

Colecta de *Jatropha curcas* y su comportamiento en fase de vivero y de establecimiento (Nota técnica)

Collection of *Jatropha curcas* and its performance in nursery and establishment stages (Technical note)

R. Machado

Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba
Email: rmachado@indio.atenas.inf.cu

Resumen

El objetivo de este trabajo fue coleccionar material de *J. curcas* con características morfológicas adecuadas para la producción de semilla, así como determinar su comportamiento en la fase de vivero y la de establecimiento. En el vivero se observó variación en los días necesarios para el arraigamiento de los propágulos (14 a 35 días) y en la emergencia de las plántulas (7 a 28 días). La supervivencia de los propágulos fluctuó entre 73 y 100%; mientras que a partir de semilla estuvo entre 26,6 y 85,0%. La supervivencia en la fase de campo varió entre 45,4 y 93,3% en las procedencias trasladadas por propágulos, pero en la mayoría resultó inferior a la que se detectó en el vivero. En las procedencias sembradas directamente también se detectó variación en la supervivencia, pero el número de plantas emergidas a los 56 días fue alto. En estas condiciones se mantuvo un patrón de variación similar en el porcentaje de plantas arraigadas y de supervivencia, pero fue evidente el efecto del estrés causado por el traslado. Se concluye que la edad de las plantas y de las partes elegidas en el material donante, así como la calidad de la semilla, pudieron influir en la variación de los días necesarios para el arraigamiento o la emergencia y en el porcentaje de supervivencia. Se recomienda utilizar el procedimiento descrito para la colecta de *J. curcas*, enfatizando en la vía vegetativa, con el fin de acceder a procedencias con características adecuadas para la producción de semilla y con ello mantener el genotipo de los materiales colectados.

Palabras clave: Colección de plantas, *Jatropha curcas*

Abstract

The objective of this work was to collect *J. curcas* material with adequate morphological characteristics for seed production, as well as to determine its performance in the nursery and establishment stages. In nursery variation was observed in the necessary days for the rooting of the propagules (14 to 35 days) and in seedling emergence (7 to 28 days). The propagule survival fluctuated between 73 and 100%; while starting from seed it was between 26,6 and 85,0%. The survival in the field stage varied between 45,4 and 93,3% in the provenances transferred by propagules, but in most it turned out to be lower than the one detected in the nursery. In the provenances directly sown variation was also detected in survival, but the number of plants emerged after 56 days was high. Under these conditions a similar variation pattern was maintained in the percentage of rooted plants and survival, but the effect of the stress caused by the transfer was evident. It is concluded that the age of the plants and the parts selected in the donor material, as well as seed quality, could have influenced the variation of the necessary days for rooting or emergence and the survival percentage. Using the procedure described for the collection of *J. curcas* is recommended, emphasizing the vegetative way, in order to have access to provenances with adequate characteristics for seed production and with it maintain the genotype of the collected materials.

Key words: Plant collection, *Jatropha curcas*

Introducción

Jatropha curcas es una especie multipropósito de la familia *Euphorbiaceae* que ha demostrado potencialidad para la producción de biocombustible y otros coproductos de relevante importancia.

En una revisión efectuada por Toral *et al.* (2008) se planteó que esta especie se encuentra distribuida por toda la isla de Cuba e Isla de la Juventud, aunque su mayor concentración se ha determinado en las provincias orientales, donde se usa como cercas vivas y para la producción de jabones artesanales y glicerina.

Jongschaap *et al.* (2007) señalaron que *J. curcas* es una especie silvestre y que la identificación genética de las procedencias y su comportamiento en diferentes localidades y condiciones debe ser una prioridad en las investigaciones. En este sentido Azurdia *et al.* (2008) incluyeron, como parte de las tareas de un estudio desarrollado en Guatemala, la recolección y establecimiento del banco de germoplasma y su caracterización agromorfológica y molecular; mientras que Mendoza (2009), en una investigación para el desarrollo del piñón en Ecuador, planteó como una meta del proyecto la creación de bancos caracterizados y evaluados, la obtención de cultivares promisorios y la implantación de lotes demostrativos. Martínez *et al.* (2007) consideraron importante realizar la búsqueda de más sitios de colecta para esta especie y Sujatha *et al.* (2008) plantearon, como limitaciones para el uso efectivo de *J. curcas*: la falta de conocimientos acerca de las bases genéticas, los pobres rendimientos y la baja diversidad genética existente.

