

Rendimiento inicial de líneas de piñón (*Jatropha curcas* L.) bajo dos métodos de siembra

Initial yield of piñón (*Jatropha curcas* L.) lines under two methods of sowing

Ing. Nelly Mejía

Investigadora del Programa de Agroenergía/ INIAP-EEP
nelly.mejia@iniap.gob.ec

Ing. Heriberto Mendoza

Investigador del Programa de Agroenergía/ INIAP-EEP
jose.mendoza@iniap.gob.ec

Ing. Julio López

Investigador del Programa de Agroenergía/ INIAP-EEP
julio.lopez@iniap.gob.ec

Ing. Luis Cedeño

Investigador del Programa de Agroenergía/ INIAP-EEP
luis.cedeno@iniap.gob.ec

Ing. Wilmer Ponce

Investigador del Programa de Agroenergía/ INIAP-EEP
wilmer.ponce@iniap.gob.ec

RESUMEN

Para identificar los materiales mejores, por rendimiento de semilla y aceite, en la Estación Experimental Portoviejo del INIAP fueron evaluadas las líneas de piñón CP037, CP041, CP052, CP054, CP060, CP118, CP120, CP121 y CP122 con los métodos de propagación por semilla y estacas. Se registró la información de altura de planta, número de ramas, frutos por planta, peso de 100 semillas, contenido de aceite, rendimiento de grano por planta y por hectárea, inicio de floración y cosecha. Las plantas provenientes de estacas fueron más precoces a inicio de floración (50,07 días) y rindieron 387,74 g de semilla por planta (969,36 kg/ha) frente a las que procedieron de semillas (floración a 82,73 días) y producción de 214,82 gramos por planta (537,05 kg/ha). El mayor rendimiento de semilla a los 12 meses después del trasplante se logró con las líneas CP041 y CP054, sembradas por estaca con 1511,45 y 1413,05 kg/ha, respectivamente.

Palabras clave: sistemas de siembra, semilla, propagación vegetativa, *Jatropha*.

ABSTRACT

To identify the best materials for seed and oil yield, in the experimental station Portoviejo of INIAP, pinion lines: CP037, CP041, CP052, CP054, CP060, CP118, CP120, CP121 and CP122 were evaluated with the propagation of seeds and cuttings methods. Data about plant height, number of branches, fruit per plant, 100 seed weight, oil content, grain yield in grams per plant, and per hectare, flowering and harvest beginning, were registered. The plants from cuttings were earlier to flowering beginning (50.07 days) and yielded 387,74 g of seed per plant (969,36 kg / ha) compared to those from seed (flowering to 82.73 days) and production of 214,82 g per plant (537,05 kg/ha). The higher seed yield at 12 months after transplantation was achieved with the lines CP041 and CP054 planted by cuttings with 1511,45 and 1413,05 kg/ha, respectively.

Key words: Planting systems, seed, vegetative propagation, *Jatropha*.



Recibido: 23 de septiembre, 2015
Aceptado: 19 de noviembre, 2015

1. INTRODUCCIÓN

El piñón (*Jatropha curcas* L.), perteneciente a la familia Euphorbiaceae, está ampliamente distribuido en zonas tropicales y subtropicales del mundo. Tiene potencial para la producción de biocombustibles (Sujatha, Reddy & Mahasi, 2008), crece y produce bien en suelos marginales secos, degradados, con baja fertilidad natural, donde prácticamente ningún otro cultivo podría desarrollarse, sin embargo, en áreas húmedas y terrenos fértiles puede comportarse mejor (Heller, 1996; Suarez, 2009). En Ecuador se encuentra desde el nivel del mar hasta 1 500 metros de altitud (Mendoza, Cañarte, Rodríguez & López, 2008).

La planta se usa tradicionalmente como cerca viva y con las semillas se fabrican jabones caseros. En la actualidad se trata de aprovechar el alto contenido de aceite no comestible de las semillas, el mismo que puede ser utilizado directamente como combustible o transformado en biodiesel para motores de combustión (Saturnino, Pacheco, Kakida, Tominaga, & Goncalves, 2005; Martín, Moure, Martín, Carrillo, & Parajó, 2010). En varios países como Brasil, Cuba, Colombia, México y Ecuador se realizan trabajos de investigación con esta especie, con el objetivo de producir biocombustible sin comprometer la seguridad alimentaria (Laviola, Alves, Gurge, Rosado & Albrecht, 2012; Machado, 2011; Pedraza & Cayón, 2010; Zamarripa-Colmeneros & Solís-Bonilla, 2013; Mendoza, Cañarte, Rodríguez & López, 2008).

El piñón puede ser propagado tanto por semillas como por estacas. Las plantas multiplicadas por semillas son más resistentes y de mayor longevidad. Inician la producción de frutos a los seis meses y alcanzan la estabilidad productiva en su madurez fisiológica, después de los cuatro años. Las plantas provenientes de estacas, en cambio, tienen un ciclo de vida más corto y un sistema radicular menos vigoroso pero comienza a producir más temprano. Cuando es

obtenida por vía sexual, en buenas condiciones de producción, la longevidad es de 30 a 50 años (Drumond, Arruda & Anjos, 2008).

Con la finalidad de obtener variedades y tecnologías adecuadas para la producción agronómica de esta especie, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) realiza investigaciones en la Estación Experimental Portoviejo, donde conformó un banco de germoplasma de 160 accesiones, identificando nueve accesiones promisorias, precoces, de baja altura y producción no estacional, que necesitan ser evaluadas para establecer su verdadero potencial productivo (Mendoza, Cañarte, Rodríguez & López, 2008; López, 2009).

