Archivos Latinoamericanos de Producción Animal (Arch. Latinoam. Prod. Anim.)
www.alpa.org.ve/ojs.index/php

Dinámica de crecimiento en plantas de añil dulce (*Indigofera hirsuta L.*)

A. B. Portillo, R. C. Razz-García, M. Marin, O. Araujo-Febres

Facultad de Agronomía, La Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela
Recibido: 12-11-2008. Aceptado: 21-05-2009.

Growth dynamics in sweet indigo plants (*Indigofera hirsuta L.)*

ABSTRACT. A greenhouse trial was conducted to analyze the growth dynamics of sweet indigo (*Indigofera hirsuta L.)*. Five plants grown in 20 kg-polyethylene bags were harvested at each of the ages after sowing of 10, 17, 24, 31, 38, 45, 52, 59, 66, 73, 80, 87, 94, 101 and 115 d and separated into leaf (L), stems (S), petioles (P), and root (R) fractions. The experimental design was completely randomized. The total mass of dry matter (DM) did not begin to show significant differences ($P < 0.05$) as a function of time until after the 80-d harvest. Mean values observed for the respective days of age were: 0.005, 0.006, 0.008, 0.008, 0.048, 0.069, 0.311, 0.591, 0.966, 1.840, 4.696, 7.512, 12.606, 24.044 and 108.734 g DM/plant. All four fractions of the plants grew very slowly during the first 31 d, but thereafter accelerated their growth, especially L and P fractions until the final harvest at 115 d.

Key words: Dry matter, Growth rate, Harvest days, *Indigofera hirsuta L.*, Leaf area

RESUMEN. Se realizó un ensayo en umbráculo para analizar la dinámica de crecimiento del añil dulce (*Indigofera hirsuta L.*). Se cosecharon cinco plantas que crecieron en bolsas de polietileno de 20 kg, a cada una de las edades después de la siembra de 10, 17, 24, 31, 38, 45, 52, 59, 66, 73, 80, 87, 94, 101 y 115 d, las cuales se seccionaron en las fracciones hojas (H), tallos (T), pecíolos (P) y raíz (R). El diseño experimental fue totalmente al azar. La masa de materia seca (MS) total no empezó a mostrar diferencias significativas ($P < 0.05$) en función del tiempo hasta después de la cosecha de 80 d. Las medias observadas a las respectivas edades fueron de 0.005, 0.006, 0.008, 0.008, 0.048, 0.069, 0.311, 0.591, 0.966, 1.840, 4.696, 7.512, 12.606, 24.044, y 108.734 g MS/planta. Todas las cuatro fracciones de las plantas crecieron muy lentamente durante los primeros 31 d, para luego acelerar su crecimiento, destacándose las fracciones H y P hasta la última cosecha a los 115 d.

Palabras clave: Area foliar, Días de cosecha, *Indigofera hirsuta L.,* Materia seca, Tasa de crecimiento

Introducción

Las leguminosas, por su gran versatilidad y diversas bondades, han jugado un papel muy importante por mucho tiempo en los sistemas agroforestales y silvopastoriles en el trópico. Sirven para la alimentación animal (fuente de proteína), y mejoran las propiedades químicas y físicas del suelo, entre otras utilidades (Clavero, 1996).

Las indigoferas fueron leguminosas utilizadas principalmente en la producción del pigmento azul índigo, pero con el desarrollo industrial, este pigmento ha sido sustituido por la anilina. Otros usos incluyeron abono verde y cultivo de cobertura para el control de la erosión en áreas arenosas y forrajeras anuales o permanentes. Algunas de estas especies poseen propiedades insecticidas (Maldonado *et al.*, 1995).

Indigofera hirsuta L. es una leguminosa anual nativa de Asia, muy común en África, así como en la parte norte de Australia y se ha naturalizado en las regiones tropicales de América (FAO, 2006). Esta especie es conocida popularmente en Venezuela como añil dulce. En las sabanas naturales de los llanos venezolanos, así como en zonas de sabana y suelos pobres en Perijá su presencia es común, siendo tolerante a suelos pobres, a condiciones de sequía y a muchos insectos, pero no es bien aceptada por los animales (Molero *et al.*, 1990). Esta leguminosa produce un forraje de buena calidad, que puede utilizarse para heno y forraje. Es una especie de alta adaptabilidad a diversas condiciones agroecológicas (Rich *et al.*, 2003).

