

## Caracterización de colectas y accesiones de *Jatropha curcas* L. mediante estudios fenológicos y agronómicos<sup>1</sup>

## Characterization of collections and accessions of *Jatropha curcas* L., by phenological and agronomic studies<sup>1</sup>

Francisco A. Vergara Ocampo<sup>2</sup> y Cipriano Ramón Enciso Garay<sup>3</sup>

1. Parte de la Tesis de Grado presentado por el primer autor para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo en la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA). San Lorenzo, Paraguay.
2. Egresado de la FCA, UNA. San Lorenzo, Paraguay.
3. Docente Investigador de la FCA, UNA. Email: [cenciso@agr.una.py](mailto:cenciso@agr.una.py)

Recibido: 11/02/2010; Aceptado: 26/04/2010.

### RESUMEN

Para caracterizar la fenología y el comportamiento agronómico de la colección de germoplasma de *Jatropha curcas* L. del Centro Tecnológico Agropecuario en Paraguay (CETAPAR), ubicado en el distrito de Yguazú, departamento de Alto Paraná, Paraguay se realizó esta evaluación entre los meses de enero y julio del 2009. El método empleado para las evaluaciones agronómicas fue el muestreo aleatorio con 15 tratamientos y cinco repeticiones. Las evaluaciones fenológicas se realizaron de modo descriptivo. La colección está compuesta de híbridos clonales implantados en el 2007, provenientes de colectas de localidades paraguayas y brasileñas; además de accesiones del estado de Minas Gerais, Brasil. Se evaluaron el rendimiento de frutos por planta, peso medio de frutos secos, número de semillas por fruto, relación fruto-semilla y el rendimiento de semillas por planta. Se registraron la época de floración y la duración del periodo de cosecha de los distintos materiales. Los resultados estadísticos muestran que para todas las variables agronómicas evaluadas existen diferencias entre los materiales. Los mayores rendimientos de frutos y semillas, se obtuvieron en los materiales Caragatay y Oracilia. Además Caragatay presentó los frutos con mayor número de semillas y peso seco. El mayor porcentaje de semillas con relación al fruto se observó en la accesión Filomena. El periodo de cosecha alcanzó once semanas, exceptuando a la colecta de Santa Rosa del Aguaray, la cual se cosechó durante nueve semanas.

**Palabras clave:** *Jatropha curcas*, germoplasma, fenología, características agronómicas.

### ABSTRACT

To characterize the phenological and agronomical performance of the germplasm collection of *Jatropha curcas* L., of the Centro Tecnológico Agropecuario del Paraguay (CETAPAR), located in the district of Yguazú, Alto Paraná Department, Paraguay, was carried out this evaluation between the months of January – July, 2009. The method used for the agronomical evaluations was the Random Sampling with 15 treatments and five repetitions. The phenological evaluations were realized in descriptive mode. The collection is composed of clonal hybrids planted in 2007, coming from collection of paraguayans and brazilian localities; besides accessions of Minas Gerais State, Brazil. It was evaluated the fruit yield per plant, middle weight of dry fruits, seed number per fruit, relation fruit-seed and seeds yield per plant. It had registered the flowering time and duration of the harvest period of the different materials. The statistical results show that for all agronomic variables evaluated there are differences between materials. The higher yields of fruits and seeds were obtained in materials of Caragatay and Oracilia. Furthermore, Caragatay presented the fruits with higher number of seeds and dry weigh. The highest percentage of seeds in relation to the fruit was observed in the Filomena accession. The harvest period reached eleven weeks, excepting to the harvest of Santa Rosa del Aguaray, which was harvested during nine weeks.

**Key words:** *Jatropha curcas* L, germplasm, phenology, agronomic characteristics.

## INTRODUCCIÓN

La jatrofa también conocida como, *Jatropha curcas* L., es un arbusto perenne, que pertenece a la familia de las Euforbiáceas, orden Euphorbiales y clase Magnoliopsida; dentro de la división Magnoliophyta, del reino Plantae (ITIS 2008).