Debido a que el piñón se puede propagar por semillas y estacas, se consideró necesario identificar el método de multiplicación más adecuado en relación al comportamiento agronómico y productivo de nueve líneas promisorias seleccionadas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó entre junio de 2009 y agosto de 2010, con la participación del equipo de investigadores del Programa de Agroenergía de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, ubicada en el sitio El Cady, de la parroquia Colón del cantón Portoviejo, provincia de Manabí. Se sitúa en las siguientes coordenadas geográficas: 0.1° de latitud sur y 80° 23' de longitud oeste.

Características climáticas y pedológicas

Temperatura:	26,3°C
Precipitación anual:	527 mm
Altitud:	47,4 msnm
Humedad relativa:	83 %
Heliofanía:	1159,30h/luz año
Topografía:	Plana
Drenaje:	Bueno
Textura del suelo:	Franco arcilloso

Material genético

El material de siembra de las nueve accesiones precoces seleccionadas del banco de germoplasma de piñón que se utilizó en esta investigación, fue proporcionado por el Programa de Horticultura de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP.

Factores estudiados

Métodos de propagación (a)		
	Semillas	Estacas
Líneas (b)	CP037	CP037
	CP041	CP041
	CP052	CP052
	CP054	CP054
	CP060	CP060
	CP118	CP118
	CP120	CP120
	CP121	CP121
	CP122	CP122

Procedimiento

Diseño experimental

Parcelas divididas	
Numero de tratamientos:	2
Número de Subtratamientos	9
Repeticiones	3

Características de las parcelas

Área de parcela:	576m ² (72m x 8 m)
Área de subparcela	64m ² (8m x 8m)
Área útil:	32 m ² (4 m x 8m)
Número de hileras por subparcela:	4
Distancia entre hileras:	2m
Distancia entre plantas:	2m
Longitud de hileras:	8m
Número de plantas por hileras:	4
Área total del ensayo:	4 536m ² (72m x 63m)

Método de evaluación

Para evaluar los promedios con significación estadística se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey al 5 % de probabilidad. Además se calculó el coeficiente de variación.

Variables evaluadas en vivero

Días a la emergencia de la semilla. Se registraron los días transcurridos desde que fueron depositadas las semillas en el sustrato del vivero hasta la emergencia del 50 % de las plántulas.

Días a la brotación de las estacas. Se contabilizaron los días desde la siembra de las estacas en el semillero hasta que el 50 % inició la brotación.

Variables evaluadas en campo

Días a inicio de la floración. Se consideró desde el momento del trasplante hasta la aparición del primer racimo floral de las plantas sembradas por estacas y semillas.

Días a inicio de cosecha. Se contaron los días desde el trasplante hasta el momento que inició la cosecha.

Altura de planta. Se midieron cuatro plantas de la parcela útil de cada unidad experimental desde el nivel del suelo hasta el ápice terminal a los 90, 120, y 240 días después del trasplante.

Número de ramas. Se contaron las ramas de las cuatro plantas centrales de cada unidad experimental a los 60, 120 y 240 días después del trasplante.

Número de frutos por planta. Se contabilizaron los frutos cosechados en todas las plantas de la parcela útil de cada unidad experimental y luego este valor se dividió para el número de plantas.

Peso de 100 semillas. Se tomó el peso en gramos de 100 semillas secas de cada unidad experimental utilizando una balanza de precisión.

Rendimiento de semillas en gramos por planta y kg por hectárea. Se recolectaron y descascararon los frutos obtenidos por tratamiento en cada pase de cosecha. Luego, la semilla seca fue pesada en la balanza de precisión y se obtuvo el rendimiento por planta en gramos; posteriormente, se transformó en kilogramos por hectárea.

Porcentaje de aceite. Se molieron y pulverizaron 10 semillas de cada línea y los dos métodos de siembra. Posteriormente, con una muestra de dos gramos de este material, se obtuvo el porcentaje de aceite en laboratorio mediante el método de extracción de Soxhlet, utilizando hexano como solvente.

Manejo del experimento

Las semillas y estacas de cada material fueron sembradas simultáneamente en viveros contruidos con bloques de cemento y el sustrato compuesto por suelo agrícola y arena en relación dos uno. El trasplante se realizó a raíz desnuda a los 70 días, en ambos sistemas de siembra. El distanciamiento utilizado fue de 2,0 x 2,0 m entre hileras y plantas.

Como fertilizante de fondo se aplicó fosfato di amónico (18-46-0), en dosis de 50 gramos por sitio; luego, a los 30, 90 y 120 días después del trasplante, se adicionó muriato de potasio en dosis de cuatro gramos por planta. En la época seca se suministraron 12 riegos, uno previo al trasplante y luego cada 12 o 15 días. El control de malezas se realizó de forma manual, una vez al mes, y el químico cada cuatro meses, utilizando Igran (Terbutrina) y Cerillo (Paraquat Dicloruro) en dosis de 50 y 200 cc por bomba de 20 litros.

3. RESULTADOS

En vivero, la emergencia de las plantas provenientes de semillas ocurrió entre 5 y 11 días, con una variación de entre 56 y 96 %, diferencias que posiblemente se debieron a

características propias de cada material. Por estacas, la brotación se inició entre 11 y 13 días, con porcentajes que variaron entre 65,70 y 84,20 %.