Por todo ello, se considera importante la colecta e introducción de la mayor cantidad posible de procedencias de esta valiosa especie, lo que permitiría crear bancos de germoplasma en diferentes localidades donde el material se incremente circunstancialmente y sea caracterizado de forma conveniente, al menos desde el punto de vista morfológico y agronómico, en una primera fase, de manera tal que se logre conformar la base necesaria para la identificación

Introduction

Jatropha curcas is a multipurpose species of the *Euphorbiaceae* family which has shown potential for biofuel production and other coproducts of relevant importance.

In a review made by Toral *et al.* (2008), this species was said to be distributed throughout the island of Cuba and the Isle of Youth, although its highest concentration has been determined in the eastern provinces, where it is used as living fences and for the production of artisanal soaps and glycerin.

Jongschaap *et al.* (2007) stated that *J. curcas* is a wild species and that the genetic identification of provenances and their performance in different sites and under different conditions should be a priority in research. In this sense, Azurdia *et al.* (2008) included, as part of the tasks of a study developed in Guatemala, the collection and establishment of the germplasm bank and its agromorphological and molecular characterization; while Mendoza (2009), in a research for the development of *J. curcas* in Ecuador, presented as a goal of the project the creation of characterized and evaluated banks, the attainment of promising cultivars and the establishment of demonstrative lots. Martínez *et al.* (2007) considered important to perform the search for more collection sites for this species and Sujatha *et al.* (2008) stated, as limitations for the effective use of *J. curcas*: the lack of knowledge about genetic bases, poor yields and low existing genetic diversity.

For all these reasons, the collection and introduction of the highest possible quantity of provenances of this valuable species is considered important, which would allow creating germplasm banks in different sites where the material is circumstantially increased and conveniently characterized, at least from the morphological and agronomic point of view, in a first stage, so that the necessary basis is made for the identification and casuistic selection of outstanding types for their future multiplication and use.

The objective of this work was aimed at collecting *J. curcas* materials with adequate morphological characteristics for seed production

y selección casuística de tipos sobresalientes para su futura multiplicación y uso.

El objetivo de este trabajo estuvo dirigido a coleccionar materiales de *J. curcas* con características morfológicas adecuadas para la producción de semilla en algunas zonas puntuales de la provincia de Sancti Spiritus, así como determinar su comportamiento en la fase de vivero y durante el establecimiento del banco de germoplasma.

Materiales y Métodos

Zona y procedimiento para las colectas. Se llevaron a cabo dos misiones de colecta en zonas puntuales del centro y el sur de la provincia Sancti Spiritus: en la primera se dio preferencia a la obtención de semilla; mientras que en la segunda se priorizó la colecta de material vegetativo (propágulos). En ambos casos las zonas estuvieron caracterizadas por una mayor presencia de suelos Pardos (Hernández *et al.*, 1999). Para la colecta se tomaron en consideración algunos requisitos que, por una parte, limitaron la celeridad del proceso; pero por la otra, permitieron la selección de plantas donantes con características morfológicas adecuadas para la producción de semilla. De esta forma, se dio preferencia a la recolección de semillas o propágulos (estacas) provenientes de individuos preferentemente aislados, bien ramificados, vigorosos, con abundantes hojas por yema, y poca o ninguna afectación por plagas o enfermedades. No obstante, también se colectó material de individuos que formaban parte de poblaciones silvestres, en mayor o menor abundancia, y otros que estaban en las cercas limítrofes de potreros y de otros cultivos, pero con la condición de que no se observara en ellos el efecto de sucesivas podas anteriores.

