

# Initial growth of *Mansoa alliacea* (Bignoniaceae), species of interest in the Amazon region of Ecuador

## Crecimiento inicial de *Mansoa alliacea* (Bignoniaceae), especie de interés en la región amazónica del Ecuador

R. Abril<sup>1</sup>, T. Ruiz<sup>2</sup>, J. Alonso<sup>2</sup> and Génova Cabrera<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Estatal Amazónica, Departamento de Ciencias de la Vida, carrera de Ingeniería Ambiental km 2 ½ Vía a Napo, Pastaza, Ecuador

<sup>2</sup>Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

<sup>3</sup>PRAGROS, km 2 ½ vía a Tarqui, Pastaza, Ecuador

Email: rvabril@uea.edu.ec

In order to know the growth characteristics of *Mansoa alliacea*, the initial growth up to 320 days were recorded, from the appearance of the shoot in the height of the plant, stem diameter, in which linear and nonlinear models were evaluated. The number of leaves and branches length was recorded, in which analysis of variance was applied for the different sampling times. It was also determined whether precipitation influenced growth. Linear models presented better fit for plant height and shoot diameter. Green leaves predominated, which showed significant differences in all sampling times. The branches length was different for the different times. It is concluded that the species did not stop its growth during the first 320 days after planting. The emission and branches growth and the number of leaves were also important elements of growth.

Key words: *height, diameter of the plant, number of leaves*

*Mansoa alliacea* (Lam.) A.H. Gentry (Missouri Botanical Garden 2016) is a plant belonging to Lamiales Bromhead order, from Bignoniaceae Juss family. It is known as forest garlic or sachá garlic. It is among the climbers, of three or more meters high, with small pseudostipules, flattened and conical, bifoliate leaves, trifid tendrils and axillary inflorescences in raceme or panicle. Its fruit is a linear capsule (Rengifo 2007). It has medicinal uses (Zoghbi *et al.* 2009) and also applications as a condiment for food (Ríos *et al.* 2007). It is currently marketed on a small scale in local markets and used by producers of different ethnic groups from the Ecuadorian Amazon in crop systems (Arias *et al.* 2016) and in communities from the Amazon basin of Brazil (Vásquez *et al.* 2014) and Peru (Huaranca *et al.* 2013, Tudela-Talavera *et al.* 2016), where studies of asexual propagation and species growth have not been developed.

Plant growth is a consequence of the division and elongation of cells and the process of cell differentiation or specialization (Rodríguez and Leihner 2005). It is known that various climatic factors affect the development of the plant, including water, temperature, solar radiation, fertilization, irrigation and competition. The establishment stage

Para conocer las características de crecimiento de *Mansoa alliacea* se registró el crecimiento inicial hasta los 320 días, desde la aparición del brote en las medidas altura de la planta, diámetro del tallo, en las que se evaluaron modelos lineales y no lineales. Se registró el número de hojas y longitud de ramas, en los que se aplicó análisis de varianza para las diferentes épocas de muestreo. También se determinó si las precipitaciones influyeron en el crecimiento. Los modelos lineales presentaron mejor ajuste para la altura de la planta y el diámetro del brote. Predominaron las hojas verdes, que mostraron diferencias significativas en todas las épocas de muestreo. El largo de ramas fue diferente para las diferentes épocas. Se concluye que la especie no detuvo su crecimiento durante los primeros 320 días posteriores a la plantación. La emisión y crecimiento de ramas y el número de hojas fueron también elementos importantes del crecimiento.

Palabras clave: *Altura, diámetro de la planta, número de hojas*

*Mansoa alliacea* (Lam.) A.H. Gentry (Missouri Botanical Garden 2016) es una planta que pertenece al orden Lamiales Bromhead, de la familia Bignoniaceae Juss. Se conoce como ajo de monte o sachá ajo. Se halla entre las trepadoras, de tres o más metros de altura, con pseudoestípulas pequeñas, aplanadas y cónicas, hojas bifoliadas, sarcillos trifidos e inflorescencias axilares en racimo o panícula. Su fruto es una cápsula lineal (Rengifo 2007). Tiene usos medicinales (Zoghbi *et al.* 2009) y también aplicaciones como condimento para los alimentos (Ríos *et al.* 2007). Actualmente se comercializa en pequeña escala en mercados locales y se utiliza por los productores de diferentes grupos étnicos de la Amazonía ecuatoriana en sistemas de cultivos (Arias *et al.* 2016) y en comunidades de la cuenca amazónica de Brasil (Vásquez *et al.* 2014) y Perú (Huaranca *et al.* 2013, Tudela-Talavera *et al.* 2016), donde no se han desarrollado estudios de propagación asexual y crecimiento de la especie.

El crecimiento vegetal es consecuencia de la división y elongación de las células y el proceso de diferenciación o especialización celular (Rodríguez y Leihner 2005). Se sabe que son diversos los factores climáticos que afectan el desarrollo de la planta, entre ellos se encuentra el agua, la temperatura, la radiación solar, la fertilización, el riego y la competencia. La etapa de establecimiento es la más

is the most vulnerable due to the small amount of available reserves and the absence of a developed root system (Baruch and Fisher 1991), as well as the genetic component (Villar *et al.* 2005).

Arregocés and Fernández (1980) showed that among the parameters to determine the plant growth should be considering height and leaf development. The height is the most notable feature, it is measured from the soil surface to the leaf located in the apical part of the plant. In the development of leaves is calculated the time of appearance and its life cycle.

The use of mathematical models makes it possible to describe in plant species its growth characteristics. Under favorable conditions, a species that grows faster can compete for light and nutrients. Although this condition is a great advantage, it is also damaging under unfavorable conditions (Villar *et al.* 2005), which can be described through indicators such as height and stem diameter. The parameters that define the mathematical functions are determined by non-linear regression analysis, which requires the definition of a model (Rodríguez and Leihner 2005). The Gompertz and logistic models are frequently used in the analysis of plant and animal growth (Rodríguez 2015). However, when using models with many parameters must be assessed if they have a biological meaning (Rodríguez and Leihner 2005)

### Materials and Methods

The initial growth measurement was carried out in a plot located in the Research, Postgraduate and Conservation Center of the Amazon (CIPCA), from the Amazon State University, located in Santa Clara canton from Pastaza province, and Arosemena Tola canton, from Napo province, (figure 1). The plot has the required land extension and all the appropriate tools for the test installation were available. The edaphoclimatic characteristics of the area are shown in table 1.

