

## Sprouting and development of *Moringa oleifera* Lam plantlets, established with agamic seed

### Brotación y desarrollo de plántulas de *Moringa oleifera* Lam, establecidas con semilla agámica

J. L. Ledea., Giselle Rosell., D. G. Benítez, J. M. Cruz and R. C. Arias

*Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov". Estación Experimental de Pastos y Forrajes, km 10½, Carretera Bayamo – Tunas. Bayamo, Granma, Cuba*

*Email: ledea@dimitrov.cu*

The study was developed during 2014 in the Estación Experimental de Pastos y Forrajes (EPPF) from Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov" to evaluate the percentage of sprouting and development of plantlets in two varieties of *M. oleifera* (Nicaragua and Criolla), sown with agamic seed and application of irrigation (250 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). The varieties were considered as treatments and were arranged in a random block design with four replications. When the establishment cut was made at 96 d, the plant height, number of leaves per sprout, weight of stems and young leaves, number and thickness of sprouts, leaf/stem ratio on dry basis and percentage of dry matter in leaves, stems and whole plant were controlled. The Nicaragua variety showed higher sprouting percentage ( $p \leq 0.01$ ) with respect to the Criolla. However, the Criolla exceeded ( $p \leq 0.001$ ) the Nicaragua variety in number of leaves per sprout. When it was cut at 96 d, in the variables that characterized the development of the plant, there were no significant differences ( $p \geq 0.05$ ). The Nicaragua variety showed values of height, number of sprouts, sprouts thickness and DM percentage in leaves, stem and whole plant of, 222.6cm; 2.5; 1.8; 22%; 17.85% and 19.15% respectively, while the Criolla values were 217.1cm; 2.08; 23.35%; 16.35% and 18.55% (in order). The leaf / stem ratio at 96 d was 0.62 and 0.63 for Nicaragua and Criolla, respectively. Under Valle del Cauto conditions, the sowing of *M. oleifera* with agamic seed does not affect the plant development.

Key words: *trees, cuttings, forage, seed, Moringácea*

The reproduction by gamic seed guarantees better root development and of the plant until the adult state, with tolerance to stress conditions (Godino *et al.* 2013), besides the saving of the workforce and reduction of the labor time during the sowing. However, when it is required to maintain genetic purity and there are no extensions of land that prevent cross-hybridization, the use of cuttings for sowing is viable, because it maintains the genetic identity of progenitors, although the plants take up to six months to produce seeds (Pérez *et al.* 2010). This type of reproduction is used mainly for the production of forage plantlets (Pérez *et al.* 2010).

The cuttings planting method has specific requirements, which are inherent to the cuttings in particular, so that regrowth is effective (Osorio and Marulanda 1987). Among them are the species, variety and age of mother plants, as well as having a diameter and height that allows the remobilization of nutrients

El estudio se desarrolló durante el año 2014 en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes (EPPF) del Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov" para evaluar el porcentaje de brotación y desarrollo de las plántulas en dos variedades de *M. oleifera* (Nicaragua y Criolla), sembradas con semilla agámica y aplicación de riego (250 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). Las variedades se contemplaron como tratamientos y se dispusieron en un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas. Al efectuar el corte de establecimiento a los 96 d, se controló la altura de la planta, número de hojas por brote, peso de tallos y hojas tiernas, número y grosor de brotes, relación hoja/tallo en base seca y porcentaje de materia seca en hojas, tallos y planta íntegra. La variedad Nicaragua presentó porcentaje superior de brotación ( $p \leq 0.01$ ) con respecto a la Criolla. Sin embargo, la Criolla superó ( $p \leq 0.001$ ) a la variedad Nicaragua en el número de hojas por brote. Cuando se cortó a los 96 d, en las variables que caracterizaron el desarrollo de la planta, no se observaron diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ). La variedad Nicaragua mostró valores de altura, número de brotes, grosor de los brotes y porcentaje de MS en hojas, tallo y planta íntegra de, 222.6cm; 2.5; 1.8; 22%; 17.85 y 19.15% respectivamente, mientras que los valores de la Criolla fueron de 217.1cm; 2.08; 23.35%; 16.35% y 18.55% (en orden). La proporción hoja/tallo a los 96 d fue de 0.62 y 0.63 para Nicaragua y Criolla, respectivamente. En las condiciones del Valle del Cauto, la siembra de *M. oleifera* con semilla agámica no afecta el desarrollo de la planta.