Los propágulos se obtuvieron mediante el corte de las ramas con un mayor o menor grado de caducidad, pero siempre desechando las porciones apicales, en las que el tejido aún se encontraba meduloso y las yemas inmaduras o con poco desarrollo. De esta forma, se cortaron 15 o más estacas en cada una de las plantas donantes, con una longitud de alrededor de 30 a 40 cm y de uno a 4 cm de diámetro aproximadamente.

in certain zones of the Sancti Spiritus province, as well as determining their performance in the nursery stage and during the establishment of the germplasm bank.

Materials and Methods

Collection zone and procedure. Two collection missions were carried out in certain zones of the central and south Sancti Spiritus province: in the first one preference was given to obtaining seeds; while in the second one the collection of vegetative material (propagules) received priority. In both cases the collection zones were characterized by a higher presence of Brown soils (Hernández *et al.*, 1999). For the collection in the donor plants some requisites were considered which, on the one hand, limited the speed of the process; but on the other hand, allowed the selection of donor plants with adequate morphological characteristics for seed production. Thus, preference was given to seed or propagule (cutting) collection from preferably isolated, well ramified, vigorous individuals with abundant leaves per bud, and little or no affectation by pests or diseases. Nevertheless, material from individuals that were part of wild populations, in higher or lower abundance, and others that were in the limiting fences of paddocks and other crops, was also collected, but with the condition that no effect of previous successive pruning was observed in them.

The propagules were obtained by cutting the branches with a higher or lower caducity degree, but always discarding the apical portions, in which the tissue was still marrowish and the buds were immature and little developed. Thus, 15 or more cuttings were cut in each of the donor plants, around 30 to 40 cm long and one to four cm of diameter approximately.

The pruned cuttings were bound together and conveniently identified and wrapped with paper, which was maintained moist until arriving at their destiny.

A provenance collected in Matanzas province was added to the seed collected in Sancti Spiritus.

All the germplasm was transferred to the Experimental Station of Pastures and Forages

Las estacas cortadas se amarraron en un haz, se identificaron convenientemente y se envolvieron en papel, el cual se mantuvo humedecido hasta llegar a su destino.

A la semilla colectada en Sancti Spíritus se le adicionó una procedencia colectada en la provincia de Matanzas.

Todo el germoplasma fue trasladado a la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" y a la Estación Experimental de Pastos y Forrajes de Sancti Spíritus, con el fin de realizar su aviveramiento y plantación posterior en las áreas destinadas a la creación del banco de germoplasma.

Fase de vivero. La plantación de las estacas y la siembra de las semillas en el vivero se hicieron el 16 de marzo de 2009. Para ello se utilizaron bolsas de nailon de 20 x 12 cm. El sustrato utilizado consistió en una mezcla de tierra (70%) y materia orgánica (30%).

Las procedencias colectadas y sembradas a partir de semilla fueron: SSCS-4, población silvestre, SSCS-3, SSCS-1, SSCS-6 y San Miguel. También se sembraron dos procedencias donadas por el Instituto de Investigaciones Forestales (D-1 y D-2).

Las obtenidas por propágulos fueron SSCE-7, SSCE-8, SSCE-9 y SSCE-10, así como Cabo Verde, Las Tunas y Sancti Spíritus, cuyos donantes se encontraban en áreas experimentales donde se evaluaron con anterioridad (Machado y Suárez, 2009).

La ausencia de supervivencia de los materiales sembrados en vivero, a partir de semilla, motivó la creación de un nuevo vivero, en condiciones de semipenumbra el 19 de mayo de 2009. De este vivero no se utilizaron las plántulas para su traslado a condiciones de campo, ya que solo tenían 28 días de edad cuando se creó el banco de germoplasma, por lo que se utilizó semilla para la siembra de este último, excepto de la procedencia SSCS-6, de la cual no quedaba reserva de semilla.