The records of Pindo Mirador weather station, located 35 km from the test site, showed that in the variable precipitation for the period April 2014-June 2015 (figure 2), the highest values were reported in January and March 2015, and the lowest in September 2014. The average temperature for March 2014-June 2015 (figure 2) showed values between 16 and 18 °C, and has the lowest temperatures in August and September, and the highest temperatures in February and April.

The soil of the area is clay loam soil and with strong acidity. Cuttings extracted from the basal part of the stem

vulnerable por la poca cantidad de reservas disponibles y por la ausencia de un sistema radicular desarrollado (Baruch y Fisher 1991), además del componente genético (Villar *et al.* 2005).

Arregocés y Fernández (1980) indicaron que entre los parámetros para determinar el crecimiento de una planta se deben considerar la altura y el desarrollo de hojas. La altura es la característica más notable, se mide desde la superficie del suelo hasta la hoja ubicada en la parte apical de la planta. En el desarrollo de las hojas se calcula el tiempo de aparición y su ciclo de vida.

El uso de modelos matemáticos posibilita describir en especies vegetales sus características de crecimiento. En condiciones favorables, una especie que crezca más rápido podrá competir por luz y nutrientes. Si bien esta condición constituye un gran ventaja, es a su vez perjudicial en condiciones desfavorables (Villar *et al.* 2005), lo que puede describirse a través de indicadores como altura y el diámetro del tallo. Los parámetros que definen las funciones matemáticas se determinan mediante análisis de regresión no lineal, que requieren la definición de un modelo (Rodríguez y Leihner 2005). Los modelos de Gompertz y logístico son de uso frecuente en el análisis de crecimiento de plantas y animales (Rodríguez 2015). Sin embargo, al utilizar modelos con muchos parámetros hay que valorar si tienen un significado biológico (Rodríguez y Leihner 2005).

### Materiales y Métodos

La medición del crecimiento inicial se desarrolló en una parcela ubicada en el Centro de Investigaciones, Posgrado y Conservación de la Amazonía (CIPCA), de la Universidad Estatal Amazónica, localizado en los cantones Santa Clara, de la provincia Pastaza, y Arosemena Tola, de la provincia de Napo, Ecuador (figura 1). La parcela tiene la extensión de terreno requerida y estuvieron disponibles todas las herramientas apropiadas para la instalación del ensayo. Las características edafoclimáticas de la zona se muestran en la tabla 1.

Los registros de la estación meteorológica Pindo Mirador, ubicada a 35 km del sitio donde se desarrollaron los ensayos, indicaron que en la variable precipitación para el período abril 2014-junio 2015 (figura 2), los valores más altos se informaron en enero y marzo de 2015, y los más bajos en septiembre de 2014. La temperatura media para marzo 2014-junio 2015 (figura 2) mostró valores entre 16 y 18 °C, y tiene las temperaturas más bajas en agosto y septiembre, y las más altas en febrero y abril.

El suelo del área es franco arcilloso y con acidez fuerte. Para el ensayo se utilizaron estacas extraídas de

Table 1. Edaphoclimatic characteristics of the study area

Total Precipitation	Average temperature range	Type of soil	Elevation m o.s.l	Biomes
3703 mm. (GADPPz 2015)	18- 24 °C (GADPPz 2015)	Inceptisol (NR, DECDI 2012)	595	Pre- montane rainforest (Mariscal 2016)

