

## Efecto de la edad y el genotipo sobre el crecimiento del área foliar en el frijol (*Vigna unguiculata* (L) Walp)

Effect of age and genotype on leaf growth in cowpea  
(*Vigna unguiculata* (L) Walp)

Francisber Medina<sup>1</sup>  
William Chang<sup>1</sup>  
José Bracho<sup>1</sup>  
Merylin Marín<sup>2</sup>  
Douglas Esparza<sup>2</sup>

### Resumen

Con el objetivo de estudiar el efecto de la edad y el genotipo sobre el crecimiento del área foliar total por plantas, se estableció un ensayo en la Granja Experimental "Ana María Campos" de la Facultad de Agronomía de LUZ (10°33'LN, 71°43'LO; Temperatura media anual 27,9 °C; Precipitación media 471 mm/año). Se sembraron parcelas de frijol Var. Ojo Negro (ON-C) y cuatro mutantes élites: ON-30(1), ON-30(4), ON-30(5), ON-30(6). De las parcelas se tomó al azar una muestra de catorce plantas por genotipo a intervalos de diez días. Las variables estudiadas fueron: Área Foliar total por plantas (AF) y Número de Hojas (NH) total por plantas. El diseño estadístico correspondió a un diseño totalmente al azar con un arreglo de parcelas divididas en el tiempo. No se encontraron diferencias significativas para el AF entre genotipos pero sí hubo diferencias ( $P < .01$ ) en relación a la edad y para el NH entre genotipos y edad. La interacción genotipo x edad fue altamente significativa en ambas variables ( $P < .01$ ). Los análisis revelaron que ON-30(4) produjo mayor NH que el resto de los genotipos (17,21) y ON-C obtuvo la media más baja (8,42). La tendencia del AF y NH en el tiempo mostró una variación asociada a procesos metabólicos específicos de cada planta. Se concluye que los valores similares de AF en los diferentes genotipos se debe probablemente a un efecto compensatorio del NH.

**Palabras claves:** Crecimiento, área foliar, vigna.

Recibido: 18-01-95 • Aceptado: 17-06-95

1. Escuela de Ingeniería Agronómica - LUZ.

2. Facultad de Agronomía - LUZ. Apartado 15205. Maracaibo, 4005 - Venezuela

## Abstract

With the purpose of studying effects of age and genotype on leaf growth, a test was carried out at the experimental farm "Ana María Campos" of the University of Zulia, College of agriculture (10°33'N; 71°43'W. Mean yearly temperature: 27,9 °C. Mean annual rainfall: 471 mm). Beans of the Black-Eye (ON-C) variety and four elite mutants: ON-30(1), ON-30(4), ON-30(5), ON-30(6) were planted in separate lots. From the lots fourteen plants were sampled at random from each genotype at ten-day intervals. Variables studied were: leaf area (LA) and number of leaves (NL). Statistic design was based on random choice at lots divided in time. No significant differences were found for LA between genotypes but there were differences ( $P < .01$ ) according to age, and for NL according to genotypes and age. Interaction genotype vs age was highly significant for both variables ( $P < .01$ ). Analysis showed that ON-30(4) produced higher NL than the rest of genotypes (17.21) and ON-C had the lowest average (8.42). The trend LA and NL in time showed a variation associated with the specific metabolic processes in each plant. Conclusion is that similar values of AF in the different genotypes is probably due to a compensatory effect of NL.

**Key words:** Growth, leaf area, vigna.

## Introducción

La necesidad de satisfacer los requerimientos alimenticios constituye el fundamento del sector agrícola del país. En la actualidad el consumo de proteína animal ha declinado debido a su alto costo; en consecuencia ha surgido la posibilidad de incrementar las cantidades de proteína de origen vegetal en la dieta humana. En tal sentido, el frijol (*Vigna unguiculata* (L) Walp) del género vigna (Chesney, 1974) y del grupo de leguminosas de grano, posee un alto valor nutritivo en cuanto al contenido de proteína se refiere (Elías *et al.*, 1976).

El frijol es originario de Africa Centro-Occidental. En Venezuela se cultiva en las regiones semi-áridas, en rotación o asociación con cereales ya que posee una comprobada adap-

tabilidad a zonas tropicales bajas con elevadas temperaturas ( $>25$  °C) y pocas precipitaciones (Quintero, 1985).