Durante el desarrollo de cualquier planta se presentan cambios morfológicos y fisiológicos que sirven de base para identificar las etapas de su desarrollo (Fernández *et al.*, 1985). Por ello, es importante conocer los eventos morfológicos y fisiológicos que se suceden como parte de los procesos de desarrollo mediante un análisis de crecimiento (Diaz *et al.*, 2001). Su ventaja radica en facilitar la obtención de datos como la masa seca de plantas completas o de sus partes (hojas, tallos, vástagos) y las dimensiones del aparato asimilatorio (área foliar, tallos y contenido de clorofila, etc.) (Kvet *et al.*, 1971).

Sabiiti (1980) realizó un trabajo en esta especie para evaluar el efecto de la edad de la planta sobre el rendimiento de MS, la relación hoja:tallo y el valor nutritivo y observó un crecimiento inicial de las plantas lento que cobró vigor después de la cuarta semana de germinación. Asimismo, la relación hoja: tallo disminuyó en tanto que el porcentaje de inflorescencias y el rendimiento de MS incrementaron con la edad.

La determinación de la dinámica de crecimiento en el añil dulce permitirá conocer algunos aspectos de la biología de la planta, lo que facilitará la planificación en cuanto a la aplicación de cualquier práctica cultural en el momento adecuado o en su defecto controlarla de una manera efectiva en los potreros o utilizarla en la alimentación animal, ya que es una leguminosa que posee un contenido de proteico mayor a 20% (Sabiiti, 1980).

Materiales Y Métodos

La investigación se realizó en las adyacencias del umbráculo de Fisiología Vegetal de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia, el cual presenta las siguientes condiciones: Bosque muy seco tropical, ubicada a los 10º 41' 12"LN y 71º 38' 05"LO, altitud 25 msnm, temperatura promedio de 27 - 29ºC, precipitaciones anuales 500-900 mm, 76% de humedad relativa y la radiación solar de 1101.72 mmol x m^{2x} s^{-1} (Ewel *et al.*, 1976).

Se cosecharon semillas de añil dulce (*Indigofera hirsuta L.*), para la propagación de plantas, proce. dentes de la hacienda La Esperanza de la Facultad de Agronomía-LUZ, ubicada en el kilómetro 107 de la vía Maracaibo-Machiques, Municipio Rosario de Périja del estado Zulia, entre las coordenadas 10º 15' Latitud Norte y 72º 25' Longitud Oeste y aproximadamente a 100 msnm. La zona agroecológica está clasificada como Bosque seco tropical (Ewel *et al.*, 1976), con precipitación promedio anual de 1100 mm, temperatura media anual de 31ºC, humedad relativa de 70%, suelos de baja fertilidad natural y baja retención de humedad y con un pH que varía de 4.5 a 5.5 (Peters *et al.*, 1986).

La unidad experimental estaba conformada por una planta. Se evaluaron semanalmente cinco plantas, con un total de 75 plantas durante todo el ensayo, las cuales se obtuvieron sembrando las semillas en bandejas para favorecer la germinación. Las semillas previamente a la siembra fueron embebidas en agua por 24 h con la finalidad de mejorar el porcentaje de germinación. Se utilizó como sustrato en las bandejas viruta de coco. Se regaron las bandejas cinco veces por semana y se fertilizaron con fertilizante hidrosoluble semanalmente (Solud 18-18-18%) a razón de 1g/L, la primera fertilización se realizó cuando todas las plantas presentaron hojas verdaderas. Debido a la falta de uniformidad en la germinación de las semillas de añil dulce, se llevó el registro en cuanto a la edad de cada planta con la finalidad de cosechar plantas de la misma edad. El trasplante se realizó un mes después de la siembra en bolsas de polietileno de 20 kg.