Palabras clave: *arbóreas, estacas, forraje, semilla, Moringácea*

La reproducción por semilla gámica garantiza mejor desarrollo radical y de la planta hasta el estado adulto, con tolerancia a condiciones de estrés (Godino *et al.* 2013), además del ahorro de la fuerza de trabajo y reducción del tiempo de labor durante la siembra. Sin embargo, cuando se requiere mantener la pureza genética y no se cuenta con extensiones de tierra que impidan la hibridación cruzada, la utilización de estacas para la siembra es viable, por mantener la identidad genética de las progenitoras, aunque las plantas demoran hasta seis meses para producir semillas (Pérez *et al.* 2010). Este tipo de reproducción se utiliza mayormente para la producción de plántulas forrajeras (Pérez *et al.* 2010).

El método de siembra por estacas posee requerimientos específicos, que son inherentes a las estacas en particular, para que sea efectivo el rebrote (Osorio y Marulanda 1987). Entre ellos se encuentran, la especie, variedad y edad de las plantas madres, así como poseer el diámetro y altura que posibilite la removilización de nutrientes

for regrowth, from the nodes and number of nodes (minimum two).

Osorio and Marulanda (1987) recommended a length of 20 cm for sowing in this way, and suggested that each cutting had several buds, so that when planted there would be higher possibilities of sprouting. The cut can be made with scissors with distance of the first internode of 3 or 4 cm.

Starting from the benefits of extension that has the sowing by cuttings, this method is proposed for the extension of *Moringa oleifera* in fragile ecosystems and degraded by the intense seasonal drought. The purpose of its application is to guarantee irrigation during the sowing phase and to establish seed banks with genetic purity, which allows the evaluation of the productive potential of seeds from different varieties in the edaphoclimatic conditions of Valle del Cauto.

It is proposed to evaluate the percentage of sprouting and development of plantlets in two varieties of *M. oleifera* (Nicaragua and Criolla), planted with agamic seeds.

### Materials and Methods

*Location, climate and soil.* The study was performed during 2014 at the Estación Experimental de Pastos y Forrajes (EPPF) from the Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov", located 10 ½ km from Bayamo city, Granma province. The facility is located at 20° 18'13" north latitude and 76° 39' 48" west longitude.

The climate where the EPPF is located is classified as tropical, relatively humid (Barranco and Díaz, 1989). During the year of study, 924 mm were precipitated. Of them, 94.5 % in the rainy season, with an intensely dry period in the dry season (November-April).

The soil of the area is fluvisol, little differentiated, according to the new version of genetic classification of Cuba soils (Hernández *et al.* 2015), whose characteristics are showed in table 1.

*Plant material.* Gamic seed from two varieties of *M.*

para el rebrote, a partir de los nudos y cantidad de nudos (mínimo dos)

Osorio y Marulanda (1987) recomendó una longitud de 20 cm para la siembra por esta vía, y sugirió que cada estaca poseyera varias yemas, para que cuando se plantara existieran mayores posibilidades de brotación. El corte se puede hacer con tijeras con distancia del primer entrenudo de 3 o 4 cm.

Partiendo de las bondades de extensión que posee la siembra por estacas, se propone este método para la extensión de la *Moringa oleifera* en ecosistemas frágiles y degradados por la intensa sequía estacional. El propósito que se tiene con su aplicación es garantizar el riego durante la fase de siembra y establecer bancos de semilla con pureza genética, que posibiliten la evaluación del potencial productivo de semillas de diferentes variedades en las condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauto.

Se propone evaluar el porcentaje de brotación y desarrollo de las plántulas en dos variedades de *M. oleifera* (Nicaragua y Criolla), plantadas con semilla agámica.

### Materiales y Métodos

*Localidad, clima y suelo.* El estudio se desarrolló durante 2014 en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes (EPPF) del Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov", ubicada a 10 ½ km de la ciudad de Bayamo, provincia Granma. La instalación está situada en los 20° 18'13" de latitud norte y los 76° 39' 48" de longitud oeste.