Ésta planta desde hace siglos se ha utilizado en la medicina popular africana, ya sea por sus raíces, tallos, hojas, semillas o frutos. También se ha descubierto que su savia tiene propiedades hemostáticas y antimicrobianas (Casotti y Font 2007). Sin embargo, según Ramesh et al. (2006), la extracción del aceite vegetal de las semillas es uno de los usos más productivos de estos arbustos que son ampliamente cultivados en los trópicos como cercos vivos.

Para Arruda et al. (2004), los frutos de la jatrofa son cápsulas ovoides triloculares, con una semilla en cada cavidad, formado por un pericarpio o cáscara dura y leñosa, indehiscente, inicialmente verde, pasando a amarillo, castaño y finalmente negro, cuando llega a la fase de maduración. Contiene de 53 a 62 % de semillas y de 38 a 47 % de cáscara, pesando cada uno de 1,53 a 2,85 gramos.

Aker, citado por Saturnino et al. (2005), menciona que la floración de la jatrofa tiende a ser episódica y responde principalmente a la variación del periodo de lluvias. Por su parte Heller (1996), expresa, que la planta no es sensible a la duración del día, por lo que se puede sembrar en cualquier época del año; a excepción de las épocas con riesgo de heladas.

A pesar de su potencial, la jatrofa es una planta no domesticada y desconocida científicamente sobre diversos aspectos. En el Paraguay existen plantaciones comerciales de ésta especie, sin embargo es importante resaltar que son escasas las informaciones científicas generadas a nivel nacional sobre la misma, razón por la cual es necesario realizar trabajos de investigación que permitan conocer la fenología y la productividad de los genotipos nacionales e introducidos de ésta especie existentes en el país.

En ese contexto, el objetivo del trabajo fue caracterizar la fenología y el comportamiento agronómico de diferentes accesiones y colectas de jatrofa.

## METODOLOGÍA

La evaluación se llevó a cabo de enero a julio del 2009, en el Centro Tecnológico Agropecuario en Paraguay (CETAPAR), dependiente de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), que se encuentra ubicado

a 281 kilómetros de la ciudad de Asunción, sobre la Ruta número 7: "Dr. José Gaspar Rodríguez de Francia", en el distrito de Yguazú, Alto Paraná, Paraguay.

La parcela muestral se estableció utilizando mudas de origen asexual, de tres meses de edad, provenientes de plantas madres de diferentes localidades del Paraguay y el Brasil. El transplante se dio lugar entre el 31 de agosto y el 1 de setiembre del 2007. Desde el transplante hasta el inicio de la evaluación se realizaron labores de poda de formación y producción, tratamientos con funguicidas e insecticidas, desmalezado periódico, y por último, raleo de plantas, acomodándolas en un arreglo espacial de 2 metros entre plantas, por 3 metros entre hileras.

El método empleado para las evaluaciones agronómicas fue el de Muestreo Aleatorio con quince tratamientos y cinco repeticiones. En catorce de estos tratamientos, cada repetición estuvo representada por dos plantas marcadas para el efecto. Mientras que, a causa de la menor disponibilidad de plantas, para el restante (tratamiento 14), se tuvo una sola planta por repetición, totalizando de este modo 145 plantas evaluadas. Los tratamientos consistieron en 15 materiales genéticos, ubicados en una hilera por tratamiento.

**Tabla 1.** Materiales genéticos de jatrofa (*Jatropha curcas* L) evaluados. CETAPAR, Yguazú, Paraguay, 2009.

Tratamiento	Localidad/sector de procedencia	Departamento /estado	País
1	Guayaki	Caaguazú	Paraguay
2	Juan L. Mallorquín	Alto Paraná	Paraguay
3	Minga Guazú	Alto Paraná	Paraguay
4	Caraguatay	Cordillera	Paraguay
5	La Colmena	Paraguari	Paraguay
6	Sapucaí	Paraguari	Paraguay
7	Fulgencio R. Moreno	Alto Paraná	Paraguay
8	Sta. Rosa del Aguaray	San Pedro	Paraguay
9	Horqueta	Concepción	Paraguay
10	Dourados	Mato Grosso do Sul	Brasil
11	Bento	Minas Gerais	Brasil
12	Filomena	Minas Gerais	Brasil
13	Gonçalo	Minas Gerais	Brasil
14	Oracilia	Minas Gerais	Brasil
15	Paraguaçu	Minas Gerais	Brasil