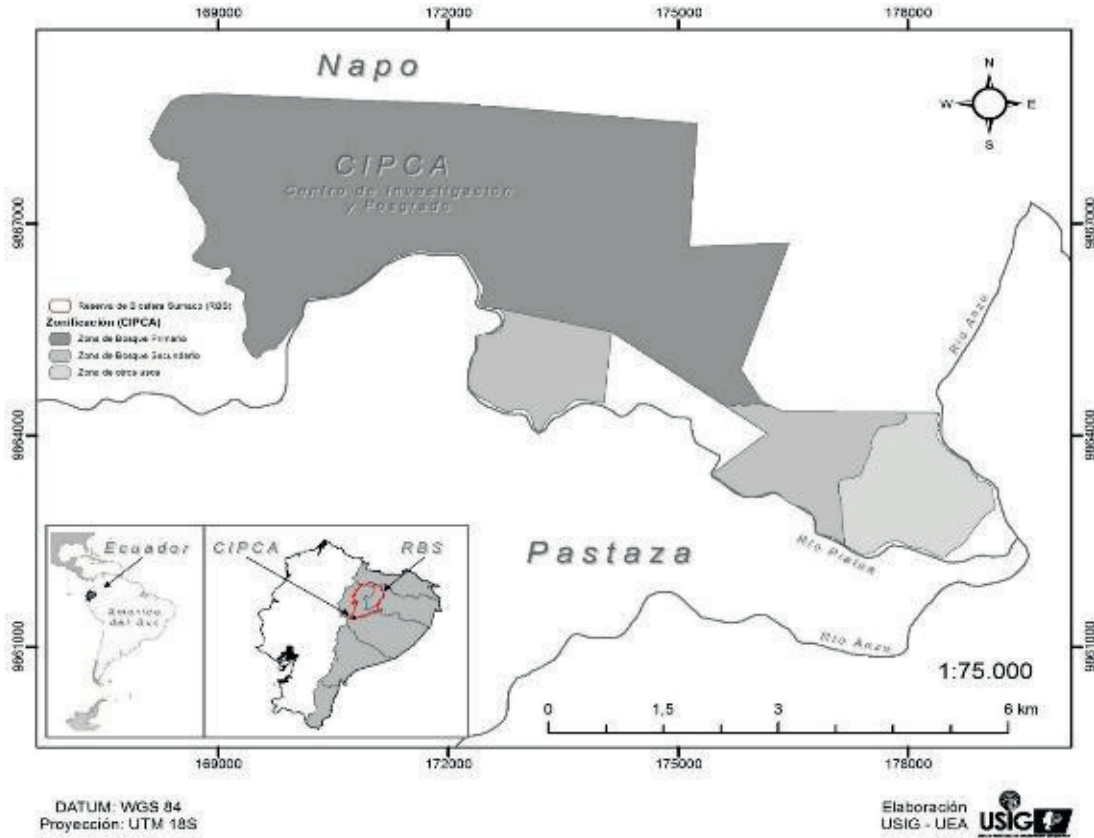


Figure 1. Location CIPCA

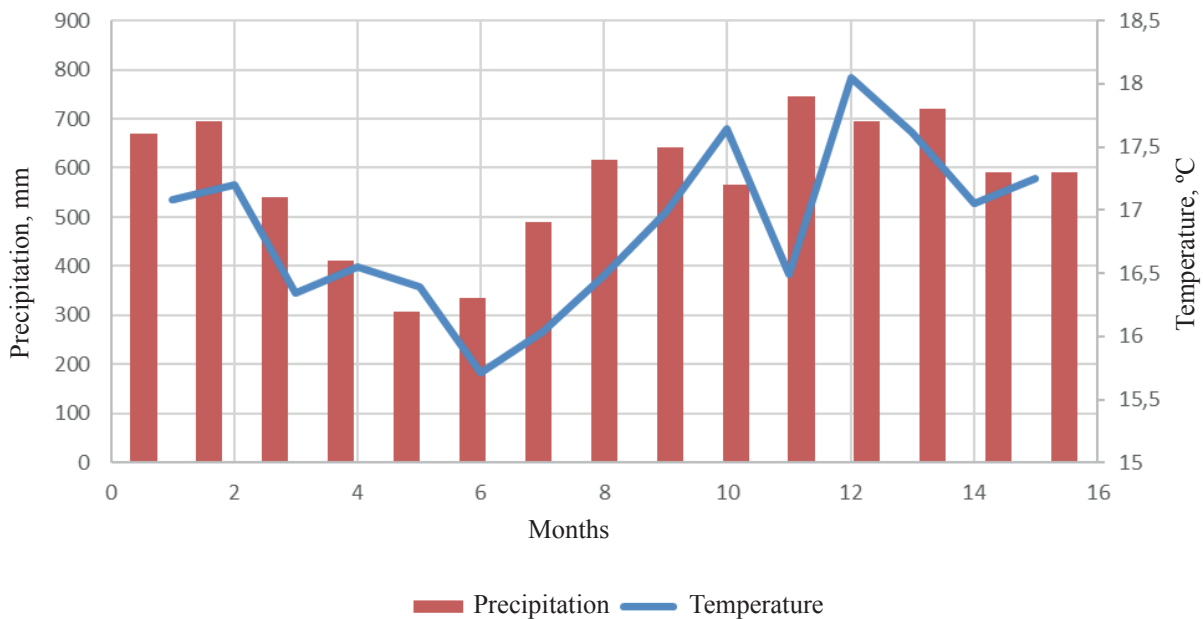


Figure 2. Performance of precipitations and mean temperature in Pindo Mirador station on April 2014-June 2015

of the plants were used for propagation.

The place where the test was developed shows undulating topography, enhancement forest formation, soil with characteristics of compact clay, poor drainage and slope of 5 %. In this area 1 000 m<sup>2</sup> were used, which were pre-conditioned manually. The work consisted in clearing, hacked away and removal of the vegetation cover of the entire area.

The preparation of the soil was made in strips of

la parte basal del tallo de las plantas para la propagación.

El lugar donde se desarrolló el ensayo presenta topografía ondulada, formación de bosque de realce, suelo con características de arcilla compacta, drenaje deficiente y pendiente del 5 %. Se utilizaron 1 000 m<sup>2</sup> en esta área, que fueron previamente acondicionados de forma manual. Las labores consistieron en desbroce, destronque y eliminación de la cubierta vegetal de toda el área.

12 m wide and 18 m long with hoe. The furrows were set apart at 2.5 m with 10 m in length and repeated five times. Stakes 15 cm in length were planted, with a distance between them of 1 m. The furrows were randomly distributed in the test area. The species was planted in July 2014 and the growth of other plant species with the same system was also evaluated.

The observations were performed every 30 d until 320 d from the shoot emergence. Measurements were taken on 10 plants and height (cm), stem diameter (mm), total leaves number, average length of branches (cm) and flowering time (d) were individually calculated.

To measure the height, which was considered from the soil surface to the apical bud, a tape measure was used. The shoot diameter was measured using a slide gauge (Stanley with 0.05 mm precision) under the first shoot. In each plant, the number of green, yellow and dry leaves was counted and the total number of leaves was calculated. There were considered yellow leaves those that had more than 50% of its leaf area of this color. The average length of the branches in each species was measured from the central trunk to the final bud of the branch with the use of tape measure. Three branches were taken at random on each plant. The species did not show flower in the study period.

For the statistical analysis, the Table Curve 2D program (Systat 2002) was used, which allowed to evaluate a large number of models (more than 1 000) that can be fitted to the data obtained to describe the performance of the variables plant height and stem diameter. Among other models, logistic, exponential, linear, quadratic and cubic were used. The Gompertz was also applied using the Statgraphics program (Statistical Graphics Crop 2000). For each case, the selection of the model was performed according to the criteria established by Diaz *et al.* (2014) and were chose those that were significant in ( $P > F$ ) and showed higher determination coefficient ( $R^2$ ), lower experimental error and significance of the model parameters. To these criteria, and in accordance with the interests of this study, the simplicity of the model was incorporated as element for its election.

In the analyzed equations, the variable "X" corresponded to the age of the plant in days and the variable "Y", at the plant height or stem diameter or shoot. The growth performance for the plant height and stem diameter was also evaluated with the cumulative precipitation in each sampling period.

For the variables total number of leaves and branch length, analysis of variance was performed and the Duncan test (1955) was applied for the comparison of means. The statistical package INFOSTAT, version 2014 (Di Rienzo *et al.* 2014) was used. Only the values of total number of leaves were transformed with the square root function (Herrera 2013). The analysis of green, yellow and dry leaves was performed as a function of percentage.

