ambientales en los periodos del cultivo (Cuadro 1). De acuerdo con Aires *et al.* (2011), las mayores tasas de crecimiento relativo para los periodos vegetativos y reproductivos del cultivar «BRS Energía» en la región de Pelotas, ocurre en condiciones de temperatura media de 22,5 a 25,7 °C y una media de seis horas luz. Estas diferencias también pueden estar asociadas a los caracteres del componente genético, teniendo en cuenta que las condiciones ambientales y manejo agronómico fueron las mismas para los cuatro materiales.

Para ambos ciclos se destacó «Blanca jaspeada» con los valores más altos en peso seco de racimos por árbol (1036,54 g), número de racimos/árbol (25,27 racimos/árbol) y peso de semillas/árbol (994,11 g), seguido del genotipo «Negra» que obtuvo mayor número de semillas/árbol (919,43 semillas), mientras «Valle» y «Violeta» fueron los de menores valores productivos (Cuadro 1).

Los resultados encontrados para «Blanca jaspeada» se destacan de los otros materiales estudiados (Cuadro 1). Para el peso seco de racimos, los valores medios fueron superiores a los presentados por Silva (2008) y Mesquita *et al.* (2012), los números de racimos fueron similares a los presentados por Costa *et al.* (2006), y para el número de semillas por árbol los resultados fueron inferiores a los exhibidos por Fanan *et al.* (2009). Así, «Violeta» explica su bajo rendimiento por el reducido tamaño de la semilla.

Como se observa en el Cuadro 1, en el primer ciclo de producción existieron diferencias significativas para las variables peso seco principalmente entre los materiales «Blanca jaspeada» y «Violeta». Para el caso de la variable número de racimos la única variedad que presentó diferencias estadísticas fue «Blanca jaspeada», mientras las otras variedades presentaron un comportamiento similar.

Para el peso de semillas por árbol, las variedades «Valle» y «Negra» no presentaron diferencias estadísticas entre sí, pero sí con los demás materiales (Cuadro 1). «Blanca jaspeada» obtuvo el mejor comportamiento. Las diferencias se pueden explicar por el tamaño de la semilla, teniendo en cuenta que la semilla de la variedad «Violeta» es la de menor tamaño con un índice de semilla bajo (23,75 g/100 semillas) y «Blanca jaspeada» es la de mayor tamaño

Cuadro 1. Peso seco de racimo, número de racimos, peso de semilla y número de semillas por árbol para las cuatro variedades de Higuierillo (*Ricinus communis* L.), durante el primer, segundo ciclo de cosecha y acumulado, en Palestina, Caldas.

	Peso racimo (g)	Nº racimos	Peso semilla (g)	Nº semilla
Primer ciclo de cosecha				
Blanca Jaspeada	685,64 c	15,05 b	782,94 c	526,52 b
Violeta	371,3 a	9,25 a	198,6 a	525,71 b
Valle	427,8 ab	8,69 a	263,42 b	341,44 a
Negra	546,95 bc	8,13 a	342,07 b	563,75 b
Segundo ciclo de cosecha				
Blanca Jaspeada	350,9 c	10,22 b	211,17 b	270,56 ab
Violeta	57,25 a	15,81 c	75,62 a	272,40 bc
Valle	269,70 b	6,74 a	161,2 b	216,00 a
Negra	341,6 c	7,8 a	203,81 b	355,68 c
Primero y segundo ciclo de cosecha acumulados				
Blanca Jaspeada	1036,54 c	25,27 b	994,11 c	797,08 bc
Violeta	428,55 a	25,06 b	274,22 a	798,11 bc
Valle	697,5 b	15,43 a	424,62 b	557,44 a
Negra	888,55 bc	15,93 a	545,88 b	919,43 c

Medias seguidas de una misma letra dentro de cada columna y para cada cosecha, no son estadísticamente diferentes (Tukey, $p \leq 0,05$).

(103,9 g/100 semillas), seguida de «Valle» (93,7 g/100 semillas) y «Negra» (73,6 g/100 semillas). Las variedades «Blanca jaspeada», «Violeta» y «Negra» presentaron el mejor comportamiento respecto la variable número de semillas, sin exhibir diferencias significativas entre ellas (Cuadro 1).

Para el segundo ciclo productivo el peso seco de racimos presentó diferencias significativas entre las variedades, exceptuando, «Blanca jaspeada» y «Negra», que no presentaron diferencias entre sí (Cuadro 1).