Días a inicio de floración

El inicio de floración en plantas propagadas por estacas ocurrió a los 50,07 días después del trasplante y en las de semillas a los 82,73 días. Las líneas más precoces fueron CP037 con 31,33 días en estacas y CP120 con 70,33 días en semillas (Figura 1).

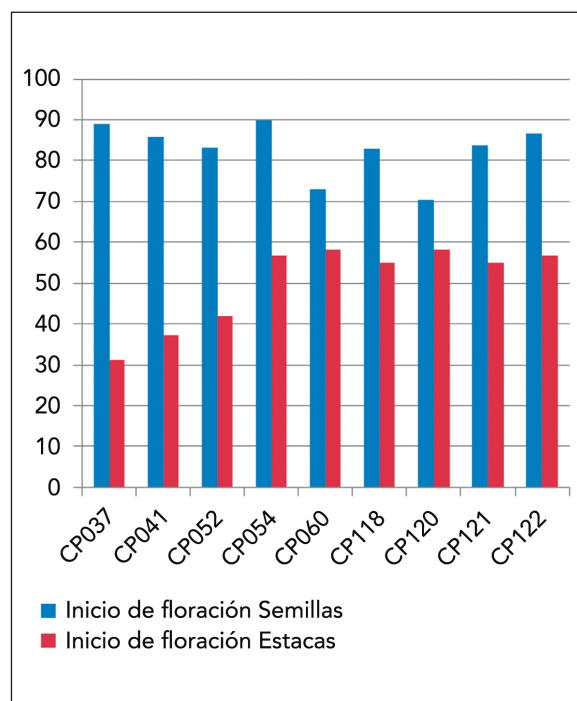


Figura 1. Días a inicio de floración de nueve líneas de piñón con dos métodos de siembra. (INIAP, 2010).

Días a inicio de cosecha

El inicio de cosecha se presentó entre 125,55 y 154,77 días, en promedio, para los sistemas de estacas y semillas, respectivamente. La línea CP060, sembrada por semillas, fue la más precoz, ya que inició la cosecha a los 140 días y la más tardía fue CP054, con 168 días (Figura 2).

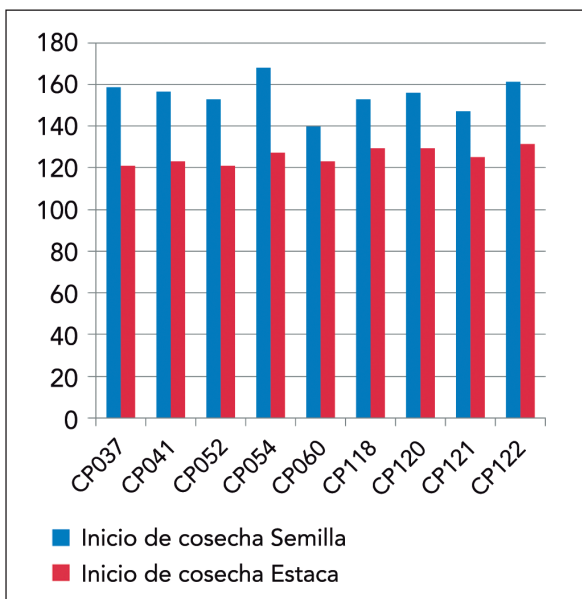


Figura 2. Días a inicio de cosecha de nueve líneas de piñón con dos métodos de siembra. (INIAP, 2010).

Análisis de varianza

El análisis de varianza solo mostró diferencias estadísticas entre sistemas de siembra en la variable rendimiento gramos por planta. En cambio, entre las líneas se encontró alta significación para número de ramas, frutos por planta y rendimiento por planta, mientras que en altura de planta hubo diferencias significativas y no significativas para peso de 100 semillas. En las interacciones, solo se detectaron diferencias significativas en número de ramas (Tabla 1).

Altura de plantas en centímetros

Las diferencias de altura entre plantas provenientes de estacas y semillas fueron mínimas, lo que explica la falta de significación estadística en la observación. A los 240 días presentaron alturas similares (184,70 y 185,74 cm). Entre líneas la mayor altura la obtuvo CP118 con 210,00 cm y el menor valor fue para CP052 con 161,33 cm, ambas en el sistema de siembra por estaca (Figura 3).

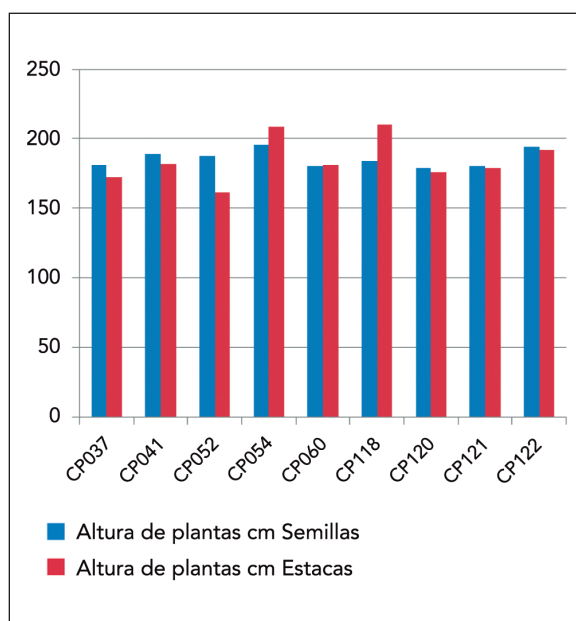


Figura 3. Promedio de altura de planta a los 240 días después del trasplante de nueve líneas de piñón con dos métodos de siembra. (INIAP, 2010).