Aún cuando existe una amplia variabilidad genética en los cultivos locales y se han llevado a cabo investigaciones acerca del potencial genético de la planta orientadas a la obtención de materiales mejorados de la especie Vigna en cuanto a ciertas características como resistencia a enfermedades (Higuera, 1991), resulta indispensable el conocimiento del comportamiento del área fotosintética a través del ciclo de vida; dicho comportamiento puede ser entendido mediante el estudio de su crecimiento y desarrollo los cuales son una combinación de muchos eventos a diferentes niveles que van desde el

biofísico hasta el orgánico y que dan como resultado la producción integral de un organismo (Bidwell, 1979).

El crecimiento es definido como un incremento irreversible en tamaño; la descripción del crecimiento de las plantas o sus órganos reviste gran importancia cuando se trata de conocer la influencia de factores del ambiente (Huxley, 1976; Torres, 1988). Por su parte, el desarrollo consiste en un cambio ordenado hacia un estado superior más ordenado o complejo (Bidwell, 1979). Ambos pueden ser estudiados a través del análisis de crecimiento, el cual se considera un primer paso en el análisis

de la productividad primaria (Marín, 1989).

El presente trabajo tiene como objetivo estudiar el efecto de la edad y el genotipo sobre el crecimiento del área foliar, ya que el uso de este parámetro morfológico es fundamental para la correcta interpretación de los procesos de desarrollo del cultivo (Ascencio, 1975). Además constituye un índice importante en estudios de nutrición y crecimiento vegetal a la vez que determina la acumulación de materia seca, el metabolismo de los carbohidratos y el rendimiento y la calidad de la cosecha (Lovett et al., 1985; Simón y Leal, 1990).

## Materiales y métodos

El ensayo de campo se realizó en la Granja Experimental "Ana María Campos", de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia, Municipio Maracaibo del Estado Zulia, situada en la zona de vida considerada como Bosque Muy Seco Tropical con una temperatura media anual de 27,9 °C y una precipitación media de 471 mm/año (Villalobos y Avila, 1983).

Los suelos del área han sido clasificados según el sistema americano "Soil Taxonomy" como Typic Haplargids con la presencia de un horizonte argílico subsuperficial (Quintero, 1985, cita a Materano et al., 1974).

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación titulado "Multiplicación y Evaluación a nivel comercial de variedades de frijol

(*Vigna unguiculata* (L) Walp) obtenidas por L.U.Z." adscrito al Instituto de Investigaciones Agronómicas (I.I.A.) de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia y co-financiado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) y la Corporación de Desarrollo de la Región Zuliana (CORPOZULIA).

Como material de investigación se utilizaron semillas de frijol (*Vigna unguiculata* (L) Walp), variedad "Ojo Negro" y cuatro mutantes élites de color beige con un círculo negro rodeando el hilum y hábito de crecimiento determinado (Parra, 1989; Higuera, 1991) descritos a continuación: ON-Control, ON-30(1), ON-30(4), ON-30(5), ON-30(6).

El ensayo estuvo constituido de diez parcelas, dos para cada material

con un área efectiva de 2.000 m<sup>2</sup> en un arreglo experimental completamente aleatorizado. Se sembró en Diciembre de 1992 con una densidad de 200.000 plantas por hectárea siendo necesaria una resiembra parcial de los genotipos ON-30(1), ON-30(4) y ON-30(6) cinco días después de la siembra.

El control de malezas se realizó en forma manual con la resiembra hasta los treinta días de edad por ser este el período crítico de competencia con las malezas (García *et al.*, 1973). Se fertilizó 15 días post-siembra con una mezcla fertilizante 12-24-12 a una dosis de 100 Kg/Ha en forma paralela al hilo de siembra, a una distancia aproximada de la planta de 0,10 m y una profundidad de 5 cm.

Se hizo necesaria la aplicación de una dosis de Malathión para contrarrestar el ataque de afidos (*Aphis gossypii*).

Las parcelas se regaron por aspersión con una frecuencia de dos veces/semana hasta los 40 días de edad del cultivo, disminuyendo posteriormente a un riego/semana hasta los 50 días; a partir de este momento se suspendió totalmente para evitar el manchado de la semilla.

La cosecha se llevo a cabo al final del ciclo, con la trilladora cuando el material se hubo secado completamente.

Para evaluar el proceso de crecimiento del área foliar se hicieron observaciones cada 10 días a partir de la emergencia de las plántulas para un total de seis muestreos.