Para el número de racimos se encontraron menores medias para las variedades «Valle» y «Negra», que fueron iguales entre sí, y diferentes significativamente de las otras variedades (Cuadro 1). Para el peso de semillas se observó que se mantiene la misma tendencia del primer ciclo en el cual el único material que difiere estadísticamente es el «Violeta», debido al tamaño de la semilla pequeña en comparación con el tamaño de la semilla de los demás materiales.

El número de semillas mostró diferencias estadísticas para todos los materiales, situación que difiere con los resultados obtenidos en el primer ciclo, con resultados inferiores (Cuadro 1). Esta diferencia posiblemente estaría explicada por la variable número de racimos la cual se vio afectada y está relacionada directamente con el número de semillas.

El número de semillas por frutos fue alterado por los factores estudiados, aunque Freire *et al.* (2007) informara que este componente de producción es poco influenciado por el ambiente, pues es una característica de una elevada heredabilidad.

De acuerdo con la Figura 1, el rendimiento total para el primer ciclo de cosecha, mostró que el genotipo de mayor producción para el primer mes fue la variedad «Blanca jaspeada», seguida de «Negra» y con menor rendimiento «Violeta». En el segundo mes se observa una disminución considerable en el rendimiento de la variedad «Blanca jaspeada», con tendencia a estabilizar su comportamiento en los siguientes dos meses. La variedad «Negra» supera levemente en rendimiento a la variedad «Blanca jaspeada» en la segunda y tercera cosecha del primer ciclo y ostensiblemente a «Violeta». En el cuarto mes los rendimientos de la variedad «Blanca jaspeada» fueron superiores a los demás, siendo muy semejantes los rendimientos de las demás variedades a excepción de «Violeta»; debido probablemente a la alta densidad de población (2.500 plantas/ha⁻¹), en función de un mayor sombreado entre las plantas de todas las variedades estudiadas durante su desarrollo.

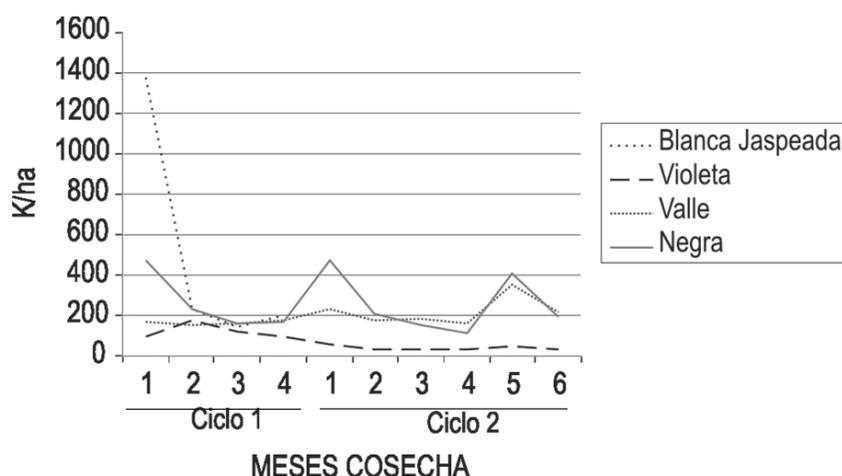


Figura 1. Comportamiento de la producción (kilogramos/hectárea) a través de las diez cosechas de cuatro variedades de Higuierillo (*Ricinus communis* L.), en Palestina, Caldas.

De acuerdo con Rocha *et al.* (1964), el aumento de la población de plantas proporciona una reducción en la producción final de las plantas. Resultados similares encontraron Souza-Schlick *et al.* (2011), que observaron mayor producción de materia seca en densidades menores, lo que se da en función del mayor crecimiento de plantas, que probablemente es favorecido por la menor competencia entre ellas, resultando en mayor crecimiento individual.

Los valores correspondientes a la producción total son de 3,5 ton ha⁻¹ para la variedad «Blanca jaspeada», 2,6 ton ha⁻¹ para «Negra», 1,9 ton ha⁻¹ para «Valle» y solamente 0,722 ton ha⁻¹ para «Violeta» (Cuadro 2). Por su parte, los rendimientos bajos de la variedad «Violeta» pueden ser explicados por el tamaño de su semilla, con un índice de semilla bajo (23,75 g/100 semillas) y una alta dehiscencia que puede ocasionar pérdida de frutos al momento de la cosecha. Severino *et al.* (2006), obtuvo una productividad de 2,8 ton ha⁻¹, evaluando la variedad «BRS Nordestina» bajo condiciones de tolerancia a sequía, proporcionando a las plantas uniformidad en la producción con distancias 3 m x 1 m y una lámina de agua de 15 mm, aplicada en intervalos de cinco y siete días.