El clima donde está ubicada la estación se clasifica como tropical, relativamente húmedo (Barranco y Díaz, 1989). Durante el año de estudio precipitaron 924 mm. De ellos, 94.5 % en la estación lluviosa, con un período intensamente seco en la estación poco lluviosa (noviembre-abril).

El suelo del área es del tipo fluvisol, poco diferenciado, según la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba (Hernández *et al.* 2015), cuyas características se presentan en la tabla 1.

Table 1. Chemical composition of the soil in the experimental area

		Available mg/100g of soil				Assimilable cmol·kg <sup>-1</sup> of soil				
pH	KCl	pH H <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	% M.O	% SST	Ca	K	Mg	Na
5.18		6.90	2.21	8.33	1.90	0.0488	13.2	0.218	7.4	0.8

*oleifera* (Criolla and Nicaragua) was used, from the seed bank located in the EPPF. The seeds were collected after pruning in one of the seed harvests. The latter came from the branches and cut stems.

*Treatment, design and statistical analysis.* As treatments, Criolla and Nicaragua varieties were considered, distributed in a randomized block design with four replications. The statistical analysis was carried out with the software Statistica version 10.0. The

*Material vegetal.* Se utilizó semilla agámica de dos variedades de *M. oleifera* (Criolla y Nicaragua), proveniente del banco de semilla ubicado en la propia estación. Las semillas se colectaron después de realizada la poda en una de las cosechas de semillas. Estas últimas provinieron de las ramas y tallos segados.

*Tratamiento, diseño y análisis estadístico.* Como tratamientos se contemplaron las variedades Criolla y Nicaragua, distribuidas en un diseño de bloques al azar

normality of data was determined from the Kolmogorov-Smirnov (Massey, 1951) criterion and the variance homogeneity from the Bartlett (Statsoft, 2010) test. An analysis of variance that followed the principles of the proposed mathematical model was carried out. The comparison of means was performed according to the Duncan (1955) test.

*Experimental procedure.* The study began in January 2014. The minimum preparation of the soil with animal traction (plowing, crossing, furrow) was carried out to reduce the possible affectation of the ecosystem. The sowing was carried out by a specialized team from the EEPF in 9 x 7 m plots, with separation between rows of 0.5 m and between plants 0.25 m. Cuttings of 35 cm in length and  $\pm 4$  cm in thickness were used. All were vertically planted, at a depth of 5 cm, immediately after being cut. During the whole experiment irrigation was applied, at a rate of 250 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> with the help of a sprinkler.

After four months of planting, an establishment cut was made at 10 cm high. At 96 d after the establishment cut, agronomic measurements were performed.

*Measurements in the plant.* Ten plants per replication were selected and the height of the plant from the base of the stem to the apex of the last leaf, the number of leaves per sprout, the weight of stems and young leaves and the number and thickness of sprouts were measured with a millimeter ruler. This last variable was measured with a vernier.

Once the measurements were carried out, the ten plants of each repetition corresponding to each treatment were manually cut. Leaves and stems were separately weighed and the leaf/stem ratio was determined. This relation was made in a 300 g sample, which was introduced in a 65 °C air circulation oven until constant weight was reached. The proportions of leaves and stems were used for the whole plant.

## Results and Discussion

In the sprouting process, the Nicaragua variety significantly exceeded the Criolla variety (table 2).

With the agamic seeds, according to Osorio and

con cuatro réplicas. El análisis estadístico se efectuó con el software Statistica versión 10.0. Se determinó la normalidad de los datos a partir del criterio de Kolmogorov-Smirnov (Massey, 1951) y la homogeneidad de varianza a partir de la prueba de Bartlett (Statsoft, 2010). Se realizó un análisis de varianza que siguió los principios del modelo matemático propuesto. La comparación de medias se efectuó según la dócima de Duncan (1955).

*Procedimiento experimental.* El estudio comenzó en enero de 2014. Se realizó la preparación mínima del suelo con tracción animal (aradura, cruce, surcado) para reducir la posible afectación del ecosistema. La siembra se llevó a cabo por un equipo especializado de la EEPF en parcelas de 9 x 7 m, con separación entre surcos de 0.5 m y entre plantas 0.25 m. Se utilizaron estacas de 35 cm de longitud y  $\pm 4$  cm de grosor. Todas se sembraron verticalmente, a profundidad de 5 cm, inmediatamente después de ser cortadas. Durante toda la experimentación se aplicó riego, a razón de 250 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> con la ayuda de un aspersor.