Tabla 1. Cuadrados medios de las variables analizadas estadísticamente. (INIAP, 2010).

F. V	G. L	Altura de planta (cm)	Número de ramas	Frutos / Planta (número)	Peso de 100 semillas (g)	Rendimiento g/planta 12 meses DDT
Total	53					
Repeticiones	2	560.73 ^{NS}	39.13 ^{NS}	4143.64 ^{NS}	89.76	84581,08
Sistemas de siembra (A)	1	14.52 ^{NS}	67.79 ^{NS}	32839.72 ^{NS}	14.62 ^{NS}	403676,55**
Error (a)	2	52.24	33.02	3395.24	4.39	33503,07
Líneas (B)	8	593.38*	118.19**	3065.25**	20.23 ^{NS}	65601,68**
Interacción A x B	8	312.73 ^{NS}	105.57*	1195.94 ^{NS}	34.79 ^{NS}	14766.89 ^{NS}
Error (b)	32	177.94	34.72	613.39	19.03	8570,97

Número de ramas por planta

El número de ramas por planta no fue influenciado significativamente por los sistemas de propagación ya que, a los 240 días, las que provinieron de semillas presentaron 27,61 ramas y las de estacas 25,37 ramas. En cambio, entre líneas las diferencias fueron altamente significativas, encontrándose que la línea CP054 sembrada por estaca presentó 40 ramas, el mayor número, mientras que la línea CP037 proveniente de semilla presentó 18,67 ramas, el menor número (Figura 4).

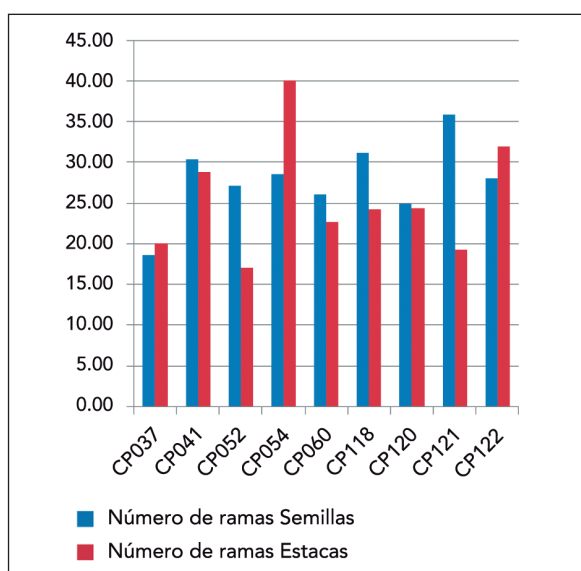


Figura 4. Promedio de número de ramas por planta a los 240 días después del trasplante de nueve líneas de piñón con dos métodos de siembra (INIAP, 2010).

Número de frutos por planta

El sistema por estacas, con 111,87 frutos por planta, fue superior al de semillas, que produjo 62,55 frutos en promedio, debido a que las plantas provenientes de la reproducción vegetativa inician mucho antes la producción, lo que les permite un mayor periodo de cosecha a mediano plazo. Entre líneas, el mayor número de frutos lo obtuvo CP041, con 172,25, mediante el sistema de siembra por estaca, mientras que el menor valor fue para la CP120, con 44,33 frutos por planta en el sistema de siembra por semilla (Tabla 2).

Peso de 100 semillas en gramos

El peso de 100 semillas no fue significativo para los métodos de siembra ni entre líneas. En el primer caso se obtuvo promedios de 72,60 para las provenientes de estacas y 73,64 gramos para las de semillas. Entre líneas CP041 en sistema de siembra de estacas presentó el mayor peso con 76,63 y el menor en la línea CP052 sembrada por semilla, con 68,53 gramos (Tabla 2).

Tabla 2. Número de frutos por planta y Peso de 100 semillas. INIAP, 2010

Líneas	Frutos por planta		Peso de 100 semillas (g)	
	Semillas	Estacas	Semillas	Estaca
CP037	45,66	130,62	74,63	73,53
CP041	77,38	172,25	73,80	76,63
CP052	91,96	133,54	68,53	69,53
CP054	65,62	126,02	75,63	69,96
CP060	75,12	114,87	78,13	71,73
CP118	62,49	79,16	72,60	72,60
CP120	44,33	73,80	77,80	70,30
CP121	52,20	67,39	72,83	72,83
CP122	48,16	109,20	68,80	76,26
Promedio	62,55	111,87	73,64	72,60

Rendimiento de semilla en gramos/planta y kg/ha

La siembra por estacas obtuvo mayor rendimiento de semilla seca y limpia, con promedios de 387,74 gramos por planta (969,36 kg/ha), frente a 214,82 gramos por planta (537,05 kg/ha) para el sistema de siembra por semilla. Las líneas CP041 y CP054 fueron superiores en rendimiento en los dos sistemas de siembra. Por estaca, los promedios fueron de 604,58 y 565,22 gramos por planta (1511,45 y 1413,05 kg/ha) en el orden respectivo. Por semilla, los rendimientos de CP054 fueron superiores a CP041, logrando 368,10 y 293,48 gramos por planta (920,25 y 733,70 kg/ha), respectivamente (Tabla 3).