En la **Tabla 1** se muestran los materiales genéticos evaluados con sus respectivas denominaciones y lugares de procedencia. Los materiales paraguayos y el procedente de Dourados, corresponden a colectas realizadas en las respectivas localidades; mientras que los provenientes del estado de Minas Gerais, Brasil;

corresponden a accesiones; cuyas denominaciones representan a sectores dentro del predio de selección de accesiones de la empresa NNE Minas Agroforestal, que fue establecido con semillas de plantas madres procedentes del norte del mismo estado.

En cuanto a la fenología, se evaluaron la época de floración y la duración del periodo de cosecha de los materiales. Las observaciones de la parcela muestral se hicieron semanalmente de enero a julio del 2009. La época de floración fue considerada cuando se produjo la floración del 50 por ciento de las plantas de cada tratamiento, mientras que para la segunda variable, se procedió a anotar la fecha de inicio y término del periodo de cosecha de frutos.

El rendimiento de frutos y semillas se evaluó en base a la última cosecha realizada en la parcela muestral, cosechando en tal oportunidad los frutos que se encontraban en estado maduro (amarillo) y secos, en cada unidad muestral. Posteriormente, dichos frutos fueron colocados por tres días en estufa a 80° C para completar el secado. Una vez retirados los frutos secos de la estufa, se efectuó el conteo y pesaje de los mismos, y se procedió a su desgranado, de forma manual.

Para el rendimiento de semillas se realizó el pesaje en el laboratorio de semillas de CETAPAR, mediante la ayuda de una balanza de precisión. Con los datos del rendimiento de frutos y semillas, se obtuvieron el peso medio de frutos secos, número de semillas por fruto y la relación fruto-semilla para cada unidad muestral.

Los valores obtenidos en las mediciones agronómicas fueron sometidos al análisis de varianza (ANAVA) y en los casos que se obtuvieron resultados significativos, las medias para cada una de las variables fueron comparadas entre sí, por la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad de error. Para el caso de las evaluaciones fenológicas, éstas se presentan de modo descriptivo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Estudios fenológicos

En todos los tratamientos evaluados se pudo observar que la floración se produjo en la última semana del mes de marzo; salvo para los materiales procedentes de Fulgencio R. Moreno, Santa Rosa del Aguaray y Paraguaçu, los cuales florecieron una semana más tarde, es decir en los primeros días del mes de Abril (**Tabla 2**).

Éstos resultados no coinciden con lo expresado por Sierra y Góez (2008), que en una caracterización de materiales genéticos de jatrofa, llevada a cabo en los municipios de Olaya y Sopetrán de Colombia, observaron que la floración se produjo de manera uniforme en todos los materiales.

Por otra parte, tomando en cuenta la época de floración, éstas observaciones coinciden con lo registrado por Wanderley Filho et al. (2006), que observaron similarmente, un inicio de floración a fines de marzo en el municipio de Rio Largo, Alagoas, al Noreste del Brasil.

**Tabla 2.** Época de floración en diferentes colectas y accesiones de jatrofa (*Jatropha curcas* L), durante el periodo de evaluación (Enero a Julio). CETAPAR, Yguazú, Paraguay, 2009.