La preparación del suelo se realizó en franjas de 12 m de ancho y 18 m de largo con azadón. Los surcos se establecieron separados a 2.5 m con 10 m de largo y se repitieron cinco veces. Se plantaron estacas de 15 cm de longitud, con una distancia entre ellas de 1 m. Los surcos se distribuyeron al azar en el área del ensayo. La especie se plantó en julio de 2014 y se evaluó además el crecimiento de otras especies vegetales con el mismo sistema.

Las observaciones se realizaron cada 30 d hasta los 320 d desde la aparición del brote. Se tomaron medidas en 10 plantas y se calculó individualmente la altura (cm), diámetro del tallo (mm), número total de hojas, largo promedio de las ramas (cm) y momento de floración (d).

Para medir la altura, que se consideró desde la superficie del suelo hasta la yema apical, se utilizó una cinta métrica. El diámetro del brote se midió con la utilización de un pie de rey (marca Stanley con 0,05 mm de precisión) debajo del primer brote. En cada planta, se contó el número de hojas verdes, amarillas y secas y se calculó el número total de hojas. Se consideraron hojas amarillas aquellas que poseían más del 50 % de su área foliar de este color. La longitud promedio de las ramas en cada especie se midió desde el tronco central hasta la yema final de la rama con el uso de cinta métrica. Se tomaron tres ramas al azar en cada planta. La especie no presentó flor en el período de estudio.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa Table Curve 2D (Systat 2002), que permite evaluar gran cantidad de modelos (más de 1 000) que se pueden ajustar a los datos obtenidos para describir el comportamiento de las variables altura de la planta y diámetro del tallo. Entre otros modelos, se utilizaron el logístico, exponencial, lineal, cuadrático y cúbico. También se aplicó el Gompertz mediante el programa Statgraphics (Statistical Graphics Crop 2000). Para cada caso, la selección del modelo se realizó según los criterios establecidos por Díaz *et al.* (2014) y se escogieron aquellos que fueron significativos en  $P > F$  y que presentaron mayor coeficiente de determinación ( $R^2$ ), menor error experimental y significación de los parámetros del modelo. A estos criterios, y de acuerdo con los intereses de este estudio, se incorporó la simplicidad del modelo como elemento para su elección.

En las ecuaciones analizadas, la variable "X" correspondió a la edad de la planta en días y la variable "Y", a la altura de la planta o diámetro del tallo o brote. Se valoró también el comportamiento del crecimiento para la altura de la planta y diámetro del tallo con las precipitaciones acumuladas en cada período de muestreo.

Para las variables número total de hojas y largo de la rama, se realizó análisis de varianza y se aplicó la dócima de Duncan (1955) para la comparación de medias. Se empleó el paquete estadístico INFOSTAT, versión 2014 (Di Rienzo *et al.* 2014). Solo los valores de número de hojas totales se transformaron con la función raíz cuadrada (Herrera 2013). El análisis de las hojas verdes, amarillas y secas se realizó en función del porcentaje.

**Results and discussion****Resultados y discusión**

In the growth models for the height and stem diameter (table 2), the values of the parameters were significant in  $P < F$ , while in the Gompertz, in both measurements, logistic and cubic, the values were not significant for the stem diameter, so they were discarded. Based on the higher determination coefficient ( $R^2$ ) and lower experimental error, the quadratic model was chosen to describe the performance in both measurements. In both

En los modelos de crecimiento para la medida altura y diámetro del tallo (tabla 2), los valores de los parámetros fueron significativos en  $P < F$ , mientras que en el Gompertz, en ambas medidas, logístico y cúbico, los valores fueron no significativos para el diámetro del tallo, por lo que resultaron descartados. En función del mayor coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y menor error experimental, se seleccionó el modelo cuadrático para

Table 2. Evaluated models for growth in height

Model	Signif.	$R^2$	SE ( $\pm$ )	Significance of parameters					
	P>F			Criterion	a	b	c	d	
Height	Gompertz	0.000	0.95	2.91	Estimated value	87.61	2.252	0.004	
					SE ( $\pm$ )	56.37	0.539	0.002	
					P value	0.91	0.475	0.545	
	Logistic	.000	0.98	1.92	Estimated value	159.25	13.757	0.005	
					SE ( $\pm$ )	190.09	16.69	0.001	
					P value	0.0000	.0000		
	Exponential	0.000	0.98	1.65	Estimated value	11.27	0.004		
					SE ( $\pm$ )	0.61	0.0002		
					P value	<0.0001	<0.0001		
	Linear	0.000	0.93	3.16	Estimated value	8.74	0.1		
					SE ( $\pm$ )	1.69	0.009		
					P value	0.0004	0.0		
	Quadratic	0.000	0.98	1.54	Estimated value	13.57	0.0003		
					SE ( $\pm$ )	0.65	0.00001		
					P value	0.0	0.0		
	Cubic	0.000	0.96	2.57	Estimated value	15.88	0.000001		
					SE ( $\pm$ )	0.97	0.000001		
					P value	0.0000	0.0000		
Stem diameter	Gompertz	0.000	0.94	0.50	Estimated value	87.61	2.25	0.004	
					SE ( $\pm$ )	56.37	0.54	0.002	
					P value	0.9	0.49	0.55	
	Logistic	0.000	0.98	0.33	Estimated value	159.25	13.76	0.005	
					SE ( $\pm$ )	190.09	16.69	0.001	
					P value	0.995	0.995	<0.0001	
	Exponential	0.000	0.98	0.28	Estimated value	11.27	0.004		
					SE ( $\pm$ )	0.61	0.004		
					P value	<0.0001	<0.0001		
	Linear	0.000	0.94	0.5	Estimated value	2.25	0.02		
					SE ( $\pm$ )	0.27	0.001		
					P value	0.0000	0.0000		
	Quadratic	0.000	0.98	0.27	Estimated value	3.08	0.00005		
					SE ( $\pm$ )	0.11	0.000002		
					P value	0.0000	0.0000		
	Cubic	0.000	0.99	0.27	Estimated value	2.79	0.009	-	
					SE ( $\pm$ )	0.23	0.007	0.000002	0.0000001
					P value	0.0	0.22	00005.965	0.37542

measures there was an increase in this indicator with different characteristics (table 2).