El comportamiento a través de las diez cosechas es homogéneo, con excepción del genotipo «Blanca jaspeada» que para el primer mes de cosecha del primer ciclo presentó una producción diferente con respecto a las demás cosechas. En los resultados se puede observar que se presentaron tres picos de cosecha bien definidos (Figura 1).

Debido al hábito de crecimiento indeterminado de cada planta de higuierillo también ocurre la producción de varios

racimos, que exhiben maduración desuniforme entre sí, y de los frutos dentro de cada racimo. Por lo tanto, las semillas cogidas en diferentes racimos o diferentes posiciones de este, pueden presentar tamaño y pesos diferentes (Beltrão *et al.*, 2001). Lo mismo fue observado por Machado *et al.* (2009) influenciando las características físicas de los racimos, frutos y semillas. De esta forma, el número de frutos y la producción de semillas son directamente proporcionales y menores, de acuerdo con la formación de los racimos. Por lo tanto, el primer racimo es caracterizado como el de mayor tamaño, conforme a lo presentado en este trabajo (Figura 1).

Como se muestra en el Cuadro 2, la variedad con mayor contenido de aceite es «Violeta», seguida de «Negra», «Valle» y «Blanca jaspeada» respectivamente. Puesto que uno de los objetivos del estudio era determinar cuál de los genotipos contiene un mayor porcentaje de aceite, en el presente trabajo se observó que los mayores contenidos de aceite fueron derivados de la variedad «Violeta» pero a su vez esta es la de peor comportamiento en cuanto a rendimiento (kg/ha⁻¹). Severino *et al.* (2006), determinó para la variedad «BRS Nordestina», en condiciones de sequía, un porcentaje de aceite de 48%.

La variedad con mayor rendimiento de aceite (Litros ha⁻¹) es «Blanca jaspeada» con 1155,73 L ha⁻¹, seguida de la variedad «Negra» con 912,71 L ha⁻¹, «Valle» con 635,31 L ha⁻¹ y de peor comportamiento la variedad «Violeta» con 271,50 L ha⁻¹ (Cuadro 2).

De acuerdo con el Cuadro 3, los costos de producción por hectárea del cultivo desde el momento de preparación

Cuadro 2. Extracción de aceite (%), rendimiento de aceite por árbol (litros) y por superficie (litros·ha⁻¹), producción total de semilla (ton⁻¹/ha⁻¹) en cuatro variedades de higuierillo (*Ricinus communis* L.), en Palestina, Caldas.

Genotipo	Extracción aceite (%)	Rendimiento de aceite por árbol (litros)	Rendimiento de aceite por superficie (litros·ha ⁻¹)	Producción total de semilla (ton ⁻¹ /ha ⁻¹)
Blanca Jaspeada	31,7	32,10	1155,73	3,5
Valle	32,1	17,65	635,31	1,9
Negra	33,7	25,35	912,71	2,6
Violeta	36,1	7,54	271,50	0,722

Cuadro 3. Estructura de costos de producción para el cultivo de Higuierillo (*Ricinus communis* L.) por hectárea, para el año 2007-2008, en Palestina, Caldas.