Luego de cuatro meses de plantadas, se realizó un corte de establecimiento a 10 cm de altura. A los 96 d después del corte de establecimiento, se realizaron mediciones agronómicas.

*Mediciones en la planta.* Se seleccionaron diez plantas por réplica y se midió con una regla milimetrada la altura de la planta desde la base del tallo hasta el ápice de la última hoja, el número de hojas por brote, el peso de los tallos y hojas tiernas y el número y grosor de brotes. Esta última variable se midió con un vernier.

Una vez realizadas las mediciones, se segaron de forma manual las diez plantas de cada repetición correspondientes a cada tratamiento. Se pesaron hojas y tallos por separado y se determinó la proporción hoja/tallo. Esta relación se hizo en una muestra de 300 g, que se introdujo en una estufa de circulación de aire a 65 °C hasta alcanzar peso constante. Para la planta íntegra se utilizaron las proporciones de hojas y tallos.

## Resultados y Discusión

En el proceso de brotación, la variedad Nicaragua superó significativamente a la Criolla (tabla 2).

Table 2. Sprouting average of two varieties of *M. oleifera*, sown with agamic seed

Variable	Varieties		± SE	P
	Nicaragua	Criolla		
% of sprouting	34.7	30	0.92	0.00458

Marulanda (1987), the main limitation is the relative humidity, which intervenes in the rooting process of the cutting. This determining factor is of vital importance because in the ecosystems from the humid tropics it is characteristic the high relative humidity that can affect the development process. However, with the

Con las semillas agámicas, según Osorio y Marulanda (1987), la principal limitación es la humedad relativa, que interviene en el proceso de enraizamiento de la estaca. Esta condicionante es de vital importancia porque en ecosistemas del trópico húmedo es característica la alta humedad relativa que puede afectar el proceso de

strategic application of irrigation, the persistence and development of the crop can be guaranteed.

In these ecosystems, is also characteristic the presence of high temperatures that limit the sprouting process of the gamic seed (Muhl *et al.* 2011), besides stimulating the presence of insects and phytophages that affect and eliminate the seeds (Ledezma *et al.* 2015).

The differences between the varieties can be due to particular characteristics of each of them, which allow them to behave differently in the same environment (Benítez *et al.* 2010). Considering that the sprouting process involves the re-mobilization of reserves for the formation of new organs, it is assumed that the

desarrollo. Sin embargo, con la aplicación estratégica de riego se puede garantizar la persistencia y desarrollo del cultivo. En estos ecosistemas también es característica la presencia de altas temperaturas que limitan el proceso de brotación de la semilla gámica (Muhl *et al.* 2011), además de estimular la presencia de insectos y fitófagos que afectan y eliminan las semillas (Ledezma *et al.* 2015).

Las diferencias entre las variedades se pueden deber a características particulares de cada una de ellas, que les permiten comportamientos diferentes en un mismo ambiente (Benítez *et al.* 2010). Atendiendo a que el proceso de brotación involucra la removilización de reservas para la formación de nuevos órganos, se

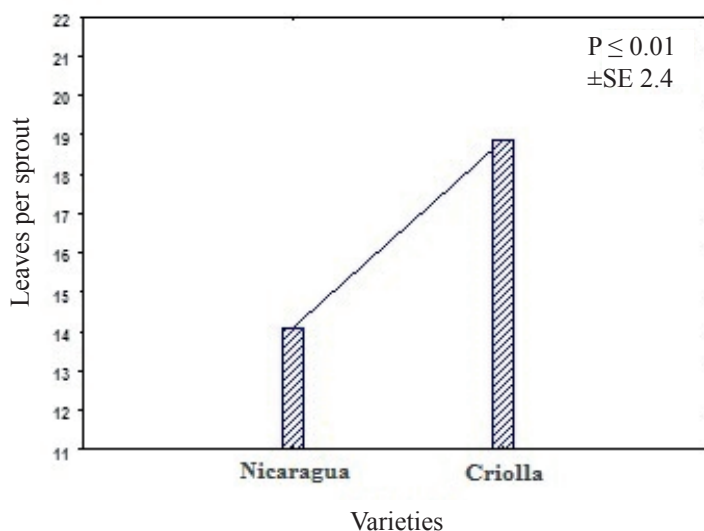


Figure 1. Number of leaves per sprout in Nicaragua and Criolla varieties of *M. oleifera* at 96 days of pruning