Fase de establecimiento. El banco de germoplasma se sembró o se plantó el 18 de junio de 2009. Para ello las procedencias se dispusieron en nichos espaciados a 2,0 m entre

"Indio Hatuey" and to the Experimental Station of Pastures and Forages of Sancti Spiritus, in order to be put in nursery and later planted in the area destined to the creation of the germplasm bank.

Nursery stage. The cutting planting and seeding in the nursery were performed on March 16th, 2009. For that purpose, 20 x 12 cm nylon bags were used. The substratum used consisted in a mixture of soil (70%) and organic matter (30%).

The provenances collected and planted from seed were: SSCS-4, wild population, SSCS-3, SSCS-1, SSCS-6 and San Miguel. Two provenances given by the Institute of Forestry Research (D-1 and D-2) were also planted.

The provenances obtained from propagules were SSCE-7, SSCE-8, SSCE-9 and SSCE-10, as well as Cabo Verde, Las Tunas and Sancti Spiritus, which donors were in experimental areas where they had been previously evaluated (Machado and Suárez, 2009).

The lack of survival of the materials planted in nursery, from seed, motivated the creation of a new nursery, which was created under shade conditions on May 19th, 2009. From this nursery no seedlings were used for their transfer to field conditions, because they were only 28 days old when the germplasm bank was created, for which seed was used for planting it, except in the case of the provenance SSCS-6, from which no seed reserve was left.

Establishment stage. The germplasm bank was seeded or planted on June 18th, 2009. For that purpose the provenances were placed in niches spaced at 2,0 m between rows and 2,0 m between plants, for a total of 10 niches, so that 8,0 x 2,0 m plots were formed separated by 3,0 m on both sides.

In the next six months (period that was considered as establishment stage) the corresponding agronomic labors were maintained, which consisted in manual weeding of the plots and the spaces between plots, as well as plant thinning (when there were more than ten). During that period observations were made on the number of rooted and emerged plants, from which the survival percentage (before thinning) was

líneas y 2,0 m entre plantas, para un total de 10 nichos, de forma tal que se formaron parcelas de 8,0 x 2,0 m, separadas por calles de 3,0 m en ambos sentidos. En los seis meses posteriores (período que se consideró como fase de establecimiento) se mantuvieron las labores fitotécnicas correspondientes, las cuales consistieron en el desyerbe manual de las parcelas y las calles, así como el raleo de las plantas (cuando eran más de diez). Durante ese período se hicieron observaciones sobre el número de plantas arraigadas y emergidas, a partir del cual se calculó el porcentaje de supervivencia (antes del raleo), sobre la base del número total de propágulos plantados o semillas sembradas, respectivamente.

Resultados y Discusión

En la tabla 1 se muestra la localización y el entorno donde se realizaron las colectas, así como el estado de las plantas, el tipo de vegetación preponderante, el uso de las tierras y el hábitat específico.

Como se aprecia, el número de accesiones colectadas no fue alto. Ello estuvo motivado, fundamentalmente, por el corto período de tiempo dedicado a las dos actividades de colecta, la búsqueda y preferencia que se le dio a las plantas que mostraran características morfológicas adecuadas y el hecho de que esta especie no se encuentra distribuida de forma abundante en los hábitat silvestres; mientras que en las poblaciones que formaban parte de las cercas y los setos vivos, los individuos para seleccionar eran

calculated, based on the total number of planted propagules or sown seeds, respectively.

Results and Discussion

Table 1 shows the location and environment where the collections were made, as well as the status of the plants, type of prevailing vegetation, land use and specific habitat.

As it is observed, the number of collected accessions was not high. This was caused, mainly, by the short time period dedicated to the two collection activities, the search for and preference given to the plants that showed adequate morphological characteristics and the fact that this species is not abundantly distributed in wild habitats; while in the populations that were part of living fences and hedges, the individuals to be selected were scarce because in many cases the plants were pruned.