Concepto	Unidad	Cantidad	V/R Unitario (Dólar USD\$)	V/R Total (Dólar USD\$)	% Participación
Insumos					
Semilla de higuierillo	kg	2,40	\$ 11,16	\$ 26,79	4,20%
Triple 15	Bulto	2,50	\$ 36,83	\$ 92,08	14,45%
<i>Paecilomyces</i> .p.	g	400	\$ 0,01	\$ 5,80	0,91%
<i>Trichoderma</i> s.p.	g	600	\$ 0,01	\$ 8,71	1,37%
Empaque	Unidad	52	\$ 0,20	\$ 10,16	1,59%
Herbicida (glifosato)	Litros	1	\$ 8,54	\$ 8,54	1,34%
Fungicida	kg	1	\$ 40,60	\$ 40,60	6,37%
Mano de obra					
Trazado, ahoyado, siembra	Jornal	2	\$ 10,97	\$ 21,93	3,44%
Limpia a guadaña	Jornal	1,4	\$ 60.000	\$ 84.000	7,36%
Labores varias	Jornal	2	\$ 10,97	\$ 21,93	3,44%
Aplicación de Herbicida	Jornal	2	\$ 10,97	\$ 21,93	3,44%
Fertilización	Jornal	2	\$ 10,97	\$ 21,93	3,44%
Control biológico	Jornal	1	\$ 10,97	\$ 10,97	1,72%
Aspersiones	Jornal	2	\$ 10,97	\$ 21,93	3,44%
Podas	Jornal	3	\$ 10,97	\$ 32,90	5,16%
Recolección	Jornal	5	\$ 10,97	\$ 54,83	8,61%
Beneficio y empaque	Jornal	3	\$ 10,97	\$ 32,90	5,16%
Transporte	kg	3.500	\$ 0,04	\$ 156,25	24,53%
TOTAL				USD\$ 637,03	100%

del terreno (octubre 2005) hasta el final de la cosecha (enero 2007), son de USD\$ 637,03/ha⁻¹, lo cual representa un costo de USD\$ 4,28 por planta hasta el segundo ciclo productivo. En los costos se destacan la participación del transporte con 24,53% y fertilización con 14,45%. Del valor restante de los costos, el 57% se distribuye principalmente en la cosecha e instalación.

Para el total de la cosecha se recolectaron de la variedad «Blanca jaspeada» 3500 kg ha⁻¹, seguida de «Negra» con 2600 kg ha⁻¹, «Valle» con 1900 kg ha⁻¹ y «Violeta» con 720 kg ha⁻¹, que representaron un ingreso de USD\$ 1365, 1014, 741 y 280,8 respectivamente, equivalente a un precio de venta USD\$ 0,39 kg⁻¹. La producción de «Blanca jaspeada» fue de 1400 g/árbol, la cual es alta en comparación

con las otras variedades y buena para los rendimientos de Colombia que se encuentran alrededor de 1200 g/árbol. Le sigue la variedad «Valle» con una producción de 1040 g/árbol considerándose media ya que está un poco por debajo de los rendimientos nacionales. «Valle» y «Violeta» tienen las producciones más bajas, de 760 y 288 g/árbol respectivamente.

Los ingresos para el periodo de producción de «Blanca jaspeada» muestran que con dos meses de producción se cubren los costos de siembra y levante de la plantación y a partir de ese momento los costos de transporte, cosecha y otras labores pueden ser canceladas provenientes de los ingresos por la cosecha.

Al evaluar los costos e ingresos desde el momento de siembra hasta la cosecha se puede afirmar que la relación beneficio costo es altamente satisfactoria para la variedad «Blanca jaspeada». Los costos totales del cultivo son USD\$ 637,03 y los ingresos para «Blanca jaspeada» de USD\$ 1365 con una relación beneficio/costo (B/C) de 2,14. Los ingresos para la variedad «Negra» fueron de USD\$ 1014 con una relación B/C de 1,59, los ingresos para «Valle» fueron de USD\$ 741 con una relación B/C de 1,16 y para «Violeta» los ingresos fueron USD\$ 281,15 con una relación B/C baja de 0,45 siendo esta última variedad la de peor comportamiento y no atractivo para un inversionista.

Cultivares de higuierillo producidos en las condiciones brasileras presentan mejores resultados económicos cuando se utilizan distancias entre surcos más estrechas (0,45 m), lo que también está relacionado con las condiciones climáticas del año agrícola de producción, con un lucro operacional de US\$ 936,85 ha⁻¹ (Petinari *et al.*, 2012).

Conclusiones

La variedad «Blanca jaspeada» presenta el mayor rendimiento en producción de semillas (ton ha⁻¹), aceite por superficie (litros ha⁻¹) e índices de rentabilidad.

Se evidenció que el primer racimo influye positivamente en la productividad de las plantas de higuierillo, incrementando el rendimiento promedio.