Nicaraguan variety is genetically predisposed to higher remobilization of soluble carbohydrates for vigorous regrowth (Strehle *et al.* 1994).

During the growing process, the morphology was also modified by the effect of the variety (figure 1). In this precision, only the number of leaves per sprout showed significant differences in favor of Criolla variety.

Having a higher number of leaves can provide the Criolla variety with higher photosynthetic efficiency and, therefore, supply the deficit of soluble carbohydrates according to the sprouting results, and thus guarantee the development of the plant (Herrera 1983).

Padilla *et al.* (2014) showed that the number of leaves/plant of Moringa increased with the increase in cut height. However, these authors obtained values lower than those of this study, which could be related to the morphological response of this plant in western Cuba. The differences in the cited results can be attributed to the climate and soil conditions that the West has with respect to the East.

The number of leaves in the sprouts determines the health of the plant during its development. It also offers

asume que genéticamente la variedad Nicaragua está predispuesta a mayor removilización de carbohidratos solubles para el rebrote vigoroso (Strehle *et al.* 1994).

Durante el proceso de crecimiento, la morfología también se modificó por el efecto de la variedad (figura 1). En esta precisión, solo el número de hojas por brote mostró diferencias significativas a favor de la variedad Criolla.

Tener mayor número de hojas le puede proporcionar a la variedad Criolla mayor eficiencia fotosintética y con ello, suplir el déficit de carbohidratos solubles según los resultados de la brotación, y garantizar de esta manera, el desarrollo de la planta (Herrera 1983).

Padilla *et al.* (2014) señalaron que el número de hojas/planta de Moringa se incrementó con el aumento de la altura de corte. Sin embargo, estos autores obtuvieron valores inferiores a los de este estudio, lo que pudiera estar relacionado con la respuesta morfológica de esta planta en el occidente de Cuba. Las diferencias en los resultados citados pueden adjudicarse a las condiciones de clima y suelo que posee el occidente con respecto al oriente.

El número de hojas en los brotes determina la salud de la planta durante su desarrollo. También le ofrece a

the plant an added value, conditioned by the number of leaves and the nutritional quality it has. Yubero (2013) pointed out that Moringa can reach up to 30 % of protein in dry base and negligible content of secondary metabolites, which are the compounds that most influence and determine on the use of shrubs biomass. For this reason, the more leaves have a regrowth, more benefit will have the producer in supplying to the animals.

The rest of the morphological variables of the varieties under study did not show significant differences ( $p \geq 0.05$ ), when the cut was made at 96 d (table 3). This suggests that sowing with agamic seed only affects the sprouting capacity of the varieties under study, and not the development of plantlets.

la planta un valor agregado, condicionado por el número de hojas y la calidad nutritiva que esta posee. Yubero (2013) señaló que la Moringa puede alcanzar hasta 30 % de proteína en base seca y despreciable contenido de metabolitos secundarios, que son de los compuestos que más influyen y determinan en el aprovechamiento de la biomasa de las arbustivas. Por esta razón, entre más hojas contenga un rebrote, mayor provecho tendrá el productor en el suministro a los animales.

El resto de las variables morfológicas de las variedades en estudio no mostraron diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ), cuando se realizó el corte a los 96 d (tabla 3). Esto sugiere que la siembra con semilla agámica solo afecta la capacidad de brotación de las variedades en estudio, y no el desarrollo de las plántulas.

Tabla 3. General means of the morphological variables of the varieties under study at 96 days of pruning.