The collection was made in plants that remained in wild or cultivated state. However, in this last case the precaution was taken that the chosen individuals did not have the effect of successive prunings, so that the number of branches present obeyed a natural morphological pattern and it was not expression of the branching produced when plants are subject to successive foliage cuttings (Dias *et al.*, 2009).

The assumed requisites in the collections of these materials allowed choosing adequate phenotypes for seed production, which were different or very different, in each case, in correspondence with their specific genotypes.

Tabla 1. Localización y entorno de las procedencias colectadas en Sancti Spíritus.
Table 1. Location and environment of the provenances collected in Sancti Spiritus.

Número de procedencias	Estado de la muestra	Tipo de vegetación	Uso de la tierra	Hábitat específico	Textura del suelo
10	Cultivadas (8)	Pradera (5)	Potrero (1)	Seto vivo (3)	Arcilloso
	Silvestres (2)	Matorrales (5)	Área cultivada (3)	Cerca viva (4)	
			Pasto natural (1)	Mezclada con manigua (1)	
			Edificaciones (1)	Mezclada con pastos (1)	
			Borde de carretera (4)	Mezclada con árboles (1)	

escasos debido a que en muchos casos las plantas estaban podadas.

La colecta se realizó en plantas que permanecían en estado silvestre o cultivado. Sin embargo, en este último caso se tuvo la precaución de que los individuos escogidos no tuvieran el efecto de podas sucesivas, de manera tal que el número de ramas presentes obedeciera a un patrón morfológico natural y no fuera la expresión del enramamiento que se produce cuando las plantas se someten a cortes sucesivos del follaje (Dias *et al.*, 2009).

Los requisitos asumidos en las colectas de estos materiales permitieron escoger fenotipos adecuados para la producción de semilla, los cuales fueron diferentes o muy diferentes, en cada caso, en correspondencia con sus genotipos específicos. Por ello se presume que estas procedencias en el banco de germoplasma se manifiesten con un grado de diversidad más o menos importante, tanto desde el punto de vista morfológico, como de la expresión fenológica.

Durante la fase de vivero se observó una notable variación en los días necesarios para la brotación o la emergencia de las plántulas (tabla 2). Este comportamiento pudiera estar asociado con la edad de las plantas donantes, sus características individuales y con las partes del vegetal de donde fueron escogidos los propágulos. En las procedencias colectadas por esta vía (desde la SSCE-6, colectada anteriormente por semilla, hasta la SSCE-10), los individuos donantes se caracterizaban por ser árboles altos, gruesos y vigorosos (viejos), cuyas estacas se escogieron indistintamente en ramas más o menos jóvenes. En estas procedencias la presencia de los brotes se comenzó a observar a partir de los 35 días de su plantación en las bolsas, tiempo que necesitaron para activar sus yemas dormantes.

Sin embargo, en las procedencias Cabo Verde, Las Tunas y Sancti Spiritus los brotes se comenzaron a observar nítidamente a partir de los 14 días. En este caso las plantas donantes tenían dos años de edad y los propágulos fueron escogidos a partir de ramas jóvenes, en las que las yemas eran turgentes y muy vigorosas,

For such reason, it is presumed that these provenances in the germplasm bank are manifested with a more or less important diversity degree, from the morphological as well as the phenological expression point of view.

During the nursery stage a remarkable variation was observed in the necessary days for the sprouting or seedling emergence (table 2). This performance could be related to the age of donor plants, their individual characteristics and to the plant parts from where the propagules were chosen. In the provenances collected this way (from SSCE-6, previously collected by seed, to SSCE-10), the donor individuals were tall, thick and vigorous (old) trees, which cuttings were indistinctly selected in more or less young branches. In these provenances the presence of sprouts began to be observed 35 days after their planting in the bags, time they needed to activate their dormant buds.

However, in the provenances Cabo Verde, Las Tunas and Sancti Spiritus the sprouts began to be clearly observed after 14 days. In this case, the donor plants were two years old and the propagules were chosen from young branches, in which the buds were turgid and very vigorous, aspects that can justify such performance and warn about the importance of taking them into consideration in future collection missions, due to the possible effects which can be exerted on survival.