In *Mansoa alliacea* the plant height showed with better fit a quadratic characteristic model. In the first 60 d, it had slow growth (figure 3a) with a speed of 0.019 cm /d. This performance should be considered in management strategies to avoid competition with other species. It increased progressively until the 210 d, from which it reached its highest growth rate, with average speed of 0.15 cm /d. The plant height was 45.8 cm at 320 d. It did not show asymptote, indicating that it continues in vegetative phase. According to CATIE (1986), in liana or climber species, like *Mansoa alliacea*, the initial growth is restricted until reaching 0.5 m height. At this height, the plants can climb and take the shrub form, in addition to using the branches of other plants to support themselves (Angyalossy *et al.* 2015). This element should be considered in future these species installations. In a comprehensive way, it is considered that the species had a moderate growth in height for the evaluated period.

The increase in diameter during the first 150 d of growth in the *Mansoa alliacea* species was lower than 1 mm (figure 3b). Subsequently, the growth rate of this indicator increased little until reaching 8.48 mm at 320 d of evaluation, without presenting asymptote. Its vegetative growth continued, which may be due to the climbing characteristics of the plant, which require a flexible stem (Pace *et al.* 2011) to continue its growth. This was verified in wild plants of the zone where this species was observed in isolated growth, where it did not reach heights superior to 1.5 m, but with great lateral development. It was also found in a creeper form. Its flexibility and little growth in diameter allow this plant to adapt to the tutor characteristics.

In 76.5% of the plants of this species, the development of a young stem in the interior was observed at 270 d, which later replaced the main stem. This characteristic was notorious, when there was growth of the apical buds of the propagation material, and it did not occur in the plants developed from the basal buds outbreak. This may be due to

describir el comportamiento en ambas medidas. En las dos medidas hubo incremento en este indicador con características diferentes (tabla 2).

En *Mansoa alliacea* la altura de la planta presentó con mejor ajuste un modelo de característica cuadrática. En los primeros 60 d, tuvo crecimiento lento (figura 3a) con velocidad de 0.019 cm/d. Este comportamiento se debe considerar en las estrategias de manejo para evitar la competencia con otras especies. Aumentó progresivamente hasta los 210 d, a partir de los alcanzó su mayor ritmo de crecimiento, con velocidad promedio de 0.15 cm/d. La altura de la planta logró los 45.8 cm a los 320 d. No presentó asíntota, lo que indica que continúa en fase vegetativa. Según CATIE (1986), en las especies liana o trepadora, como *Mansoa alliacea*, el crecimiento inicial está restringido hasta alcanzar altura de 0.5 m. A esta altura, las plantas pueden trepar y adoptar la forma de arbusto, además de utilizar las ramas de otras plantas para apoyarse (Angyalossy *et al.* 2015). Este elemento se debe considerar en el futuro para instalaciones de esta especie. De forma integral, se considera que la especie tuvo un crecimiento moderado en la altura para el período evaluado.

El aumento del diámetro durante los primeros 150 d de crecimiento en la especie *Mansoa alliacea* fue inferior a 1 mm (figura 3b). Posteriormente, el ritmo de crecimiento de este indicador aumentó poco hasta llegar a los 8.48 mm a los 320 d de evaluación, sin presentar asíntota. Su crecimiento vegetativo continuó, lo que se puede deber a las características trepadoras de la planta, que requieren un tallo que sea flexible (Pace *et al.* 2011) para continuar su crecimiento. Esto se constató en plantas silvestres de la zona en la que esta especie se observó en crecimiento aislado, donde no alcanzó alturas superiores a 1.5 m, pero con gran desarrollo lateral. También se encontró en forma de enredadera. Su flexibilidad y poco crecimiento en diámetro permiten que esta planta se adapte a las características del tutor.

En 76.5 % de las plantas de esta especie, se observó a los 270 d el desarrollo de un tallo joven en su interior, el cual se utilizó como estaca que reemplazó posteriormente al tallo principal. Esta característica fue notoria, cuando hubo crecimiento de las yemas apicales del material de

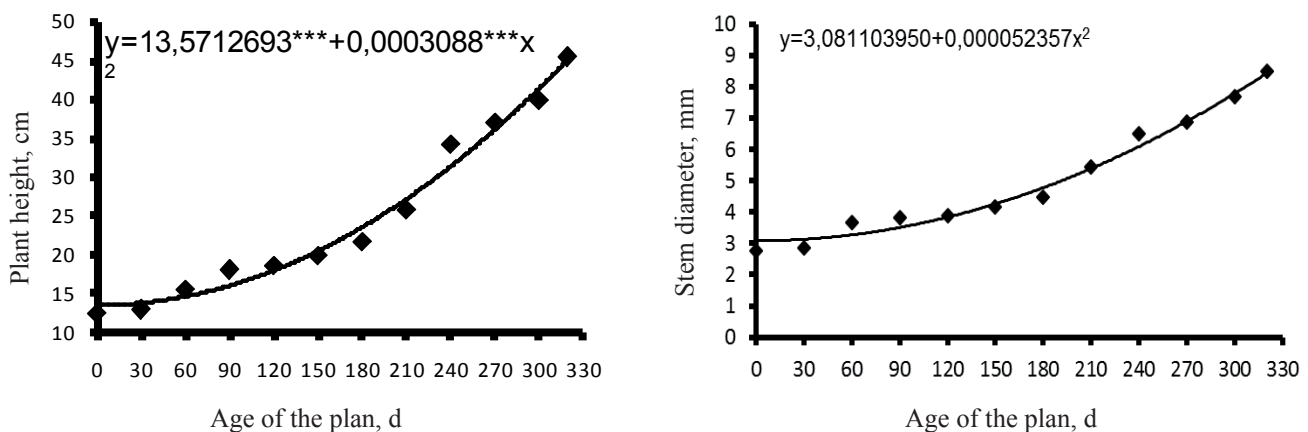


Figure 3. Performance of the plant height (cm)

anatomical and physiological characteristics of the species. The lianas stems of different species have an unusual anatomy, as a result of anomalous secondary thickening (Araque *et al.* 2000), and the need for them to be flexible according to the characteristics of these species. This may explain this infrequent anatomical performance.