Las plantas se regaron de forma manual tres veces por semana, se aplicó fertilizante hidrosoluble cada 15 d (Solud 18-18-18%) a razón de 1 g/L y fertilizante foliar semanalmente (Bayfolan 11-8-6%) a una dosis de 3 mL/L y el control de malezas se realizó de forma manual.

Se cosecharon cinco plantas cada semana durante cuatro meses, comenzando cuando las plantas presentaron hojas verdaderas. Las plantas cosechadas se seccionaron en raíces, tallos, hojas y pecíolos; se determinó el área foliar con un integrador de área; se contó el número de hojas; se midió la longitud de tallo y raíz y se pesó cada órgano de cada planta para obtener su masa fresca (g). Se secaron las muestras a estufa a 65ºC por 72 h, para determinar masa seca. En los primeros 17 d de edad de la planta no se midió el pecíolo ya que era muy pequeño, por lo que se pesó conjuntamente con las hojas. A los 115 d las plantas presentaron gran cantidad de follaje, lo cual limitó la determinación del AF con el integrador de área, y se procedió a realizar un análisis de regresión para obtener una ecuación que permitiera estimar el AF en esta evaluación en función de la masa seca de hojas, obteniéndose la siguiente ecuación de regresión lineal: AF (cm^2) = 6.856 + 272.641 MSH (g), con un coeficiente de determinación R^2 = 0.98, donde:

AF = Área Foliar
MSH = Masa seca de hoja

El diseño experimental fue totalmente al azar. Se procesaron los datos utilizando el software SAS (Statistical Analysis System, 2002). Se realizó un análisis de varianza, prueba de separación de medias por Tukey, análisis descriptivo y análisis de regresión.

Resultados y Discusiones

En la Tabla 1, se presentan los valores obtenidos de la masa seca promedio por órgano y la masa seca total en relación al tiempo. Durante los primeros 94 d después de la siembra (DDS) no se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los muestreos para la masa seca de hoja, tallo, raíz y la masa seca total de la planta; pero a partir de esta fecha hasta los 115 DDS se presentan diferencias significativas ($P < 0.05$) para las variables antes mencionadas. Con respecto a la masa seca (MS) de los pecíolos, se muestran diferencias significativas ($P < 0.05$) a partir de los 101 DDS. Estos resultados indican la variación en la distribución de materia entre los diferentes órganos de las plantas en función de captación de luz y asimilación de dióxido de carbono (hojas), captación de agua y nutrientes minerales (raíces) y de sostén (tallos), así como la morfología funcional y el desarrollo ontogenético (Pooter y Nagel, 2000).

Se puede observar en la Figura 1, que el crecimiento de las plantas de añil dulce se caracterizó por una baja tasa de incremento de la MS durante los primeros 31 DDS, seguido de un acelerado ritmo de crecimiento de ésta hasta los 115 DDS. Estos resultados coinciden con los reportados por Sabiiti (1980) para *I. hirsuta* en cultivo puro, al estudiar el efecto de la edad en el rendimiento de MS, la relación hoja:tallo y el valor nutritivo y encontrar la misma tendencia en esta especie. En plantas de *Canavalia ensiformis*, Marín (1989) también observó el mismo comportamiento de crecimiento de esta especie, bajo condiciones de campo. En el cultivo de soya *Glycine max L.*, se observa una baja tasa de crecimiento durante los primeros 42 d, luego a partir de este momento la misma incrementa (Leen y Ollarves, 1995).

Tabla 1. Valores promedios por edad de la masa seca por órgano y total de plantas de añil dulce (*Indigofera hirsuta L.)* durante la evaluación