Tabla 3. Rendimiento de gramos por planta y kilogramos por hectárea. (INIAP, 2010).

Líneas	Rendimiento g/planta		Rendimiento Kg/ha	
	Semillas	Estacas	Semillas	Estaca
CP037	125,03	441,29	312,58	1103,23
CP041	293,48	604,58	733,70	1511,45
CP052	251,59	423,76	628,98	1059,40
CP054	368,10	565,22	920,25	1413,05
CP060	229,64	409,45	574,10	1023,63
CP118	208,95	262,76	522,38	656,90
CP120	133,90	204,31	334,75	510,78
CP121	157,53	215,65	393,83	539,13
CP122	165,16	362,66	412,90	906,65
Promedio	214,82	387,74	537,05	969,36

Producción mensual

La producción mensual de los materiales tuvo un comportamiento similar en los primeros meses de cosecha; posteriormente, las líneas CP041 y CP054, que presentaron los mayores rendimientos, fueron las que sobresalieron dentro del grupo. En la figura 5, que corresponde a las plantas provenientes de semillas, se observa una tendencia de incremento de la producción hasta abril. Con la terminación de la época lluviosa las plantas disminuyeron la producción, a excepción de las líneas mencionadas anteriormente que incrementaron su producción en mayo y junio. En el caso de las plantas propagadas por estacas (Figura 6), se obtuvo una producción alta en los meses enero-febrero y abril-mayo, observándose una drástica disminución en marzo.

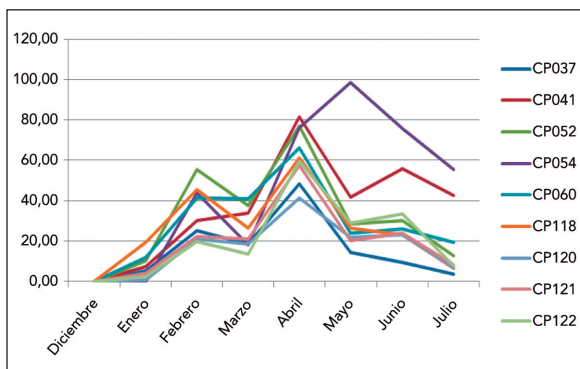


Figura 5. Producción mensual de nueve líneas de piñón propagadas por semillas. (INIAP, 2010).

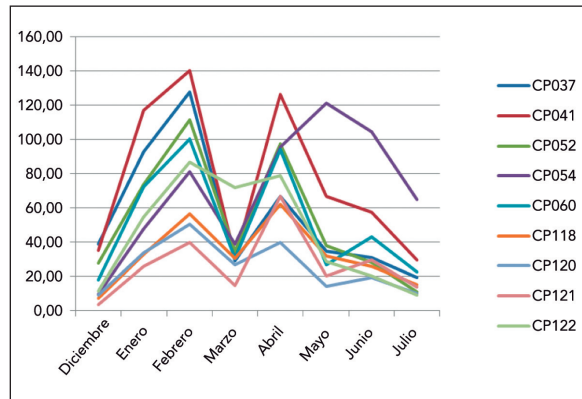


Figura 6. Producción mensual de nueve líneas de piñón propagadas por estacas. (INIAP, 2010).

Contenido de aceite en porcentaje

Las plantas procedentes de estacas presentaron mayor porcentaje de aceite (40,67%) en relación a las propagadas por semillas (38,12 %). Así mismo, entre líneas, el mayor porcentaje se obtuvo con CP041 proveniente de estacas, con 53,03 %, y el menor valor para CP060, sembrada por semilla, con 31,92 % de aceite (Figura 7).

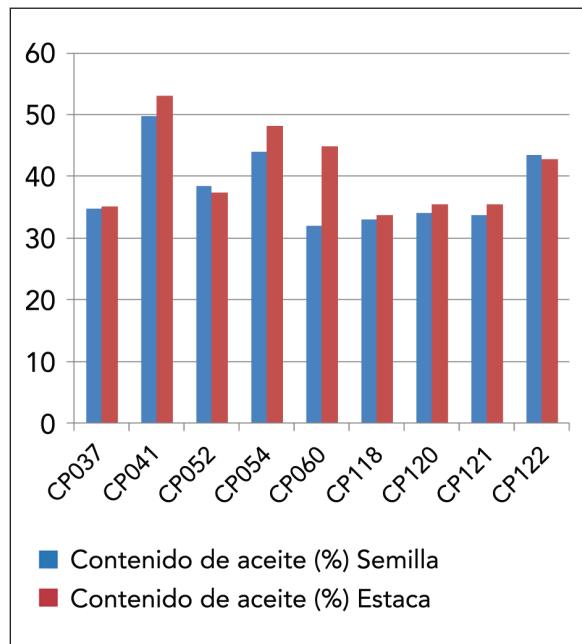


Figura 7. Contenido de aceite de nueve líneas de piñón con dos métodos de siembra. (INIAP, 2010).

4. DISCUSIÓN

Esta investigación permitió identificar diferencias fenológicas y de rendimiento entre los genotipos de piñón evaluados; así mismo, se pudo determinar que mediante el sistema de siembra por estaca se obtuvo producciones más tempranas y con mayor rendimiento de grano.