Bibliografía

- Aires RF, Silva DA, Eicholz ED. 2011. Análise de crescimento de mamona semeada em diferentes épocas. *Ciência Rural*, 41(8): 1347-1353.
- Azevedo DM, Esberad de Macedo N, Soares L, Brandao ZN. 2007. Manejo del cultivo. En: Soares L, Milani M, Esberad de Macedo N. Ricino: El productor pregunta y Embrapa responde. Brasília: Embrapa. pp. 15-33.
- Beltrão NEM, Silva LC, Vasconcelos OL, Azevedo DMP, Vieira DJ. 2001. Fitologia En: Azevedo DMP, Lima EF. (Eds.). O agronegócio da mamona no Brasil. Campina Grande: Embrapa, p. 36-61.
- Cenzano I. 1994. Métodos Oficiales de Análisis de Alimentos. Madrid: Mundi Prensa. 570p.
- Costa MN, Pereira WE, Bruno RLA, Freire EC, Nobrega MBM, Milani M, Oliveira AP. 2006. Divergência genética entre acessos e cultivares de mamoneira por meio de estatística multivariada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41(11): 1617-1622.
- Duraham S, Wood M. 2002. Biodegradable oils from alternative crops. *Agricultural Research Magazine*, 50(4): 22.
- Fanan S, Medina PF, Camargo MBP, Galbieri R. 2009. Descrição de características agronômicas e avaliação de épocas de colheita na produtividade da mamoneira cultivar IAC 2028. *Bragantia*, 68(2): 415-422.
- Freire EC, Lima EF, Andrade FP, Milani M, Nobrega MBM. 2007. Melhoramento genético. En: Azevedo DMP, Beltrão NEM. (Eds.). O agronegócio da mamona no Brasil. 2.ed. rev. y ampl. Campina Grande: Embrapa Algodão, p.169-194.
- Gómez GL, Jaramillo RA. 1990. El clima de la zona cafetera colombiana y su relación con el cultivo del café. En: Centro Nacional de Investigaciones de Café. 50 Años de Cenicafé, 1938-1988. Conferencias conmemorativas. Chinchiná: Cenicafé pp. 23-32.
- Goytia-Jimenez MA, Galeegos-Goytia CH, Nuñez-Colin CA. 2011. Relación entre variables climáticas con la morfología y contenido de aceite de semillas de higuierillo (*Ricinus communis* L.) de Chiapas. *Revista Chapingo*, 17(1): 41-48.
- Labrousse S. 1998. NTB Network – Phase III. The Liquid Biofuels Newsletter, 12: 5-6.
- Machado CG, Martins CC, Silva LB, Cruz SCS. 2009. Produção e características físicas de sementes de mamoneira em função da posição do racemo e do fruto. *The Acta Scientiarum, Agronomy*, 31(2): 293-299.
- Mendes RC, Dias DCFS, Pereira MD, Berger PG. 2009. Tratamentos pré-germinativos em sementes de mamona (*Ricinus communis* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, 31(1): 187-194.
- Mesquita E, Chaves LG, Guerra HC. 2012. Fitomassa e componentes da produção da mamona cultivar Paraguaçu adubada com nitrogênio, fósforo e potássio. *Engenharia Ambiental*, 9(2): 94-104.
- Petinari RA, Soratto RP, Souza-Schlick GD, Zanotto MD, Bergamasco SMPP. 2012. Custos de produção e lucratividade de cultivares de mamona em diferentes arranjos de plantas. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 42(2): 143-149.
- Rocha JLV, Conecchio Filho V, Freire ES, Scaranari H, Pettinelli A. 1964. Adubação da mamoneira. IV – Experiências de espaçamento x adubação (2ª série). *Bragantia*, 23: 257-269.
- Savy Filho A. 2007. Mamona (*Ricinus communis* L.): Desenvolvimento de Tecnologia de Produção. (En línea). Citado el 14 de mayo de 2013. Disponible en : <http://www.fundacaopetermuranyi.org.br/downloads/2007resumo.pdf>.

- Severino LS, Moraes CRA, Gondim TM de S, Cardoso GD, Beltrão NE. de M.** 2006. Crescimento e produtividade da mamoneira influenciada por plantio em diferentes espaçamentos entre linhas. *Revista Ciência Agronômica*, 37(1): 50-54.
- Silva S.** 2008. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 12(4): 335-342.

- Souza-Schlick GD, Soratto RP, Pasquali CB, Fernandes AB.** 2011. Desempenho da mamoneira IAC 2028 em função do espaçamento entre fileiras e população de plantas na safrinha. *Bragantia*, 70(3): 519-528.
- Terlien MTJ.** 1997. Hydrological landslide triggering in ash-covered slopes of Manizales (Colombia). *Geomorphology*, 20: 165-175.