	Medias ± de				
Tiempo de cosecha (días)	MSH (g/planta)	MSP (g/planta)	MSTa (g/planta)	MSR (g/planta)	MST (g/planta)
10	0.002 ± 0.001^{c}	……	0.002 ± 0.001^{c}	0.001 ± 0.001^{c}	0.005 ± 0.002^{c}
17	0.002 ± 0.001^{c}	……	0.001 ± 0.001^{c}	0.002 ± 0.002^{c}	0.006 ± 0.003^{c}
24	0.003 ± 0.002^{c}	0.001 ± 0.000^{b}	0.002 ± 0.001^{c}	0.002 ± 0.002^{c}	0.008 ± 0.001^{c}
31	0.003 ± 0.002^{c}	0.001 ± 0.001^{b}	0.002 ± 0.001^{c}	0.002 ± 0.002^{c}	0.008 ± 0.005^{c}
38	0.026 ± 0.001^{c}	0.006 ± 0.003^{b}	0.007 ± 0.002^{c}	0.009 ± 0.004^{c}	0.048 ± 0.018^{c}
45	0.035 ± 0.004^{c}	0.009 ± 0.001^{b}	0.010 ± 0.002^{c}	0.015 ± 0.004^{c}	0.069 ± 0.010^{c}
52	0.178 ± 0.082^{c}	0.033 ± 0.016^{b}	0.038 ± 0.016^{c}	0.062 ± 0.032^{c}	0.311 ± 0.142^{c}
59	0.340 ± 0.093^{c}	0.061 ± 0.027^{b}	0.084 ± 0.019^{c}	0.106 ± 0.027^{c}	0.591 ± 0.164^{c}
66	0.531 ± 0.148^{c}	0.080 ± 0.036^{b}	0.161 ± 0.033^{c}	0.194 ± 0.050^{c}	0.966 ± 0.255^{c}
73	0.908 ± 0.295^{c}	0.202 ± 0.048^{b}	0.378 ± 0.135^{c}	0.353 ± 0.096^{c}	1.840 ± 0.546^{c}
80	2.025 ± 0.360^{c}	0.805 ± 0.269^{b}	0.741 ± 0.158^{c}	1.125 ± 0.528^{c}	4.696 ± 1.251^{c}
87	3.198 ± 1.367$^{c, b}$	1.384 ± 0.857^{b}	1.000 ± 0.365^{c}	1.930 ± 0.755$^{c, b}$	7.512 ± 3.253$^{c, b}$
94	4.810 ± 0.360$^{c, b}$	2.540 ± 0.410^{b}	1.778 ± 0.138$^{c, b}$	3.478 ± 0.533$^{c, b}$	12.606 ± 1.266$^{c, b}$
101	9.910 ± 2.573^{b}	5.620 ± 1.988^{b}	3.120 ± 0.923^{b}	5.394 ± 1.557^{b}	24.044 ± 6.953^{b}
115	40.728 ± 11.453^{a}	41.948 ± 13.525^{a}	12.492 ± 3.183^{a}	13.566 ± 6.359^{a}	108.734 ± 32.094^{a}

DE: Desviación estándar, MSH: Masa seca hoja, MSP: Masa seca pecíolo, MSTa: Masa seca tallo, MSR: Masa seca raíz, MST: Masa seca total.
$^{a, b, c}$Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas (Tukey, $P < 0.05$)