Los resultados obtenidos en viveros coinciden con Barros, Brasil y Quintao (2007), De la Vega (2005) y Machado y Brunet (2014), quienes mencionan que la propagación de piñón por estacas o semillas en vivero presenta buenos resultados debido a que la siembra directa puede hacer que las poblaciones en el campo sean irregulares por problemas de mala germinación o brotamiento.

La floración más precoz obtenida por la siembra mediante estaca concuerda con Henning (2007), quien menciona que usualmente las plantas de *Jatropha* se multiplican por esquejes, debido a que este tipo de multiplicación es más rápida que la de semillas, ya que las estacas forman parte de las plantas adultas y tienen inflorescencias que se desarrollan rápidamente.

En el inicio de la cosecha, las diferencias observadas entre sistemas están de acuerdo con lo aseverado por Sonnenholzner (2008), en cuanto a que la propagación vegetativa no solo permite a la nueva planta tener la misma información genética que la planta madre, en cuanto a producción, sino que es más precoz. De igual manera, entre líneas, los promedios presentados por algunos materiales fueron menores a los obtenidos por Albuquerque *et al.* (2009) quienes realizaron un estudio del crecimiento inicial de piñón en condiciones de sequía.

El mayor número de ramas presentado por las líneas más productivas coincide con varios autores, entre ellos Spinelli *et al.* (2010) y Echeverría (2008), quienes encontraron un efecto directo y positivo entre el número de ramas y la productividad del piñón.

Los resultados obtenidos en altura de plantas coinciden con las observaciones publicadas por Laviola, Bhering, Mendonca, Rosado y Albrecht (2012) quienes encontraron valores similares en sus estudios y que, según ellos, estuvieron relacionados posiblemente con las características genéticas propias de los materiales estudiados.

En lo que se refiere al número de frutos por planta, los resultados concuerdan con Lima, Assuncao y Martím (2006) quienes, en una prueba de varios sistemas de multiplicación de piñón, determinaron que la propagación vegetativa por estacas fue más eficiente en producción de frutos y por su precocidad, puesto que la estaca posee yemas reproductivas que se activan con facilidad.

Los rendimientos logrados con los materiales estudiados fueron superiores a los obtenidos en México por Zamarripa-Colmeneros y Solís-Bonilla (2013) quienes, en siembra por semilla y población de 2 500 plantas por hectárea, obtuvieron rendimientos de 703 kilogramos por hectárea al primer año, igual a los obtenidos por Azurdia, Asturias, Barillas y Montes (2008) quienes con el material genético Guatemala 51, tuvieron producciones de 291 gramos de semilla seca por planta a los 316 días después del trasplante. Además, con las variedades Cabo verde y Madagascar, obtuvieron 289 y 251 gramos por planta, a los 407 días después del trasplante.

En general, los resultados estuvieron relacionados con los mayores valores logrados en número de ramas, frutos por planta y peso de 100 semillas, lo que concuerda con lo señalado por Avelar, *et al.* (2005) y Roldan (2013), quienes mencionan que la productividad de las plantas está condicionada al número de frutos, número de semillas por fruto y peso de semillas.

Además, los resultados obtenidos en esta investigación concuerdan con lo mencionado por Zamarripa-Colmenero, *et al.* (2009), quienes consideran que por su condición de planta alógama, las plantaciones establecidas por semillas son más heterogéneas que las

de estacas, en cuanto a sus características fenotípicas y genéticas como uniformidad de plantas, época y tipo de floración, vigor vegetativo, rendimiento de grano y de aceite.

De acuerdo a Gondim *et al.*, (2009) la propagación vegetativa del piñón es una alternativa para la multiplicación de materiales seleccionados que presenten alta productividad de semillas y de aceite, siendo la forma más eficiente para garantizar el éxito del cultivo. La principal ventaja de producción de plántulas vía estacas es reproducir plantas genéticamente iguales a las plantas madres.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, se pudo concluir que:

- La línea CP041, sembrada por estaca, mostró las mejores características en cuanto a número de frutos por planta con 172,25 frutos, peso de 100 semillas de 76,63 g, contenido de aceite del 51,38 % y rendimiento de semillas promedio a los 12 meses después del trasplante de 604,58 gramos por planta (1511,45 kg de semilla seca por hectárea).
- La línea CP054 también se destacó por presentar mayor número de ramas y rendimientos promedio por planta de 565,22 gramos (1413,05 kg de semilla seca por hectárea), cuando fue sembrada por estacas; mientras que, en siembras por semillas se obtuvo 368,10 gramos por planta (920,25 kg de semilla seca por hectárea) y el 46,08 % de contenido de aceite.
- Los métodos de siembra sexual y asexual estudiados no mostraron diferencias estadísticas en la mayoría de las variables analizadas, sin embargo, las plantas propagadas por estacas fueron más precoces, presentaron mayor porcentaje de aceite (40,67%) y fueron superiores estadísticamente en número de frutos por planta (111,87 frutos), rendimiento por planta (387,74 g) y por

hectárea (969,36 kg/ha), en comparación a las provenientes de semillas.