Tratamiento	Meses											
	Ene	Feb	Mar			Abr			May	Jun	Jul	
T1: Guayaki, PY					*							
T2: Juan León Mallorquín, PY					*							
T3: Minga Guazú, PY					*							
T4: Caraguatay, PY					*							
T5: La Colmena, PY					*							
T6: Sapucaí, PY					*							
T7: Fulgencio R. Moreno, PY						*						
T8: Sta. Rosa del Aguaray, PY						*						
T9: Horqueta, PY					*							
T10: Dourados, BR					*							
T11: Bento, BR					*							
T12: Filomena, BR					*							
T13: Gonçalo, BR					*							
T14: Oracilia, BR					*							
T15: Paraguaçu, BR						*						

PY: Material paraguayo. BR: Material brasileño.

Aker, citado por Saturnino et al. (2005), menciona que la floración de la jatrofa tiende a ser episódica y responde principalmente a la variación del periodo de lluvias. Por ello, es importante destacar, que durante el periodo de evaluación de este trabajo, las mayores precipitaciones comenzaron a darse en el mes de febrero, aproximadamente un mes antes de las primeras floraciones. Hubo uniformidad en cuanto a periodo de cosecha en todos los materiales evaluados; en los cuales se inició la cosecha de frutos maduros, en la segunda semana del mes de mayo, con excepción del material

proveniente de Santa Rosa del Aguaray, cuya maduración de frutos se inició dos semanas más tarde que los demás (**Tabla 3**).

Con respecto a la finalización del periodo de cosecha, no existió diferencia entre los materiales evaluados, finalizando en los últimos días del mes de julio. Esto podría deberse a que en dicho mes se produce la defoliación total de las plantas, debido a la acción de las bajas temperaturas.

**Tabla 3.** Duración del periodo de cosecha en diferentes colectas y accesiones de jatrofa (*Jatropha curcas* L), durante los meses de evaluación (Enero a Julio de 2009). CETAPAR, Yguazú, Paraguay, 2009.

Tratamiento	Ene		Feb		Mar		Abr		May				Jun				Jul			
T1: Guayaki, PY									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
T2: Juan León Mallorquín, PY									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
T3: Minga Guazú, PY									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
T4: Caragatatay, PY									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
T5: La Colmena, PY									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
T6: Sapucaí, PY									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
T7: Fulgencio R. Moreno, PY									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
T8: Sta. Rosa del Aguaray, PY											*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
T9: Horqueta, PY									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
T10: Dourados, BR									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
T11: Bento, BR									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
T12: Filomena, BR									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
T13: Gonçalo, BR									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
T14: Oracilia, BR									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
T15: Paraguaçu, BR									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

PY: Material paraguayo. BR: Material brasileño.

Tomando en cuenta los datos (**Tabla 3**), el periodo de cosecha en los distintos materiales de jatrofa tuvo una duración de 11 semanas, salvo para aquel proveniente de Santa Rosa del Aguaray, cuyo ciclo de fructificación se produjo durante nueve semanas.

Estos datos muestran mucha similitud con lo presentado por Saturnino et al. (2005), quienes en una evaluación de materiales de jatrofa procedentes del estado de Minas Gerais, Brasil; observaron una duración de 12 semanas en el primer ciclo de producción de frutos.

Aker, citado por Saturnino et al. (2005), observó que el desarrollo del fruto de la jatrofa es propio de una infrutescencia, donde los frutos fecundados más tarde, continúan su proceso normal de crecimiento después de la maduración de los primeros frutos del cacho. Esto explica como un corto periodo de floración, produce un prolongado tiempo de fructificación.

#### Comportamiento agronómico

En cuanto al número de frutos por planta, la comparación de medias a través del Test de Tukey al 5%, mostró

diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para esta variable (**Tabla 4**).

La colecta procedente de Caragatatay presentó el mayor número de frutos por planta (44,9 frutos), difiriendo significativamente con los tratamientos de Guayaki, Fulgencio R. Moreno, Santa Rosa del Aguaray y Paraguaçu; en este orden, también se destacó la accesión Oracilia, con 43 frutos; la cual difiere de los mismos citados anteriormente, con excepción del último.

Los materiales procedentes de Guayaki (18,8 frutos), Fulgencio R. Moreno (17,1 frutos) y Santa Rosa del Aguaray (15 frutos) fueron los que presentaron menor cantidad de frutos por planta.