Regarding the survival percentage, it is valid to state that it fluctuated between 73 and 100%, except in the provenance SSCE-6, which propagules did not show sprouting. This high survival percentage contributed to the fact that the number of propagules ready to be developed as plants in the germplasm bank exceeded, in this stage, the number of necessary plants for its creation, and particularly in the provenances in which propagules of younger branches and plants were used.

Seedling emergence in the nursery stage (seeding) started after seven days for most provenances planted this way, except for D-2, which started after 14 days, but with the inconvenience that the seedlings began to die

Tabla 2. Plantas arraigadas, emergidas y supervivencia en fase de vivero.

Table 2. Rooted, emerged plants and survival in nursery stage.

Procedencia	Estacas plantadas	7	14	21	28	35	42	47	56	63	Supervivencia %
SSCE-6	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSCE-7	15	0	0	0	0	8	11	14	13	13	86,5
SSCE-8	15	0	0	0	0	6	10	12	13	15	100,0
SSCE-9	15	0	0	0	0	4	8	9	10	11	73,3
SSCE-10	15	0	0	0	0	1	8	12	10	11	73,3
Cabo Verde	15	0	3	7	12	12	13	13	13	13	86,6
Sancti Spíritus	15	0	2	4	8	12	14	15	15	15	100,0
Las Tunas	15	0	1	8	15	15	15	15	15	15	100,0
	Semillas sembradas										
SSCS-6	14	0	0	0	12	-	-	-	-	-	85,0
SSCS-4	20	3	20	19	16	-	-	-	-	-	80,0
SSCS-3	20	15	18	13	11	-	-	-	-	-	55,0
SSCS-1	30	8	26	28	22	-	-	-	-	-	90,0
Plantación silvestre	30	15	15	12	12	-	-	-	-	-	40,0
D-1	30	26	28	27	22	-	-	-	-	-	73,3
D-2	30	0	14	15	8	-	-	-	-	-	26,6
San Miguel	30	8	26	28	22	-	-	-	-	-	73,3

aspectos que pueden justificar tal comportamiento y que alertan sobre la importancia de tomarlos en consideración en futuras misiones de colecta, debido a los posibles efectos que puedan ejercer en la supervivencia.

En cuanto al porcentaje de supervivencia, es válido señalar que fluctuó entre 73 y 100%, excepto en la procedencia SSCE-6, cuyos propágulos no mostraron brotación. Ese alto porcentaje de supervivencia contribuyó a que el número de propágulos aptos para desarrollarse como plantas en el banco de germoplasma sobrepasara, en esta fase, el número de plantas necesarias para su creación, y de modo particular en las procedencias que se utilizaron propágulos de ramas y plantas más jóvenes.

La emergencia de las plántulas en la fase de vivero (siembra por semilla) comenzó a los siete días para la mayoría de las procedencias sembradas por esta vía, excepto para D-2, que lo hizo a los 14 días, pero con el inconveniente de que las plántulas comenzaron a morir rápidamente entre los 21 y 28 días, y se concluyó con solo ocho plántulas.

A pesar de que el número de plántulas fue suficiente para la creación del banco de

rapidly between 21 and 28 days, and only eight seedlings were left at the end.

Although the seedling number was enough for the creation of the germplasm bank, their age (28 days) did not allow them to reach the adequate height for transfer to the field (35-45 cm) and they were seeded, except SSCE-6, from which there was no reserve and was transferred under those conditions (plantlets).

Table 3 shows the number of rooted plants, emergence and survival percentage in the field stage, since seven days after planting or seeding, until 56 days. In these results a noticeable variation for this last indicator was also detected, with values that oscillated from 45,4% to 93,3%.