The analysis of the relation plant height and shoot diameter of the *Mansoa alliacea* species with the accumulated precipitation (figure 4) showed the influence of this factor on the height variable, in which the beginning of the rapid growth phase coincided with the increase of the precipitations at 210 d, without the variations in the precipitations show later influence to this period. The shoot diameter showed increase from 140 d, related to the increase in precipitation. After this moment, there was no effect of precipitation in relation to this measure, which continued to increase their values.

This suggests that the species, in its initial stage, and up to 210 d, develops better when there are no problems of excess precipitations, which can be compared with that mentioned by Rengifo (2007). This author shows that the species is not resistant to flooding. In addition, in the study area, the soil characteristics were also influenced by the fact that it was of compact clay and had slope of 0.5%, which favored drainage.

In the measure total number of leaves per plant for

propagación, y no ocurrió en las plantas desarrolladas a partir del brote de yemas basales. Esto se puede deber a características anatómicas y fisiológicas propias de la especie. Los tallos de lianas de diversas especies tienen una anatomía poco común, como resultado del engrosamiento secundario anómalo (Araque *et al.* 2000), y por la necesidad de que sean flexibles según las características de estas especies. Esto pudiera explicar este comportamiento anatómico poco frecuente.

El análisis de la relación altura de la planta y diámetro del brote de la especie *Mansoa alliacea* con la precipitación acumulada (figura 4) indicó la influencia de este factor en la variable altura, en la que el inicio de la fase de crecimiento rápido coincidió con el aumento de las precipitaciones a los 210 d, sin que las variaciones en las precipitaciones mostraran influencia posterior a este período. El diámetro del brote mostró incremento a partir de los 140 d, relacionado con el aumento de la precipitación. Después de este momento, no hubo efecto de la precipitación en relación con esta medida, que continuó el incremento de sus valores.

Esto sugiere que la especie, en su etapa inicial, y hasta los 210 d, se desarrolla mejor cuando no existen problemas de exceso de precipitaciones, lo que se puede comparar con lo citado por Rengifo (2007). Este autor indica que la especie no es resistente a la inundación. Además, en el área de estudio, también influyeron las características del suelo, al ser de arcilla compacta y tener pendiente de 0.5 %, lo que favoreció el drenaje.

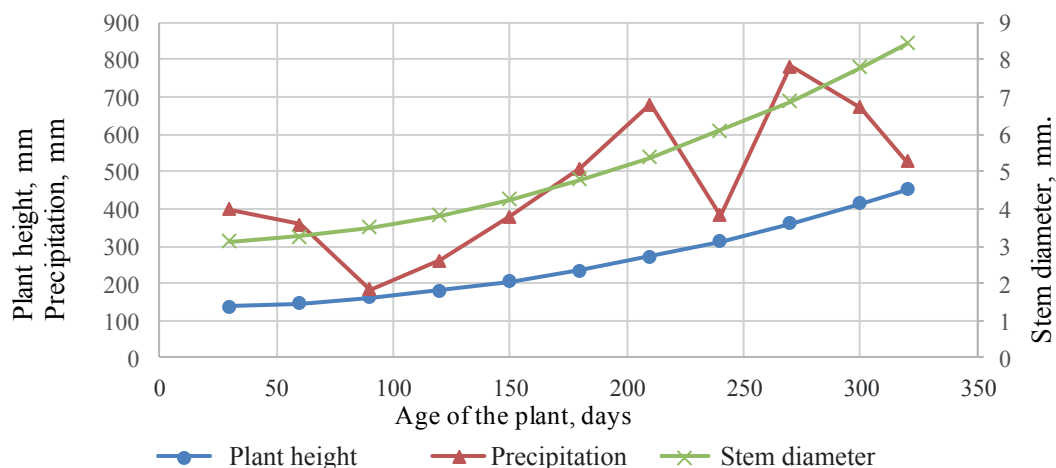


Figure 4. Performnace of the plant height and shoot diameter with the accumulated precipitation in each period for the species *Mansoa alliacea*

*Mansoa alliacea* (table 3), in the initial stages few leaves were observed, which increased their value significantly to 300 d. This could be due to the slow growth of the plant until 300 d in the initial stages, considering that the leaves are only in the nodes and apical areas, with distances among 15 to 20 cm between nodes. They are characterized by being large leaves, but in low quantity. In the proportion of green, yellow and dry leaves the green ones predominates.

En la medida número total de hojas por planta para *Mansoa alliacea* (tabla 3), en las etapas iniciales se observó poca cantidad de hojas, que incrementaron su valor de forma significativa a los 300 d. Esto se pudo deber al lento crecimiento de la planta hasta los 300 d en las etapas iniciales, si se considera que las hojas solo se presentan en los nudos y zonas apicales, con distancias entre 15 a 20 cm entre nudos. Se caracterizan por ser hojas de gran tamaño, pero en baja cantidad. En la proporción de

The yellow and dry do not exceed one percent, value obtained at 120 d from the plantation in the sampling period. If it is considered that the leaf is the element of the plant that is used for various purposes, having low values of dry leaves in the evaluated period is an important factor to consider for the management of this species.

hojas verdes, amarillas y secas predominan las verdes. Las amarillas y secas no sobrepasan el uno por ciento, valor obtenido a los 120 d desde la plantación en el período de muestreo. Si se considera que la hoja es el elemento de la planta que se utiliza para diversos fines, tener bajos valores de hojas secas en el período evaluado es un factor importante a considerar para el manejo de esta especie.

Table 3. Total number of leaves per plant, proportion of green, yellow and dry leaves for the species *Mansoa alliacea*

Days after planting	Average number of leaves
30	3.08 <sup>a</sup> (9.7)
120	3.14 <sup>a</sup> (10.7)
210	3.73 <sup>a</sup> (16.1)
300	4.91 <sup>b</sup> (25.1)
P value 0.0035 SE (±) 0.36	

( ) Original means. Data transformed according to  $\sqrt{X}$  for total number of leaves

<sup>a, b</sup> Values with common letters do not differ for  $P < 0.05$  (Duncan 1955)

In the length of branches (table 4), the activation of the lateral buds after 15 days and development of branches at 30 days with a mean of 3.44 cm is perceived, its length at 210 days shows differences in relation with 30 days, reaching its maximum value at 300 days. This result could be related to a higher growth rate in plant height which it is observed from 210 days (figure 3) which was also related to the accumulated precipitations in each evaluation period and would indicate that from this moment, the plant have a more accelerated growth in these two measures.