Estos resultados son, en cierta forma, superiores a los presentados por Sierra y Góez (2008), quienes en investigaciones conducidas en Colombia, mencionan que las colectas Quebrada Seca y Puerto Avispa; presentaron rendimientos de última cosecha de 25 y 5 frutos, respectivamente.

**Tabla 4.** Número de frutos por planta cosechados de jatrofa (*Jatropha curcas* L.) en los diferentes materiales. CETAPAR, Yguazú, Paraguay, 2009.

Tratamiento	Número de frutos	TT*
T1: Guayaki, PY	18,80	c
T2: Juan León Mallorquín, PY	29,20	abc
T3: Minga Guazú, PY	31,00	abc
T4: Caraguatay, PY	44,90	a
T5: La Colmena, PY	28,90	abc
T6: Sapucaí, PY	24,10	abc
T7: Fulgencio R. Moreno, PY	17,10	c
T8: Sta.Rosa del Aguaray, PY	15,00	c
T9: Horqueta, PY	21,00	abc
T10: Dourados, BR	35,90	abc
T11: Bento, BR	37,40	abc
T12: Filomena, BR	33,10	abc
T13: Gonçalo, BR	38,20	abc
T14: Oracilia, BR	43,00	ab
T15: Paraguaçu, BR	20,70	bc
<b>Promedio general</b>	<b>29,22</b>	
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>	<b>52,26</b>	

\* Test de Tukey al 5%: Medias seguidas de la misma letra en las columnas, no difieren entre sí.

PY: Material paraguayo. BR: Material brasileño.

En contrapartida, Erazo y Quezada (2009), en una caracterización realizada en el estado de Choluteca, Honduras, con plantas de jatrofa de 22 meses de edad; encontraron que el material genético Honduras-101 presentó un rendimiento de 15 a 40 frutos por planta, superando en un rango de 5 a 25 frutos a la variedad Cabo Verde.

Por otra parte, Silva et al. (2008); en una caracterización llevada a cabo con 103 materiales de distintas procedencias, en la localidad de Patos, Pernambuco, Brasil; encontraron al "acceso 78" como el de mayor destaque, presentando 25 frutos por planta a los seis meses de edad.

Los datos obtenidos del pesaje de los frutos secos, al ser sometidos al análisis de varianza, mostraron diferencia significativa entre los tratamientos evaluados. Al realizar la comparación de medias, el tratamiento Oracilia obtuvo el mayor peso medio de frutos secos (2,34 g), presentando diferencia significativa con los tratamientos procedentes de Guayaki (1,88 g), Minga Guazú (1,87 g), Sapucaí (1,86 g), Horqueta (1,85 g), Filomena (1,79 g) y Gonçalo (1,83 g); siendo éstos mismos los que presentaron los menores pesos medios en sus frutos (**Tabla 5**).

Estos datos se encuentran en el rango presentado por Peixoto, citado por Saturnino et al. (2005), que observó

que cada fruto de jatrofa pesa de 1,53 a 2,85 g, con una media de 2,2 g; sin embargo, son inferiores a los encontrados por Leal, citado en Saturnino et al. (2005), que reportó un peso medio de frutos de 2,97 gramos, para una muestra de frutos colectados de un área irrigada.

**Tabla 5.** Peso medio de frutos secos de jatrofa (*Jatropha curcas* L.) en los diferentes materiales. CETAPAR, Yguazú, Paraguay, 2009.

Tratamiento	Peso de frutos secos (gramos)	TT*
T1 Guayaki, PY	1,88	b
T2 Juan León Mallorquín, PY	2,00	ab
T3 Minga Guazú, PY	1,87	b
T4 Caraguatay, PY	1,97	ab
T5 La Colmena, PY	2,03	ab
T6 Sapucaí, PY	1,86	b
T7 Fulgencio R. Moreno, PY	2,10	ab
T8 Sta. Rosa del Aguaray, PY	1,95	ab
T9 Horqueta, PY	1,85	b
T10 Dourados, BR	1,92	ab
T11 Bento, BR	2,11	ab
T12 Filomena, BR	1,79	b
T13 Gonçalo, BR	1,83	b
T14 Oracilia, BR	2,34	a
T15 Paraguaçu, BR	2,11	ab
<b>Promedio general:</b>	<b>1,97</b>	
<b>Coefficiente de Variación (%):</b>	<b>13,99</b>	

\* Test de Tukey al 5%: Medias seguidas de la misma letra en las columnas, no difieren entre sí.