Variables	Mean	Standard deviation	CV
Nicaragua variety			
Height (cm)	222.6	29.5	13.14
Number of sprouts	2.5	0.31	20
Sprout thickness, cm	1.8	0.5	26.4
DM whole plant, %	19.15	0.63	3.32
DM leaves, %	22	0.70	3.21
DM stems, %	17.85	0.63	3.56
Criolla variety			
Height (cm)	217.1	20.8	9.58
Number of sprouts	2.08	0.37	26.94
Sprout thickness, cm	2.08	0.29	14.02
DM whole plant, %	18.55	0.35	1.90
DM leaves, %	23.35	1.34	5.7
DM stems, %	16.35	0.21	1.2

According to the average value of the plant height at 96 d of age, it is inferred that the Moringa varieties have accelerated growth, but this is, in turn, inherent in the varieties, and rather characterizes the genus. Sardiñas *et al.* (2016) agreed with this criterion when evaluating some agronomic variables and plant structure of four shrubs species, among which was the Moringa, and its height during the establishment, which was significantly superior to the rest of shrubs with which it was compared. These authors reported a growth rate of 1.34 cm per day, which makes the Moringa a fast growing species, in which the type of seed does not determine its performance. The scarce emergence of sprouts at 96 d of cutting the plant in both varieties can be related to the dominance of more developed sprouts, which demand more nutrients, combined with the effect of shade on the smallest, which causes death.

Similar performances reported Ybalmea *et al.* (2000), who related them to the increase in the age of

Según el valor promedio de la altura de la planta a los 96 d de edad, se infiere que las variedades de Moringa poseen acelerado crecimiento, pero este es, a su vez, inherente a las variedades, y caracteriza más bien al género. Sardiñas *et al.* (2016) coincidieron con este criterio al evaluar algunas variables agronómicas y estructura de la planta de cuatro especies de arbustivas, entre las que se encontraba la Moringa, y su altura durante el establecimiento, que fue significativamente superior al resto de las arbustivas con las que se comparó. Estos autores refirieron una velocidad de crecimiento de 1.34 cm por día, que hace de la Moringa una especie de rápido crecimiento, en la que el tipo de semilla no determina su comportamiento. La escasa aparición de brotes a los 96 d de segada la planta en ambas variedades se puede relacionar con la dominancia de los brotes más desarrollados, que demandan mayor cantidad de nutrientes, en combinación con el efecto de sombra en los más pequeños, que provoca la muerte. Similares comportamientos informaron Ybalmea *et al.* (2000), quienes los relacionaron con el aumento de la

the plant that allows an increase in the sprouts thickness, and is associated with the accumulation of reserves in carbohydrates form. The latter facilitates the plant to enter the accelerated growth phase and allows the stem to increase its thickness and size.

The dry matter (DM) content of leaves and stems (table 4), although it did not reach the statistical significance among varieties, surpassed that referred by Gallego *et al.* (2017) in whole plant of *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray, planted in different ways, as is the case of the agamic seed.

edad de la planta que permite un aumento en el grosor de brotes, y se asocia a la acumulación de reservas en forma de carbohidratos. Esto último facilita que la planta entre en la fase de crecimiento acelerado y permite al tallo aumentar su grosor y tamaño.

El contenido de materia seca (MS) de hojas y tallos (tabla 4) aunque no alcanzó la significación estadística entre variedades, superó lo referido por Gallego *et al.* (2017) en planta íntegra de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray, plantada por diferentes vías, como es el caso de la semilla agámica.

Table 4. Percentages of leaves and stems and leaf/stem ratio in *M. oleifera* after 96 days of pruning.

Variables (Dry base)	Mean	Standard deviation	CV
Nicaragua variety			
Leaves, %	38.4	0.91	2.30
Stems, %	61.95	0.91	1.49
L/S ratio	0.62	0.02	3.88
Criolla variety			
Leaves, %	38.7	3.25	8.40
Stems, %	61.55	3.25	5.30
L/S ratio	0.63	0.08	13.6

The results of this variable also exceeded those obtained by Lezcano *et al.* (2012) in leaves and young stems in two climatic periods, at the age of 56 d. This effect, although in two different genus, could be determined by the relatively low DM content of *Tithonia*, compared to the results of this study. According to Alonso *et al.* (2012), cut age is an aspect to be taken into account when quantifying or estimating DM content, which is mainly due to the gradual histochemical transformations that occur in plants due to the effect of age (Ledea 2016).