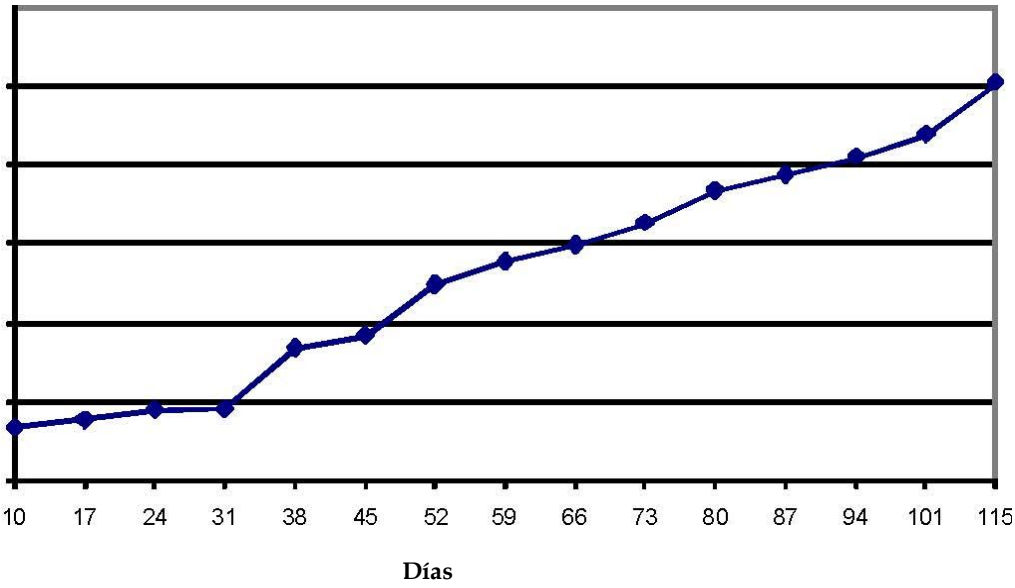

Figura 1. Variación de la masa seca total por edad en plantas de añil dulce (*Indigofera hirsuta L.*)

La curva de crecimiento obtenida no muestra el comportamiento reproductivo del añil dulce, pero en el campo generalmente se observa que a los cuatro meses aproximadamente se presentan frutos en esta especie. Esta situación puede ser consecuencia de que en esta investigación se trabajó bajo condiciones controladas, con suplementación de riego (3 riegos/ sem), lo cual provocó un retardo en la aparición de la etapa reproductiva. Algunas plantas se sometieron a estrés hídrico, disminuyendo la frecuencia de riego a una vez por semana, luego se proporcionaron de nuevo los tres riegos semanales, y al poco tiempo se observaron los primeros botones florales. Algunos autores (De Gouveia y Marín, 1999; Jáuregui y Viera, 1999) encontraron en Canavalia un mayor desarrollo vegetativo a causa de una mayor suplementación de agua, lo cual ocasionó un retraso en el proceso reproductivo. Pérez (1988) observó en zonas con altas precipitaciones, que cuando se siembra esta especie en lugares muy húmedos (suelo), ocurre un excesivo crecimiento vegetativo y un aumento en el ciclo de vida del cultivo (primera cosecha: de 154 d a más de 300 d).

Análisis de crecimiento de cada órgano

Follaje. La acumulación de masa seca del follaje (Tabla 1), área foliar y número de hojas (Tabla 2) se produjo a un ritmo lento en los primeros 31 d de la siembra. A partir de este momento empezó un incremento acelerado de estas tres variables, lo cual indica un aumento en la capacidad fotosintética de la planta, ya que ésta depende de la superficie de la hoja u órganos fotosintéticos que posea (Foog, 1967), y al mismo tiempo, el área foliar depende del número de hojas, de su velocidad de crecimiento y de su tamaño final (Barraza, 2000). Es importante destacar que durante toda la fase del ensayo el follaje estuvo por encima de los otros órganos con respecto a la masa seca hasta los 101 DDS, pero a los 115 DDS el follaje y los pecíolos alcanzaron aproximadamente el mismo valor (41- 42 g MS/planta) (Tabla 1).

El valor máximo de AF fue 11110.98 cm² a los 115 d (Tabla 2). Según Jarma *et al.,* (1999), las plantas con mayor área foliar y ambiente favorable, son capaces de utilizar mejor la energía solar con una fotosíntesis más eficiente.

Pecíolo. Se observó que en los primeros 31 d hubo una baja tasa de incremento en la masa seca (Tabla 1), ocurriendo un aumento acelerado a partir de este momento.

Tallo. Igualmente se notó una baja tasa de incremento en la masa seca en los primeros 31 d (Tabla 1), seguido de un incremento a partir de este momento. Con respecto a la longitud del tallo (Tabla 2) se empezó a observar un aumento a partir de los 45 d.

Raíz. Hubo una baja tasa de crecimiento de la masa seca en los primeros 31 d (Tabla 1), luego de este momento ocurrió un aumento brusco de la misma. La longitud de la raíz (Tabla 2) presenta la misma tendencia de la masa seca de este órgano.

Tabla 2. Valores promedios de la longitud del tallo, raíz, área foliar y números de hojas en plantas de añil dulce *(Indigofera hirsuta L)*.