Se extrajeron siete plantas/parcela al azar, evitando tomar aquellas plantas ubicadas en los bordes laterales y bordes de cabeceras, quedando un área efectiva de muestreo de 1.960 m<sup>2</sup>.

Las plantas se llevaron al Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Facultad de Agronomía de LUZ, envueltas en papel absorbente húmedo y colocadas dentro de cavas, para evitar la pérdida de turgencia del tejido vegetal.

Se realizaron los siguientes análisis:

**- Área Foliar Total de la Planta:** Se tomó cada una de las hojas fotosintéticamente activas y se separaron en sus folíolos, a las que se le determinó el área foliar, sumándose posteriormente estos valores para obtener el área foliar total/planta en cm<sup>2</sup>. Se utilizó para la medición un Integrador de Área Foliar, Marca LI-COR, Modelo L-2000.

**- Número de Hojas:** Se determinó considerando el número de hojas fotosintéticamente activas y en estado de senescencia de la planta en cada período de medición.

El análisis estadístico de la información se realizó a través del paquete estadístico "Statistical Analysis System" (S.A.S.), considerando como factores de estudio la edad y el genotipo, y como variables respuestas el área foliar y número de hojas, esta última fue tratada como variable continua mediante la aplicación de una transformación matemática (Raíz cuadrada) que permitió generar una curva de crecimiento.

El diseño estadístico correspondió a un Diseño Totalmente al Azar con un arreglo de Parcelas Divididas en el tiempo.

Por otra parte, los datos del experimento fueron utilizados para seleccionar la función matemática que mejor describiera el comportamiento del área foliar y el número de hojas en el tiempo.

La ecuación matemática utilizada en el ajuste de las curvas de crecimiento fue la exponencial poli-

nómica de segundo grado tomada de Torres (1988), y la cual es descrita a continuación:

$$Y = e^{(\beta_0 + \beta_1x + \beta_2x^2)}$$

Donde:

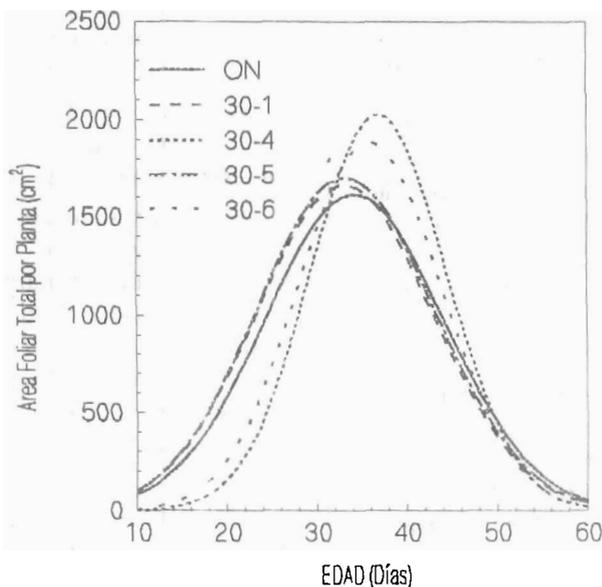
- Y= Área Foliar o el Número de Hojas.
- $\beta$ = Parámetros de la función.
- e= Constante matemática, su valor es 2,71828
- x= Variable independiente (Edad y Genotipo).

### Resultados y discusión

#### Area Foliar.

La figura 1 describe la variación del área foliar total por planta en el frijol ON-Control y los genoti-

pos ON-30(1), ON-30(4), ON-30(5) y ON-30(6). La curva representa la interacción de genotipo x edad la cual fue significativa ( $P < 0.01$ ). Se obser-