Nevertheless, it should be noticed that the survival percentage in the field stage for the planted material was lower, or sometimes much lower, than the one detected under nursery conditions (table 2), possibly due to the stress suffered by the plants transferred from the nursery or sown directly. The highest values were only detected in the case of the provenances SSCE-10 and Las Tunas, of which 10 and 14 from the 11 and 15 propagules transferred to the field, respectively, survived, with which they

germoplasma, su edad (28 días) no les permitió alcanzar la altura adecuada para el traslado al campo (35-45 cm) y se sembraron a partir de semilla, excepto la SSCE-6, de la cual no existía reserva y se trasladó en esas condiciones (plantines).

En la tabla 3 se muestra el número de plantas arraigadas, la emergencia y el porcentaje de supervivencia en la fase de campo, desde los siete días de plantación o siembra, hasta los 56 días. En estos resultados también se detectó una notable variación para este último indicador, con valores que variaron desde 45,4% hasta 93,3%.

No obstante, llama la atención que el porcentaje de supervivencia en la fase de campo para el material plantado fuera inferior, o muy inferior en ocasiones, al que se detectó en condiciones de vivero (tabla 2), debido posiblemente al estrés que sufrieron las plantas trasladadas desde el vivero o sembradas directamente. Los valores más altos solo se detectaron en el caso de las procedencias SSCE-10 y Las Tunas, de las cuales sobrevivieron 10 y 14 de los 11 y 15 propágulos trasladados al campo, respectivamente, con lo que alcanzaron un 90,9 y 93,3% en este indicador; así como en la SSCE-6, con un 91,6% de supervivencia a pesar de ser plantines con muy poco desarrollo.

reached 90,9 and 93,3% in this indicator; as well as in SSCE-6, with 91,6% survival in spite of being very little developed plantlets.

Thus, the high survival percentage of SSCE-6 under field conditions was also higher than the one reached under nursery conditions (85%). This could be related to the nature of the propagation material, because this was the only provenance transferred to the field from its seedlings (plantlets) originated from seeds, which develop the root system characteristic of *J. curcas*, constituted by a main root and four very strong branches or primary roots of fast and efficient anchorage to the soil, with which a high percentage of living plants is achieved (Sunil *et al.*, 2008).

For the case of the provenances directly sown in the field the variation in terms of survival was also remarkable, but in all cases the total number of plants rooted after 56 days was considerably high and for such reason a thinning labor was performed leaving the most vigorous plants.

In correspondence with the results it is concluded that the age and plant parts chosen in the donor material, as well as the seed quality, could have influenced remarkably the variation found in the necessary days for rooting or

Tabla 3. Plantas arraigadas, emergidas y supervivencia en la fase de campo.

Table 3. Rooted, emerged plants and survival in the field stage.

Procedencia	Propágulos plantados	7	14	21	28	35	42	47	56	Supervivencia %
SSCE-7	13	10	10	10	8	8	8	8	7	53,3
SSCE-8	15	13	13	11	11	11	11	10	10	66,6
SSCE-9	11	8	8	7	7	7	6	5	5	45,4
SSCE-10	11	11	11	11	11	10	10	10	10	90,9
Cabo Verde	13	11	11	7	7	7	6	6	6	46,7
Sancti Spíritus	15	12	12	12	11	11	11	11	11	73,3
Las Tunas	15	14	14	14	14	14	14	14	14	93,3
SSCE-6 *	12	12	12	12	12	12	11	11	11	91,6
Semillas sembradas										
SSCS-3	30	23	23	22	20	21	21	20	20	66,6
SSCS-4	20	13	11	11	10	12	11	11	11	55,0
D-1	30	12	10	11	11	10	12	12	12	40,0
SSCS-1	30	22	24	24	23	23	16	16	16	53,3
Plantación silvestre	30	17	17	20	20	20	20	20	20	66,6
D-2	30	14	14	13	13	13	13	13	13	43,3
San Miguel	30	-	-	-	-	18	18	18	18	60,0

* Plantines

De esta forma, el alto porcentaje de supervivencia de SSCE-6 en condiciones de campo fue también superior al que alcanzó en vivero (85%). Ello puede estar relacionado con la naturaleza del material de propagación, ya que esta fue la única procedencia trasladada al campo a partir de sus plántulas (plantines) originadas de semillas, las cuales desarrollan el sistema radical característico de *J. curcas*, constituido por una raíz principal y cuatro ramas o raíces primarias muy fuertes y de rápido y eficiente anclaje en el suelo, con lo que logra un alto porcentaje de plantas vivas (Sunil *et al.*, 2008).