The leaf/stem ratio is an aspect of vital importance in this type of crop, which is very dependent on the availability of water for the development of its vegetative cycle. Navarro *et al.* (2015) highlighted that as the water requirements of the plant are guaranteed, it will be able to produce fruits and maintain more leaves. With this condition, the climate season can determine the amount of leaves that may have (Godino *et al.* 2013).

The leaf/stem ratio for the two varieties at 96 d was considered diminished, since this response is a consequence of the maturity of the plant and the root development it reaches. However, if it is considered the type of seed that was used, it is logical that in the first ages the plant will not be able to express its potential. According to Pérez *et al.* (2010), when agamic seed is used, the plants take up to six months after planting to produce the fruits, that is, they take 180 days to accumulate the reserves that are remobilized and / or used for flowering and fruiting. After this time, the

Los resultados de esta variable también superaron los obtenidos por Lezcano *et al.* (2012) en hojas y tallos tiernos en dos períodos climáticos, a la edad de 56 d. Este efecto, aunque en dos géneros diferentes, pudo estar determinado por el relativamente bajo contenido de MS de la *Tithonia*, en comparación con los resultados de este estudio. Según Alonso *et al.* (2012), la edad de corte es un aspecto a tener en cuenta cuando se cuantifica o estima el contenido de MS, lo que se debe, principalmente, a las paulatinas transformaciones histoquímicas que se producen en las plantas por el efecto de la edad (Ledea 2016).

La relación hoja/tallo es un aspecto de vital importancia en este tipo de cultivo, que es muy dependiente de la disponibilidad de agua para el desarrollo de su ciclo vegetativo. Navarro *et al.* (2015) destacaron que mientras se garanticen los requerimientos hídricos de la planta, será capaz de producir frutos y mantener mayor cantidad de hojas. Con esta condicionante, la época climática puede determinar la cantidad de hojas que pueda presentar (Godino *et al.* 2013).

Se consideró disminuida la relación hoja /tallo para las dos variedades a los 96 d, ya que esta respuesta es consecuencia de la madurez de la planta y el desarrollo radicular que alcanza. Sin embargo, si se considera el tipo de semilla que se utilizó, es lógico que en las primeras edades la planta no logre expresar su potencial. Pues según Pérez *et al.* (2010), cuando se utiliza semilla agámica las plantas demoran hasta seis meses después de plantadas para que aparezcan los frutos, o sea, que tardan 180 d en lograr acumular las reservas que se remobilizan y/o utilizan para la floración y fructificación. Transcurrido

foliage must improve substantially, and with this the leaf/stem ratio also improves.

It is concluded that under the Valle del Cauto conditions the sowing of *M. oleifera* from agamic seed does not affect the development or the architecture of the plant.

este tiempo, el follaje debe mejorar sustancialmente, y con ello también mejora la proporción hoja/tallo.

Se concluye que en las condiciones del Valle del Cauto la siembra de *M. oleifera* a partir de semilla agámica no afecta el desarrollo ni la arquitectura de la planta.