**Fig. 1. Variación del Area Foliar Total por Planta en cinco genotipos de frijol (*Vigna unguiculata* L. Walp).**

va que a los 10 días de edad el desarrollo del área foliar es poco, donde el ON-30(4) fue el que obtuvo el menor valor ( $37.80 \text{ cm}^2$ ) y el ON-30(6) superó a todos los genotipos incluyendo al ON-Control ( $57.77 \text{ cm}^2$ ). Posteriormente se aprecia un aumento en el área fotosintética a medida que avanza el tiempo hasta llegar a un máximo, el cual ocurrió a los 30 días para los genotipos ON-30(1) y ON-30(5) ( $1539.47$  y  $1578.99 \text{ cm}^2$ , respectivamente) y a los 40 días para ON-Control, ON-30(4) y ON-30(6) ( $1460.22$ ;  $1950.22$ ;  $1747.64 \text{ cm}^2$ , respectivamente). Luego de esta fase de gran desarrollo de las hojas las plantas experimentaron una caída en los valores de área foliar; esta situación se prolongó hasta los 60 días, no siendo posible cuantificar área fotosintéticamente activa en ninguno de los cinco genotipos estudiados. Cabe destacar que el ON-30(5) mostró mayor área foliar a los 20, 30 y 50 días de edad ( $737.79$ ;  $1578.99$ ; y  $372.87 \text{ cm}^2$ , respectivamente). El ON-30(4) por su parte mostró un marcado desarrollo de la variable en estudio a los 40 días ( $1950.22 \text{ cm}^2$ ). El Cuadro 1 muestra los resultados de los análisis estadísticos para cada una de las variables en estudio.

La variación del área foliar total por planta para los cinco genotipos se manifiesta como un incremento lento del área fotosintética inicialmente, ya que en esta fase no existen muchos centros meristemáticos que contribuyan al crecimiento. Posteriormente el potencial de crecimiento aumenta violentamente, constituyéndose la etapa de rápido desarrollo durante la cual las plantas expre-

saron su máximo potencial. Esto se debe a que en esta fase ocurre una alta actividad metabólica y los procesos anabólicos actúan sobre los catabólicos (Coll *et al.*, 1992). Así mismo, los carbohidratos y otros nutrimentos formados son utilizados en el desarrollo de los órganos vegetativos.

Finalmente, la última etapa del ciclo se caracteriza por una disminución brusca del área foliar donde las plantas mostraron síntomas de deterioro funcional que como consecuencia de la senescencia produce una pérdida del área fotosintéticamente activa. Durante la senescencia disminuye la velocidad de la fotosíntesis, los contenidos de almidón, proteínas y ARN; paralelo a estos cambios se produce un aumento de la respiración que precede a la muerte de la hoja. Este proceso ocurre de manera irreversible y según Coll *et al.*, (1992), varía según la especie.

Además, el envejecimiento y muerte de las hojas coincidió con el inicio del desarrollo de los frutos.

Las curvas de crecimiento de los diferentes genotipos de frijol para todas las variables consideradas han sido representadas mediante la función matemática exponencial polinómica de segundo grado que ajusta la dinámica del comportamiento fisiológico de las plantas en el tiempo (Cuadro 2).

Como ya se mencionó, al principio del ciclo el área foliar desarrollada por planta es poca; esto coincide con lo reportado por Valverde y Sáenz (1985) quienes trabajando en Chayote encontraron que en la fase inicial de crecimiento la energía acu-

**Cuadro 1. Rangos de variación observados, media general, coeficiente de variación y coeficiente de determinación del área foliar total por planta y número de hojas totales por planta.**

Variable	Valor		Media	CV (%)	R2
	Max.	Min.			
Area foliar (cm <sup>2</sup> )	2608.56	31.39	660.17	30.61	0.93
Número de hojas	44.00	1.00	11.11	12.51	0.90

**Cuadro 2. Función matemática utilizada y coeficientes de determinación obtenidos para cada una de las variables en los cinco genotipos bajo estudio.**

Variable	Genotipo	Función	R2
Area foliar total por planta	ON-Control	$e^{(1.4307245 + 0.3487696 * X - 0.005106 * X^2)}$	0.979
	ON-30(1)	$e^{(1.6926441 + 0.3460993 * X - 0.3460993 * X - 0.005231 * X^2)}$	0.994
	ON-30(4)	$e^{(-4.480639 + 0.6558169 * X - 0.008891 * X^2)}$	0.938
	ON-30(5)	$e^{(1.7488663 + 0.3428657 * X - 0.005164 * X^2)}$	0.996
	ON-30(6)	$e^{(-2.572184 + 0.563503 * X - 0.007848 * X^2)}$	0.969
Número de hojas totales por planta	ON-Control	$e^{(-0.569635 + 0.1974893 * X - 0.002934 * X^2)}$	0.986
	ON-30(1)	$e^{(-0.039548 + 0.1668926 * X - 0.002484 * X^2)}$	0.938
	ON-30(4)	$e^{(-0.392414 + 0.1839012 * X - 0.002245 * X^2)}$	0.886
	ON-30(5)	$e^{(0.2085145 + 0.1451541 * X - 0.002027 * X^2)}$	0.929
	ON-30(6)	$e^{(-0.468336 + 0.1808821 * X - 0.002452 * X^2)}$	0.994

mulada en la semilla debe emplearse para el desarrollo de un área foliar que permita a las plantas auto abastecerse.