Para el caso de las procedencias sembradas directamente en el campo también fue notable la variación en términos de supervivencia, pero en todos los casos el número total de plantas arraigadas a los 56 días fue considerablemente alto y por ello se hizo la labor de raleo, dejando las plantas más vigorosas.

En correspondencia con los resultados se concluye que la edad y las partes de la planta elegidas en el material donante, así como la calidad de la semilla, pudieron influir notablemente en la variación encontrada en los días necesarios para el arraigamiento o la emergencia, así como en el porcentaje de supervivencia de las procedencias utilizadas en condiciones de vivero. Cuando los propágulos fueron trasladados a condiciones de campo, se mantuvo un patrón de variación similar en las plantas arraigadas y en el porcentaje de supervivencia, donde fue evidente, con raras excepciones, el efecto del estrés causado por el traslado a la nueva condición.

Se recomienda llevar a cabo la colecta de *J. curcas* mediante la vía vegetativa, con el fin de acceder a procedencias con características adecuadas para la producción de semilla, y con ello mantener el genotipo de los materiales colectados y seleccionar propágulos de ramas con yemas turgentes y vigorosas que permitan un alto porcentaje de supervivencia.

Referencias bibliográficas

- Azurdia, C. *et al.* 2008. Caracterización molecular de las variedades de *Jatropha curcas* L. en Guatemala con fines de mejoramiento. Proyecto AGROCYT 012-2005. Informe final. Universidad de San Carlos de Guatemala. 45 p.
- Dias, L.A.S. *et al.* 2009. Cultivo de Pinhao manso (*Jatropha curcas* L.) para producao de oleo combustível. Universidade Federal de Vicosa; Ministerio da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasil. 39 p.
- Hernández, A. *et al.* 1999. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba. 64 p.
- Jongschaap, R.E.E. *et al.* 2007. Claims and facts on *Jatropha curcas* L. Global *Jatropha curcas* evaluation, breeding and propagation programme. Report 158. Plan Research International BV, Wageningen, The Netherlands and Sticing Het Groene Woudt, Laren. The Netherlands. 42 p.
- Machado, R. & Suárez, J. 2009. Comportamiento de tres procedencias de *Jatropha curcas* en el banco de germoplasma de la EEPF "Indio Hatuey". *Pastos y Forrajes*. 32:29
- Martínez, J. *et al.* 2007. Biocombustible de la nueva era energética. *Hypatia, Revista de Divulgación Científico-Tecnológica del Gobierno del estado de Morelos*. 22 (1):26
- Mendoza, J.H. 2009. Investigación y desarrollo del piñón (*Jatropha curcas* L.) en Ecuador. 1^{er} Congreso Internacional de Biocombustibles. Modelos de negocios, tendencias y tecnologías. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Porto Viejo. Guayaquil, Ecuador

--End of the English version--

- Sujatha, M. *et al.* 2008. Role of biotechnological interventions in the improvement of castor (*Ricinus communis*) and *Jatropha curcas* L. *Biotechnology Advances*. 26:424
- Sunil, N. *et al.* 2008. Assessing *Jatropha curcas* - germoplasm *in situ*. A case study. *Biomass and Bioenergy*. 32:198
- Toral, Odalys *et al.* 2008. *Jatropha curcas* L., una especie arbórea con potencial energético en Cuba. *Pastos y Forrajes*. 31:191

Recibido el 14 de septiembre del 2010

Aceptado el 7 de febrero del 2011