En la longitud de ramas (tabla 4), se aprecia la activación de las yemas laterales a partir de los 15 días y desarrollo de ramas a los 30 días con una media de 3,44 cm, su longitud a los 210 días presenta diferencias en relación con 30 días, alcanzando su valor máximo a los 300 días. Este resultado pudo estar relacionado con una mayor tasa de crecimiento en altura de la planta que es observado a partir de los 210 días (figura 3) el cual también se lo relacionó con las precipitaciones acumuladas en cada período de evaluación indicarían que a partir de este momento, la planta presenta un crecimiento más acelerado en estas dos medidas.

In an integral way, the growth for the measures that

Table 4. Length of branches of the species *Mansoa alliacea*

Days after planting	Length of average branches (cm)
30	3.44 <sup>a</sup>
120	6.5 <sup>a</sup>
210	12.43 <sup>b</sup>
300	18.07 <sup>c</sup>
P value <0.0001 SE (±) 1.5	

<sup>a, b, c</sup> Values with common letters do not differ for  $P < 0.05$  (Duncan 1955)

were taken in this species was slow in its first stage, and presented its higher expression from the 210 d in the plant height and length of branches. However, the slow growth in stem diameter may represent an advantage to be considered in this species of climbing characteristics, since the stem is required to be flexible. The leaves development also had a slow expression, which also showed statistical differences at the end of the evaluated period.

De manera integral, el crecimiento para las medidas que se tomaron en esta especie fue lento en su primera etapa, y presentó su mayor expresión a partir de los 210 d en la altura de la planta y longitud de ramas. Sin embargo, el lento crecimiento en el diámetro del tallo puede representar una ventaja a considerar en esta especie de características trepadoras, pues se requiere que el tallo sea flexible. El desarrollo de hojas también tuvo una expresión lenta, que además presentó diferencias estadísticas al final del período evaluado.



### Conclusions

The mathematical models to describe the initial growth showed that *Mansoa alliaceae* grew during the first 320 d after planting. This growth was considered moderate and reflected in all indicators measured.

The measures plant height and branches length showed increase in the growth rate from 210 d, while the stem diameter did from 150 d.

The species produced low number of leaves in this growth stage, increasing from 210 d, which should be considered for their production. *Mansoa alliaceae* had a positive response to the precipitations increase.

It is suggested to consider the precipitations performance, related to the soil saturation by water, which influenced the development of the species. In addition, the slow initial growth in the plant height, branches length and its climbing characteristics for the establishment of this species should be taken into account. It is suggested to consider the slow development of leaves in terms of quantity, being the part of the plant that is used. The harvest should not be done before the year, to avoid affectations in the initial growth.

### Conclusiones

Los modelos matemáticos para describir el crecimiento inicial demostraron que *Mansoa alliaceae* creció durante los primeros 320 d posteriores a la plantación. Este crecimiento se consideró moderado y se reflejó en todos los indicadores medidos.

Las medidas altura de la planta y largo de ramas mostraron incremento en el ritmo de crecimiento a partir de los 210 d, mientras que el diámetro del tallo lo hizo a partir de los 150 d.

La especie produjo bajo número de hojas en esta etapa de crecimiento, incrementándose a partir de los 210 d, lo que se debe considerar para su producción. *Mansoa alliaceae* tuvo respuesta positiva ante el incremento de las precipitaciones.

Se sugiere considerar el comportamiento de las precipitaciones, relacionado con la saturación del suelo por agua, que incidió en el desarrollo de la especie. Se debe tener en cuenta además, el lento crecimiento inicial en la altura de la planta, largo de ramas y sus características trepadoras para el establecimiento de esta especie. Se sugiere considerar también el lento desarrollo de hojas en cuanto a su cantidad, siendo esta la parte que se utiliza de la planta. No se debe realizar la cosecha antes del año, para evitar afectaciones en el crecimiento inicial.

### References

- Angyalossy, V., Pace, M. & Lima, A. 2015. "Liana anatomy: a broad perspective on structural evolution of the vascular system". In: Schnitzer, S. A., Bongers, F., Burnham, R. J. & Putz, F. E. (eds.), *Ecology of lianas*, Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, Inc., pp. 253–287, ISBN: 978-1-118-39248-5, Available: <<http://site.ebrary.com/id/10955855>>, [Consulted: February 2, 2017].
- Araque, O. Z., León, H. W. J. & Espinoza, de P. N. 2000. "Estudio anatómico del leño de seis especies de lianas". *Revista Forestal Venezolana*, 44(2): 39–48, ISSN: 0556-6606.
- Arias, R. I., Carpio, T. V., Herrera, A. & González, R. 2016. "Sistema indígena diversificado de cultivos y desarrollo local en la Amazonia Ecuatoriana". *Cultivos Tropicales*, 37(2): 7–14, ISSN: 0258-5936.
- Arregocés, O. & Fernández, F. 1980. *Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz*. (ser. CIAT, no. ser. 04SR–05.04), Cali, Colombia: CIAT, 28 p.
- Baruch, Z. & Fisher, M. 1991. "Factores Climáticos y de Competencia que afectan el desarrollo de la planta en el establecimiento de una pastura". In: Lascano, C. E., *Establecimiento y renovación de pasturas: conceptos, experiencias y enfoque de la investigación*, Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, Sexta Reunión del Comité Asesor, CIAT, pp. 103–142, ISBN: 978-958-9183-26-7, Google-Books-ID: 0WntmVEorQkC, Available: <<https://books.google.com/cu/books?id=0WntmVEorQkC>>, [Consulted: February 2, 2017].
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) 1986. *Crecimiento y rendimiento de especies para leña en áreas secas y húmedas de América Central*. (ser. Técnica, no. ser. 79), Turrialba, Costa Rica: CATIE, 591 p., Available: <<https://books.google.com/ec/books?isbn=9977951861>>, [Consulted: May 6, 2016].
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M. & Robledo, C. W. 2014. *InfoStat*. version 2014, [Windows], Universidad Nacional de Córdoba, Argentina: Grupo InfoStat, Available: <<http://www.infostat.com.ar/>>.
- Díaz, A., Torres, V., Herrera, S., Fernández, L. & Sarduy, L. 2014. "Modelación del crecimiento de bovinos en pastoreo con gramíneas y leguminosas". *Zootecnia Tropical*, 32(4): 363–376, ISSN: 0798-7269.
- Duncan, D. B. 1955. "Multiple Range and Multiple F Tests". *Biometrics*, 11(1): 1–42, ISSN: 0006-341X, DOI: 10.2307/3001478.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Pastaza (GADPPz). 2015. Santa Clara. Prefectura Pastaza, Available: <<http://www.pastaza.gob.ec/pastaza/santa-clara>>, [Consulted: May 6, 2016].
- Herrera, M. 2013. *Métodos estadísticos alternativos de análisis con variables discretas y categóricas en investigaciones agropecuarias*. Ph.D. Thesis, Instituto de Ciencia Animal - Universidad Agraria de La Habana, Mayabeque, Cuba, 100 p.
- Huaranca, R. J., Armas, J. J. & Vigo, R. M. 2013. "Uso de las plantas medicinales en la comunidad El Chino, del área de conservación regional comunal Tamshiyacu-Tahuayo, Loreto, Perú". *Conocimiento Amazónico*, 4(2): 77–86, ISSN: 2221-3376.
- Mariscal, A. 2016. *Local baseline knowledge for conservation and restoration of degraded ecosystems in Ecuador*. Ph.D. Thesis, Faculty of Forest Sciences Southern Swedish Forest Research Centre, Alnarp, Suecia, 65 p.