PY: Material paraguayo. BR: Material brasileño.

En la comparación de medias, del número medio de semillas por fruto, la accesión Oracilia, obtuvo el mayor número de semillas por fruto (2,9 semillas), presentando diferencia significativa sólo con el tratamiento Gonçalo (2,58 semillas); siendo éste último, el material genético con menor semillas por fruto (**Tabla 6**).

Leal citado por Saturnino et al. (2005), en una muestra de frutos secos colectados de un área irrigada, encontró una media de 2,75 semillas por fruto, lo cual coincide plenamente con el promedio de este trabajo (2,74 semillas por fruto). Por otra parte, es importante señalar, que durante la realización de este trabajo se constató que los frutos de la jatrofa presentan una frecuencia de dos a tres semillas; encontrándose ocasionalmente algunos frutos con una ó cuatro semillas.

Los datos correspondientes a la relación fruto-semilla fueron sometidos al análisis de varianza, el cual mostró diferencia significativa entre los materiales evaluados.

Por comparación de medias, pudo constatarse que la accesión Filomena, obtuvo los valores más elevados en la relación fruto-semilla (69,65 %), presentando diferencia estadística con las colectas procedentes de Guayaki, Horqueta y Santa Rosa del Aguaray; siendo ésta última la que presentó el menor valor en esta relación (55,95 %) (**Tabla 7**).

**Tabla 6.** Número de semillas por fruto de jatrofa (*Jatropha curcas* L.) en los diferentes materiales. CETAPAR, Yguazú, Paraguay, 2009.

Tratamiento	Número de semillas por fruto	TT*
T1: Guayaki, PY	2,66	ab
T2: Juan León Mallorquín, PY	2,67	ab
T3: Minga Guazú, PY	2,76	ab
T4: Caragatatay, PY	2,73	ab
T5: La Colmena, PY	2,84	ab
T6: Sapucaí, PY	2,81	ab
T7: Fulgencio R. Moreno, PY	2,86	ab
T8: Sta. Rosa del Aguaray, PY	2,63	ab
T9: Horqueta, PY	2,71	ab
T10: Dourados, BR	2,78	ab
T11: Bento, BR	2,68	ab
T12: Filomena, BR	2,77	ab
T13: Gonçalo, BR	2,58	b
T14: Oracilia, BR	2,90	a
T15: Paraguaçu, BR	2,69	ab
<b>Promedio general</b>	<b>2,74</b>	
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>	<b>6,73</b>	

\* Test de Tukey al 5%: Medias seguidas de la misma letra en las columnas, no difieren entre sí.

PY: Material paraguayo. BR: Material brasileño.

**Tabla 7.** Relación fruto-semilla en plantas de jatrofa (*Jatropha curcas* L.) en los diferentes materiales. CETAPAR, Yguazú, Paraguay, 2009.

Tratamiento	Relación fruto-semilla (%)	TT*
T1: Guayaki, PY	61,49	bcd
T2: Juan León Mallorquín, PY	65,41	abc
T3: Minga Guazú, PY	69,47	ab
T4: Caragatatay, PY	68,64	ab
T5: La Colmena, PY	69,46	ab
T6: Sapucaí, PY	66,24	abc
T7: Fulgencio R. Moreno, PY	65,92	abc
T8: Sta. Rosa del Aguaray, PY	55,95	d
T9: Horqueta, PY	60,26	cd
T10: Dourados, BR	69,26	ab
T11: Bento, BR	65,79	abc
T12: Filomena, BR	69,65	a
T13: Gonçalo, BR	62,34	abcd
T14: Oracilia, BR	65,79	abc
T15: Paraguaçu, BR	66,74	abc
<b>Promedio general</b>	<b>65,49</b>	
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>	<b>7,71</b>	

\* Test de Tukey al 5%: Medias seguidas de la misma letra en las columnas, no difieren entre sí.