- La producción mensual de los materiales con los dos sistemas de siembra, tuvo un comportamiento similar en los primeros meses de cosecha; posteriormente, las líneas CP041 y CP054, que presentaron los mayores rendimientos, sobresalieron dentro del grupo con incrementos aún después de la terminación de la época lluviosa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque, F. A., Arriel, N. H., Beltrao, N. E., Amador, A. M., Sousa, S. L., Freire, M. A., & Sampaio, L. R. (2009). Análise de crescimento inicial do *Jatropha curcas* em condições de sequeiro. *Revista Brasileira de oleaginosas e fibrosas*, 99-106.
- Avelar, R. C., Junior, M. A., Carvalho, J. P., Dourado, D. C., Danfa, S., Quintiliano, A. A., ... Castro, N. P. (2005). *Producción de plántulas de piñón manso (Jatropha curcas L.) en bolsas*. Brasil: I Congreso de la red Brasileira de tecnologia do biodiesel.
- Azurdia, C., Asturias, R., Barillas, E., & Montes, L. (2008). *Caracterización molecular de las variedades de Jatropha curcas L. en Guatemala con fines de mejoramiento*. León-Guatemala: AGROCYT, CONCYT.
- Barros, A., Brasil, A., & Quintao, C. M. (2007). *Evaluación de tratamientos para superación de dormancia en semillas de piñón manso*. Varginha. Brasil: Congreso Brasileiro de plantas oleaginosas, oleos, gorduras e biodiesel.
- Drumond, M., Arruda, F. P., & Anjos, J. (2008). *Piñón manso- Jatropha curcas*. Petrolina, Brasil: Embrapa semiarido.
- Echeverría, T. R. (2008). *Manejo del cultivo de piñón blanco (Jatropha curcas L.) en la región de San Martín*. Tarapoto-Perú: INIA.
- Gondim, T. C., Días, L. A., Días, D. C., Laviola, B. G., Oliveira, G. L., Freitas, R. G., ... Martins, A. O. (2009). *Desarrollo de plántulas de piñón manso propagadas por*

- semillas y por estacas de tamaño reducido. Minas Gerais-Brasil: FAPEMIF.
- Heller, J. (1996). *Physic nut. Jatropha curcas L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. Roma: International plant genetic resources institute .
- Henning, R. K. (2007). *Identification, selection and multiplication of high yielding Jatropha curcas L. plants and economic key points for viable Jatropha oil production costs*. Alemania: Jatropha Themenportal für gartenarbeit.
- Laviola, G. B., Alves, A. A., Gurge, F. D., Rosado, T. B., & Albrecht, J. C. (2012). *Estimates of genetic parameters for Physic nut traits based in the germoplasm two years evaluation*. *Revista Ciencia Rural*, 429-435.
- Laviola, G. B., Bhering, L. L., Mendonca, S., Rosado, B. T., & Albrecht, J. C. (2006). *Caracterizacáo morfo-agronómica do banco de germoplasma de piñao manso na fase jovem*. *Biosci J. Uberlandia*, 371-379.
- Lima, T. M., Assuncao, H. F., & Martím, A. (2006). *Evaluación de técnicas de propagación de piñón manso*. Goiás-Brasil: CNPA/ EMBRAPA.
- López, J. (2009). *Caracterización de 60 accesiones de piñón (Jatropha curcas L.) colectadas en la provincia de Manabí y otras zonas*. Portoviejo: Universidad Técnica de Manabí. Tesis de grado.
- Machado, R. (2011). *Caracterización morfológica y productiva de procedencias de Jatropha curcas L.* *Revista Pastos y Forrajes*, 267-280.
- Machado, R., & Brunet, J. (2014). *Colecta y caracterización de procedencias de Jatropha curcas L.* *Revista Pastos y Forraje*, 145-150.
- Martín, C., Moure, A., Martín, G., Carrillo, E., & Parajó, H. D. (2010). *Fractional characterisation of Jatropha, neem, moringa, trisperma, castor and candlenut seeds as potential feedstocks for biodiesel production in Cuba*. *Biomass and bioenergy*, 533-538.
- Mendoza, J., Cañarte, E., Rodríguez, M., & López, J. (2008). *El piñón (Jatropha curcas L.) una alternativa de cultivo para zonas marginales secas*. Portoviejo: INIAP. EEP.
- Pedraza, E., & Cayón, D. (2010). *Caracterización morfofisiológica de Jatropha curcas L. variedad Brasil cultivada en dos zonas de Colombia*. *Revista Acta agronómica*, 30-36.
- Roldan, L. (2013). *Comparación proximal de ocho accesiones de piñón (Jatropha curcas L.) provenientes de Honduras, México, Brasil y El Salvador del banco de germoplasma Zamorano*. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.
- Saturnino, H. M., Pacheco, D. D., Kakida, J., Tominaga, N., & Goncalves, N. P. (2005). *Cultivo de piñón manso (Jatropha curcas L.). Producción de oleaginosas para biodisel*. Belorizonte: Informe agropecuario.
- Sonnenholzner, D. R. (2008). *A review on the potentials of the Jatropha curcas L. for power generation and sustainable development of rural areas. Case study: Ecuador and the Isabela Island Galapagos*. Alemania.
- Spinelli, V. M., Rocha, R. B., Ramalho, A. R., Marcolan, A. L., Vieira, J. R., Fernandes, C. F., ... Dias, L. A. (2010). *Componentes primarios e secundarios do rendimento do oleo de piñao manso*. *Revista Ciencia rural*, 1752-1758.
- Suarez, R. M. (2009). *Comportamiento de tres procedencias de Jatropha curcas en el banco de germoplasma de EEPF "Indio Hatueie"*. *Revista Pastos y forraje*, 29-37.
- Sujatha, M., Reddy, T. P., & Mahasi, M. (2008). *Role of biotechnological interventions in the improvement of castor (Ricinus communis L) and Jatropha curcas L.* *Biotechnology Advances*, 424-435.
- Vega, J. A. (2005). *Jatropha curcas L. 3. Cultivo. Agroproyectos y bioenergía*, 21.
- Zamarripa-Colmenero, A., Ruiz-Cruz, P. A., Bonilla, J. L., Martínez-Herrera, J., Santos, A. O.-d., & Martínez-Valencia, B. (2009). *Biocombustibles: Perspectivas de producción de biodisel a partir de Jatropha curcas L. en el trópico de México*. Tuxtla, Chiapas, México: INIFAP.
- Zamarripa-Colmeneros, A., & Solís-Bonilla, J. L. (2013). *Jatropha curcas L. Alternativa*