- Missouri Botanical Garden. 2016. *Mansoa alliacea* (Lam.) A.H. Gentry. Catálogo. Available: <<http://www.tropicos.org/Name/3701394>>, [Consulted: May 6, 2016].
- NR, DECDI 2012. Mapa de suelos (Taxonomía). [1: 1 000 000], Pastaza, Ecuador: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, Available: <[http://geoportal.agricultura.gob.ec/mapas/pastaza/mapa\\_suelos\\_taxonomia\\_pastaza.pdf](http://geoportal.agricultura.gob.ec/mapas/pastaza/mapa_suelos_taxonomia_pastaza.pdf)>, [Consulted: February 2, 2017].
- Pace, M. R., Lohmann, L. G. & Angyalossy, V. 2011. "Evolution of disparity between the regular and variant phloem in Bignoniaceae (Bignoniaceae)". *American Journal of Botany*, 98(4): 602–618, ISSN: 0002-9122, 1537-2197, DOI: 10.3732/ajb.1000269.
- Rengifo, S. E. 2007. *Las Ramas Floridas Del Bosque: Experiencias en el Manejo de Plantas Medicinales Amazónicas*. Perú: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, 88 p., ISBN: 978-9972-667-42-8, Google-Books-ID: vJc6PgAACAAJ, Available: <<https://books.google.com/cu/books?id=vJc6PgAACAAJ>>, [Consulted: February 2, 2017].
- Ríos, M., Borgtof, H., Koisol, M. & Granda, G. 2007. "La Colección Etnobotánica del Herbario QCA". In: *Plantas útiles del Ecuador: aplicaciones, retos y perspectivas*, Quito, Ecuador: Abya-Yala, p. 247, ISBN: 978-9978-22-684-1.
- Rodríguez, L. 2015. *Modelación y simulación de la producción de biomasa de Pennisetum purpureum Schumv. kinggrass y su aplicación en la alimentación animal*. Ph.D. Thesis, Instituto de Ciencia Animal - Universidad Agraria de La Habana, Mayabeque, Cuba, 100 p.
- Rodríguez, W. & Leihner, D. 2005. *Análisis Del Crecimiento Vegetal*. vol. 7, Costa Rica: Editorial Universidad de Costa Rica, 58 p., ISBN: 978-9968-936-10-1, Google-Books-ID: 69570TbkSxwC, Available: <<https://books.google.com/cu/books?id=69570TbkSxwC>>, [Consulted: February 2, 2017].
- Statistical Graphics Crop 2000. STATGRAPHICS® Plus. (ser. Profesional), version 5.1, [Windows], Available: <<http://www.statgraphics.com/statgraphics/statgraphics.nsf/pd/pdpricing>>.
- Systat, 2002 2002. Table Curve 2D. version 5.01, [Windows 7], 100 C o FORTRAN, Krakow Poland, Available: <<http://www.sigmaplot.co.uk/products/tablecurve2d/tablecurve2d.php>>.
- Tudela-Talavera, P., La Torre-Cuadros, M. de los A. & Vencedor, N. C. of 2016. "Cultural Importance and Use of Medicinal Plants in the Shipibo-Conibo Native Community of Vencedor (Loreto) Peru". *Ethnobotany Research and Applications*, 14(0): 533–548, ISSN: 1547-3465, DOI: 10.17348/era.14.0.533-548.
- Vásquez, S. P. F., Mendonça, M. S. de & Noda, S. do N. 2014. "Ethnobotany of medicinal plants in riverine communities of the Municipality of Manacapuru, Amazonas, Brasil". *Acta Amazónica*, 44(4): 457–472, ISSN: 0044-5967, DOI: 10.1590/1809-4392201400423.
- Villar, R., Ruiz, J., Quero, J., Poorter, H., Valladares, F. & Marañón, T. 2005. "Tasa de crecimiento en especies leñosas: aspectos funcionales e implicaciones ecológicas". In: Valladares, F., *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*, Asociación Española de Ecología Terrestre, pp. 191–227, Available: <<http://hdl.handle.net/10045/7942>>, [Consulted: February 2, 2017].
- Zoghbi, M. das G. B., Oliveira, J. & Guilhon, G. M. S. P. 2009. "The genus *Mansoa* (Bignoniaceae): a source of organosulfur compounds". *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 19(3): 795–804, ISSN: 0102-695X, DOI: 10.1590/S0102-695X2009000500025.

**Received: August 10, 2016**