PY: Material paraguayo. BR: Material brasileño.

Estos resultados son inferiores a los de CETEC, citados en Saturnino et al. (2005), que señalan que el fruto entero

de la jatrofa está constituido en un 73,8 % por la semilla; pero son similares a los encontrados por Leal, citado por Saturnino et al. (2005), el cual observó que del peso total de los frutos, 66,77 % eran semillas; y a los de Arruda et al. (2004), que encontraron un rango de 53 a 62 % para esta relación.

Los datos relativos al rendimiento de semillas por planta, tomados en la última cosecha; al ser sometidos al análisis de varianza mostraron diferencia significativa entre los tratamientos (**Tabla 8**).

**Tabla 8.** Rendimiento de semillas por planta cosechada de jatrofa (*Jatropha curcas* L.) en la última cosecha de los diferentes materiales. CETAPAR, Yguazú, Paraguay, 2009.

Tratamiento	Peso de semillas (gramos)	TT*
T1: Guayaki, PY	23,56	c
T2: Juan León Mallorquín, PY	39,23	abc
T3: Minga Guazú, PY	40,05	abc
T4: Caragatatay, PY	60,29	ab
T5: La Colmena, PY	39,76	abc
T6: Sapucaí, PY	30,44	bc
T7: Fulgencio R. Moreno, PY	23,94	c
T8: Sta. Rosa del Aguaray, PY	18,65	c
T9: Horqueta, PY	25,34	c
T10: Dourados, BR	49,65	abc
T11: Bento, BR	52,32	abc
T12: Filomena, BR	41,99	abc
T13: Gonçalo, BR	49,94	abc
T14: Oracilia, BR	66,30	a
T15: Paraguaçu, BR	29,09	bc
<b>Promedio general</b>	<b>39,37</b>	
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>	<b>56,45</b>	

\* Test de Tukey al 5%: Medias seguidas de la misma letra en las columnas, no difieren entre sí.

PY: Material paraguayo. BR: Material brasileño.

A través de la comparación de medias por el Test de Tukey al 5%, se verifica que el material genético Oracilia proporcionó el mayor peso de semillas por planta (66,30 g), presentando diferencia estadística con los tratamientos de Sapucaí, Paraguaçu, Guayaki, Fulgencio R. Moreno, Santa Rosa del Aguaray y Horqueta; siendo éstos cuatro últimos, los que generaron los menores pesos de semillas por planta, con 23,56; 23,94; 18,65 y 23,54 gramos, respectivamente. El otro material que se destacó en la producción de semillas, fue el procedente de Caragatatay, con 60,29 gramos, el cual difiere significativamente sólo de aquellos que obtuvieron los menores pesos, recientemente citados (**Tabla 8**).

Estos resultados presentan similitud con los de Sierra y Góez (2008), que en Colombia, hallaron a los materiales de Quebrada Seca y Puerto Avispa; con rendimientos de semilla en la última cosecha de 50 y 10 gramos, respectivamente.

Desde el punto de vista agronómico, la principal variable para la determinación del rendimiento en un cultivo agrícola es normalmente el peso de sus granos; en el caso particular de la jatrofa, es ésta variable sumada al contenido de aceite en los granos, lo que definirá a un material genético con buenos rendimientos.

## CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos, y para las condiciones en las que se llevó a cabo esta evaluación, se ha podido llegar a las siguientes conclusiones:

- La floración del germoplasma evaluado se produce en la última semana del mes de marzo, salvo para los materiales procedentes de Fulgencio R. Moreno, Santa Rosa del Aguaray y Paraguaçu; los cuales florecen en la primera semana del mes de abril.
- El periodo de cosecha tiene una duración de 11 semanas; con la excepción de la colecta de Santa Rosa del Aguaray, cuya cosecha alcanza nueve semanas.
- Los mayores rendimientos de frutos y semillas, se presentan en los materiales Oracilia y Caraguatay; siendo éste último además, el que presenta los frutos con mayor número de semillas y peso seco. El mayor porcentaje de semillas con relación al fruto se observa en la accesión Filomena.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Centro Tecnológico Agropecuario en Paraguay (CETAPAR), por las facilidades brindadas para realizar las evaluaciones.

## LITERATURA CITADA

Arruda, FP de; Macêdo Beltrão, NE de; Andrade, AP de; Pereira, W; Severino, LS. 2004. Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas 8(1):789-799.

Casotti, W; Font, F. 2007. Cultivos alternativos para zonas áridas: Las especies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) de la Argentina. (en línea). Mendoza, AR. Consultado mar 2008. Disponible en: <http://www.uncu.edu.ar/contenido/skins/unc/download/J%20ARG%20CONFERENCIA.ppt>.

Erazo, D; Quezada, JC. 2009. Reproduced breed family line of the variety of Cape Verde trees *Jatropha curcas* (en línea) Choluteca, HN: Agroipsa. Consultado 20 julio 2009. Disponible en: [http://www.jatrophabook.com/public/documents/1822\\_1248198865.pdf](http://www.jatrophabook.com/public/documents/1822_1248198865.pdf).

Heller, J. 1996. Física del fruto de la *Jatropha*. Trad. I. Huerga. Roma, IT: International Plant Genetic Resources Institute (en línea). Consultado 20 julio 2009. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/info/bioenergia/boletines/bc-inf-03-07.pdf>

ITIS (Integrated Taxonomic Information System).2008 National Museum of Natural History (en línea). Washington D.C., US. Consultado 15 may 2008. Disponible en: [www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=28335](http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=28335).

Ramesh, D; Samapathrajan, A; Venkatachalam, P. 2006. Production of biodiesel from *Jatropha curcas* oil by using pilot biodiesel plant. Tamil Nadu, IN: Agrl. Engg. College & Research Institute. Tamil Nadu Agricultural University (en línea). Consultado 20 julio 2009. Disponible en: [http://www.bioenergy.org.nz/documents/liquidbiofuels/Pilot\\_Plant\\_for\\_Biodiesel-leaflet1.pdf](http://www.bioenergy.org.nz/documents/liquidbiofuels/Pilot_Plant_for_Biodiesel-leaflet1.pdf)

Saturnino, HM; Pacheco, D; Kakida, J; Tominaga N; Gonçalves, NP. 2005. Cultura do Pinhão Manso (*Jatropha curcas* L.). Informe Agropecuario. 26(229):44-78.

Sierra Bedoya, JF; Góez Gaviria, LM. 2008. Obtención de biodiesel a partir de aceite de la semilla de *Jatropha curcas* L. (piñon) y evaluación de los parámetros autoecológicos de la planta (en línea). Medellín, CO. Consultado 13 julio 2009. Disponible en: <http://www.corpoica.gov.co/SitioWeb/Documento/JatrophaContrataciones/1PORTADA.pdf>

Silva S, GA; Silva F, KG. da; Diniz, AL; Arriel N, HC. 2008. Caracterização da diversidade de acessos de pinhão manso. In: III Congresso Brasileiro de Mamona, 2008 (en línea) Salvador, BR: Embrapa Algodão/UEPB. Consultado 13 julio 2009. Disponible. <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/277426>

Wanderley Filho, HCL, Moura Dos Santos, C; Rolim, EV; Endres, L. 2006. Comportamento de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) sob déficit hídrico e fenologia da espécie para o Estado de Alagoas (en línea) Alagoas, BR: UFAL. Consultado 20 julio 2009. Disponible en: <http://sbpcnet.org.br/livro/60ra/resumos/resumos/R4401-1.html>.