### References

- Alonso, J., Ruíz, T., Achang, G., Santos, L. & Sampaio, R. 2012. Producción de biomasa y comportamiento animal en pastoreo con *Tithonia diversifolia* a diferentes distancias de plantación. Liv. Res. Rural Dev. 24:160. Available: <http://www.lrrd.org/lrrd24/9/lazo24160.htm>. [Consulted: January 26, 2016]
- Barranco, G. & Díaz, L.R. 1989. Clima. Ed. Santana. In: Nuevo Atlas Nacional de Cuba. VI. 1. 2. Instituto Geográfico. ACC, ICGC, y MINFAR, ESP. Ed. Verde Olivo. p. 15-20
- Benítez, D. G., Catasús, L. J., Gómez, I., Arias, R. C., Fajardo R., Ramírez, A., Pérez, B. E., Nuviola, Y. & Fonseca, E. 2010. Cultivos de pastos y forrajes tolerantes a entornos adversos y degradados de la región oriental cubana. Editorial Dimitrov, Granma, Cuba. 80 pp
- Duncan, D. B. 1955. Multiple ranges and multiple F. test. Biometrics 11:1
- Gallego, L. A., Mahecha, L. & Angulo, J. 2017. Calidad nutricional de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray bajo tres sistemas de siembra en el trópico alto. Agron. Mesoamericana. 28(1):213-222.
- Godino, M., Arias, C. & Izquierdo, M. I. 2013. Interés forestal de la *Moringa oleifera* y posibles zonas de implantación en España. In: Sociedad Española de Ciencias Forestales, editor, 6º Congreso Forestal Español. 10-14 jun. 2013. Vitoria "Montes: Servicios y desarrollo rural". ESP. p. 3-13
- Herrera, R. S. 1983. La calidad de los pastos In: Los pastos en Cuba. Utilización. EDICA. La Habana. p. 53
- Hernández, A., Pérez, J. M., Bosch, D., Rivero, L. & Camacho, I. 2015. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. AGRINFOR. Ciudad de La Habana, Cuba. p 64.
- Ledeá, J. L. 2016. Caracterización químico nutritiva de nuevas variedades de *Cenchrus purpureus* tolerantes a la sequía en el Valle del Cauto. MSc. Thesis, Universidad de Granma. 82 pp.
- Ledezma, M., Manuel, J. & Aguirre, R. 2015. Evaluación preliminar de la adición de moringa (*Moringa oleifera*) en la alimentación de pollos parrilleros. UCEBOL. Univ. Cienc. Soc., Santa Cruz de la Sierra, n. 14, mayo 2015. Available: <[http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S8888-88882015000100009&lng=es&nrm=i](http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S8888-88882015000100009&lng=es&nrm=i)>. [Consulted: February 20, 2017].
- Lezcano, Y., M. Soca, F. Ojeda, E. Roque, D. Fontes, I. Montejo, H. Santana, J. Martínez & N. Cubillas. 2012. Caracterización bromatológica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en dos etapas de su ciclo fisiológico. Rev. Pastos y Forrajes. 35:275-282.
- Massey, F.J. 1951. The Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit. J. American Statistical Assoc. 46(253):68-78.
- Muhl, Q. E., Du Toit, E. S. & Robbertse, P. J. 2011. Temperature effect on seed germination and seedling growth of *Moringa oleifera* Lam. Seed Science and Technology. 39(1): 208-213
- Navarro, M., Cicero, S. M. & Gomes-Junior, F. G. 2015. Determination of the germination temperature of *Moringa oleifera* seeds with support of vigor tests. Cuban Journal of Agricultural Science. 49(4): 509-514.
- Osorio, D. & Marulanda, L. 1987. Tecnología agropecuaria Propagación de las Plantas. 4ª edición p 110-115-132-178.
- Padilla, C., Fraga, N., Scull, I., Tueron, R. & Sarduy, L. 2014. Effect of cut height on indicators of forage production of *Moringa oleifera* vc. Plain. Cuban J. Agric Sci 48(4): 405-409
- Pérez, R., Sánchez, T., Armengol, N. & F. Reyes. 2010. Characteristics and potential of *Moringa oleifera*, Lamark. An alternative for animal feeding. Pastos y Forrajes. 33(4):1-16.
- Sardiñas, Y., Del Viento, A. & Palma, J. M. 2016. Simultaneous association of different tree species with Cuba CT-115 (*Pennisetum purpureum*). Cuban J. of Agricultural Sci. 50(3): 503-509
- Strehle, U., Granados, A., Vallejo, M. & Benavides, J. 1994. Efecto de la especie y la posición del tallo sobre la germinación de estacas de tora blanca y tora morada (*Verbesina sp.*) en Puriscal, Costa Rica. In: Árboles y arbustos Forrajeros de América Central. Ed. J.E. Benavides, Tomo II, p. 431
- Statistic. 2010. Statistic for windows (ver. 10.1) Tulsa Ok, USA: StatSoft, Inc
- Ybalmea, R., Sánchez, R., Febles, G. & Mora, E. 2000. Plantación horizontal de la semilla asexual del piñón florido (*Gliricidia sepium*). Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 34 (1): 73-79.
- Yubero, F. 2013. *Moringa oleifera* seeds cultured in chaco central as a source of enzymes for animal feed. Compend. Cienc. Vet. 3(01):15-20.