Tiempo de cosecha (días)	Long. Ta (cm)	Long.R (cm)	AF (cm^2)	Nº Hojas
10	2.52 ± 0.65^{g}	2.22 ± 0.51^{h}	0.42 ± 0.13^{e}	5.80 ± 0.45^{f}
17	2.76 ± 0.25^{g}	3.22 ± 1.48^{hg}	0.66 ± 0.26^{e}	7.40 ± 1.14^{f}
24	0.30 ± 0.63^{g}	4.76 ± 2.13^{hgf}	0.80 ± 0.29^{e}	8.00 ± 1.00^{f}
31	3.44 ± 0.43^{g}	4.98 ± 1.84^{hgf}	1.10 ± 0.82^{e}	8.80 ± 2.17^{f}
38	5.52 ± 0.75^{fg}	12.30 ± 5.56^{hgfe}	9.54 ± 2.99^{e}	19.20 ± 3.96^{f}
45	5.66 ± 0.42^{fg}	13.92 ± 4.37^{gef}	12.70 ± 1.72^{e}	26.80 ± 6.61^{f}
52	9.24 ± 1.17^{fg}	15.50 ± 3.00^{def}	63.70 ± 24.70^{e}	35.80 ± 10.62f^{e}
59	12.32 ± 0.77^{ef}	18.64 ± 3.07^{de}	121.72 ± 33.63^{e}	54.60 ± 19.27f^{e}
66	14.46 ± 1.77^{ed}	17.60 ± 1.82^{de}	147.22 ± 41.91^{e}	56.40 ± 10.16f^{e}
73	20.80 ± 3.62^{d}	24.94 ± 3.77^{dc}	259.96 ± 76.99^{ed}	103.40 ± 29.96^{e}
80	36.00 ± 6.33^{c}	34.60 ± 9.40^{c}	663.64 ± 191.64^{cd}	210.40 ± 35.53^{d}
87	36.80 ± 1.30^{c}	47.40 ± 5.73^{b}	789.18 ± 235.62^{cb}	300.00 ± 44.15^{c}
94	39.40 ± 5.51^{c}	46.80 ± 6.65^{b}	1244.64 ± 103.21^{b}	545.20 ± 37.90^{b}
101	48.20 ± 5.26^{b}	54.80 ± 8.35^{ba}	2771.16 ± 697.51^{a}	915.40 ± 100.47^{a}
115	90.34 ± 8.41^{a}	60.60 ± 5.41^{a}	11110.98*	.....

DE: Desviación estándar, Long. Ta: Longitud del tallo, Long. R: Longitud de la raíz, AF: Área foliar, Nº hojas: Número de hojas.
*: Estimada.
$^{a, b, c, d, e, f, g, h}$Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas (Tukey, $P < 0.05$)

Conclusiones

La masa seca de cada órgano no mostró incremento significativo hasta a partir de los 94 DDS en adelante. Las plantas se caracterizaron por un crecimiento muy lento en los primeros 31 d, luego a partir de este momento se incrementó dicha velocidad. Eventualmente las plantas presentaron un crecimiento vegetativo exuberante, debido a la frecuencia de riego empleada, lo que produjo un retardo en la aparición de la etapa reproductiva.

Recomendaciones

En estudios sobre la dinámica de crecimiento del añil dulce se recomienda determinar en qué fenofase la frecuencia de riego empleada puede afectar la ocurrencia de un evento fenológico. Se precisa evaluar la aplicación de fertilizantes sintéticos o materia orgánica con la finalidad de acelerar el crecimiento y así reducir el período de establecimiento de esta especie. En caso de utilizarla como forraje en la alimentación animal, se recomienda evaluar la calidad del follaje y la relación hoja:tallo, para determinar el momento óptimo de su utilización.

Literatura Citada

Barraza, F. 2000. Apuntes sobre hortalizas. Impreso universitario. Facultad de Ciencias Agrícolas, Univ. de Córdoba, Montería. 30 p

Clavero, T. 1996. Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. Fundación Polar. Venezuela. 5 pp.