bioenergética en Mexico. Tuxtla, Chiapas, México: INIFAP.

Ibuquerque, F. A., Arriel, N. H., Beltrao, N. E., Amador, A. M., Sousa, S. L., Freire, M. A., & Sampaio, L. R. (2009). *Análise de crescimento inicial do Jatropha curcas em condições de sequeiro*. *Revista Brasileira de oleaginosas e fibrosas*, 99-106.

Avelar, R. C., Junior, M. A., Carvalho, J. P., Dourado, D. C., Danfa, S., Quintiliano, A. A., ... Castro, N. P. (2005). *Producción de plántulas de piñón manso (Jatropha curcas L.) en bolsas*. Brasil: I Congreso de la red Brasileira de tecnología do biodiesel.

Azurdia, C., Asturias, R., Barillas, E., & Montes, L. (2008). *Caracterización molecular de las variedades de Jatropha curcas L. en Guatemala con fines de mejoramiento*. León-Guatemala: AGROCYT, CONCYT.

Barros, A., Brasil, A., & Quintao, C. M. (2007). *Evaluación de tratamientos para superación de dormancia en semillas de piñón manso*. Varginha. Brasil: Congreso Brasileiro de plantas oleaginosas, oleos, gorduras e biodiesel.

Drumond, M., Arruda, F. P., & Anjos, J. (2008). *Piñón manso- Jatropha curcas*. Petrolina, Brasil: Embrapa semiarido.

Echeverría, T. R. (2008). *Manejo del cultivo de piñón blanco (Jatropha curcas L.) en la región de San Martín*. Tarapoto-Perú: INIA.

Gondim, T. C., Días, L. A., Días, D. C., Laviola, B. G., Oliveira, G. L., Freitas, R. G., ... Martins, A. O. (2009). *Desarrollo de plántulas de piñón manso propagadas por semillas y por estacas de tamaño reducido*. Minas Gerais-Brasil: FAPEMIF.

Heller, J. (1996). *Physic nut. Jatropha curcas L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. Roma: International plant genetic resources institute.

Laviola, G. B., Bhering, L. L., Mendonca, S., Rosado, B. T., & Albrecht, J. C. (2011). *Caracterização morfo-agronômica do banco de germoplasma de piñão manso na fase jovem*. *Biosci J. Uberlândia*, 371-379.

Lima, T. M., Assuncao, H. F., & Martím, A. (2006). *Evaluación de técnicas de propagación de piñón manso*. Goiás-Brasil: CNPA/ EMBRAPA.

López, J. (2009). *Caracterización de 60 accesiones de piñón (Jatropha curcas L.) colectadas en la provincia de Manabí y otras zonas*. Portoviejo: Universidad Técnica de Manabí. Tesis de grado.

Mendoza, J., Cañarte, E., Rodríguez, M., & López, J. (2008). *El piñón (Jatropha curcas L.) una alternativa de cultivo para zonas marginales secas*. Portoviejo: INIAP. EEP.

Saturnino, H. M., Pacheco, D. D., Kakida, J., Tominaga, N., & Goncalves, N. P. (2005). *Cultivo de piñón manso (Jatropha curcas L.)*. Producción de oleaginosas para biodiesel. Belorizonte: Informe agropecuario.

Sonnenholzner, D. R. (2008). *A review on the potentials of the Jatropha curcas L. for power generation and sustainable development of rural areas. Case study: Ecuador and the Isabela Island Galapagos*. Alemania.

Spinelli, V. M., Rocha, R. B., Ramalho, A. R., Marcolan, A. L., Vieira, J. R., Fernandes, C. F., ... Dias, L. A. (2010). *Componentes primarios e secundarios do rendimento do óleo de piñão manso*. *Revista Ciencia rural*, 1752-1758.

Sujatha, M., Reddy, T. P., & Mahasi, M. (2008). *Role of biotechnological interventions in the improvement of castor (Ricinus communis L) and Jatropha curcas L.* *Biotechnology Advances*, 424-435.

Vega, J. A. (2005). *Jatropha curcas L. 3. Cultivo. Agroproyectos y bioenergía*, 21.

Zamarripa-Colmenero, A., Ruiz-Cruz, P. A., Bonilla, J. L., Martínez-Herrera, J., Santos, A. O.-d., & Martínez-Valencia, B. (2009). *Biocombustibles: Perspectivas de producción de biodiesel a partir de Jatropha curcas L. en el trópico de México*. Tuxtla, Chiapas, México: INIFAP.

Zamarripa-Colmeneros, A., & Solís-Bonilla, J. L. (2013). *Jatropha curcas L. Alternativa bioenergética en Mexico*. Tuxtla, Chiapas, México: INIFAP.