De Gouveia, M y D. Marín. 1999. Una comparación agroecológica de canavalia, *Canavalia ensiformis (L.)* D C., y soya, *Glycine max (L.)* Merr., sometidas a dos frecuencias de riego. I. Fenología y crecimiento. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 16: 227-242.

Díaz, M. C., N. Figueroa, y R. Warnock. 2001. Estudio del crecimiento y desarrollo de la Caraota (*Phaseolus vulgaris L.).* Rev. Fac. Agron. Maracay. 27:55-66.

Ewel, J., A. Madríz, y V. Tossi. 1976. Zonas de vida de Venezuela. MAC. Caracas.

FAO. 1999. *Indigofera hirsuta L.* http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/agp/agpc/doc/pf000045HT Consultado: 23-01-2009.

Fernández, F., P. Gepts, y M. López. 1985. Etapas de desarrollo en la planta de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*). En: López, M., F. Fernández, A. Schoonhoven. (Ed.) Frijol: Investigación y Producción. CIAT. Cali, Colombia. p. 61-78.

Fogg, G. 1967. El crecimiento de las plantas. Editorial Universitaria de Buenos Aires (EUDEBA). 327 pp.

Jarma, A., C. Buitrago y S. Gutiérrez. 1999. Respuesta del crecimiento de la habichuela (*Phaseolus vulgaris L.* var. Blue Lake) a tres niveles de radiación incidente. Rev. Comalfi 26(1-3):62-73.

Jáuregui, D y J. Viera. 1999. Aborción de estructuras reproductivas en *Canavalia ensiformis (L.)* DC. I. botones, flores y frutos. Agron. Tropical. 49:201-218.

Kvet, J., J. Ondok, J. Necas, and P. Jarvis. 1971. Methods of growth analysis. In: Sestak Z., J. Catsky, and P. G. Jarvis (Eds.). Plant Photosynthetic Production. Dr. W. Junk. M. V. Publishers, The Hague; pp. 343-391.

Leen, H. y J. Ollarves. 1995. Análisis de crecimiento y producción de soya *Glycine max L.* Merr en relación del riego aplicado durante la etapa reproductiva. Tesis de Maestría. Univ. Francisco de Miranda. Coro, Venezuela.

Maldonado, H., J. Coelho da Silva, R. Daré, C. Soarez, M. Brandao, e S. Secchin-Scardua. 1995. Produção e composição quimico-bromatologica de *Indigofera sp* em campos de Goytacazes – RJ.

Marín Ch, D. 1989. Análisis de crecimiento en *Canavalia ensiformis (L.)* DC. bajo condiciones de campo. Rev. Fac. Agron. Maracay. 15:1-16

Molero, M., M. Carreño, W. Bryan, and A. Sexstone. 1990. Response of *Alysicarpus vaginalis, Centrosema pubecens* and *Indigofera hirsuta L.* to inoculation in savanna soils of western Venezuela. Rev. UNELLEZ Cienc. Tecnol. 8: 21-33.

Pérez, D. 1988. Potencial productivo y estabilidad del rendimiento en 12 genotipos de *Canavalia spp.* Tesis de Maestría. Univ. Central. Facultad de Agronomía. Maracay, Venezuela. 139 pp.

Peters, W., N. Noguera, y G. Materano. 1986. Estudio detallado de suelos de la Hacienda La Esperanza. Facultad de Agronomía. Univ. del Zulia. Zulia-Venezuela.

Pooter, H. and O. Nagel. 2000. The role of biomass allocation in the growth response of plants to different levels of light, CO_2, nutrients and water: A quantitative review. Aust J. Plant Physiol. 27:1191.

Rich, J., D. Wright, J. Marois, and D. Sprenke. 2003. Selected legumes used as summer cover crops. Universidad de Florida.

Sabiiti, E. 1980. Dry matter production and nutritive value of *Indigofera hirsuta L.* in Uganda. East Afr. Agric. Forestry J. 45:296-303.

Statistical Analysis System (SAS). 2002. Versión 9.0. User's Guide SAS Institute Inc., Cary, N. C.