Las curvas de crecimiento observadas han sido descritas por Carr y Skene (1977) como de tipo diáuxico, es decir, que comprenden dos fases con una alta tasa de crecimiento separadas por una fase lenta o de retardo caracterizada por un creci-

miento exponencial en las fases de gran desarrollo.

Así mismo, el análisis de los datos mostró que el genotipo ON-30(4) alcanzó el más alto valor de área foliar lo que según Ascencio y Sgambatti (1975) se explicaría como una consecuencia de una mayor producción de hojas. Las observaciones de campo indicaron que solo de cero a diez días se manifestaron las hojas

con mayor espesor debido a que este período correspondió al primer muestreo en donde el área foliar total por planta incluye solo las dos hojas cotiledonarias que generalmente son más gruesas que las siguientes hojas compuestas (Ascencio y Fargas, 1972).

El Cuadro 3, muestra que no hubo diferencias significativas del área foliar entre los genotipos bajo estudio aún cuando el ON-30(5) obtuvo el valor más alto ( $685,12 \text{ cm}^2$ ) y el genotipo con la media más baja de desarrollo del área foliar correspondió al ON-30(6) ( $642,54 \text{ cm}^2$ ). Estos resultados se le atribuyen probablemente a un efecto compensatorio del número de hojas para la cual sí se observaron diferencias altamente significativas ( $P < .01$ ).

Las diferencias del área foliar en cada una de las edades se aprecia en el cuadro 4, en el cual se observa que el valor más alto corresponde a los 40 días; a partir de esta edad disminuyeron los valores debido probablemente al inicio de la etapa de fructificación (Ascencio y Fargas, 1972; Ascencio y Sgambatti, 1975; Valverde y Sáenz, 1985).

### Número de Hojas.

La Figura 2 muestra la curva de crecimiento de los cinco genotipos que describen la variación del número de hojas en el tiempo. A los 10 días no se detectaron diferencias entre las medias obtenidas para los genotipos estudiados; posterior a esta fase de crecimiento lento se produjo un incremento acelerado de la variable en estudio hasta los 40 días, etapa en la cual las plantas exhibieron

su mayor potencial, siendo el ON-30(4) el que obtuvo los valores más altos (33,43). Finalmente, todos los genotipos sufrieron un descenso que se prolongó hasta el final del ciclo cuando las hojas manifestaron síntomas de deterioro funcional donde la media más baja correspondió al ON-Control (1,71).

No obstante, excepto a los diez días, el ON-30(4) superó al resto de los genotipos a través de todo el ciclo de vida del cultivo. El ON-control mostró la menor tasa de producción de hojas en todas las fechas de observación excepto a los 10 y 40 días.

Al presentar la variable en función del tiempo, se obtuvo una curva de crecimiento que involucra tres etapas: Inicialmente, los procesos que se dan dentro de la planta son lentos y no existen muchos centros meristemáticos. A medida que en la planta joven aumenta el área foliar también lo hace el potencial de desarrollo entrando así en la zona de crecimiento rápido durante la cual los procesos metabólicos se suceden a una mayor velocidad y los carbohidratos obtenidos son destinados a la formación de hojas y otros órganos vegetativos. La última etapa del ciclo por lo general irreversible es la llamada senescencia, en la cual las hojas formadas sufren una degeneración estructural y funcional y donde la actividad fotosintética disminuye considerablemente.

Por otra parte, se dan procesos degradativos en mayor cuantía que los biosintéticos y aumenta la respiración. Así mismo, con la ausencia de clorofila y de fotosíntesis, se desen-

**Cuadro 3. Efecto del genotipo sobre la variación del área foliar total por planta y el número de hojas totales por planta en el frijol.**

Genotipos	Area foliar total por planta (cm <sup>2</sup> )	Número de hojas totales por planta
ON-Control	654.56 <sup>a</sup>	8.42 <sup>c</sup>
ON-30(1)	665.50 <sup>a</sup>	9.21 <sup>c</sup>
ON-30(4)	669.08 <sup>a</sup>	17.21 <sup>a</sup>
ON-30(5)	685.12 <sup>a</sup>	10.34 <sup>b</sup>
ON-30(6)	642.54 <sup>a</sup>	10.91 <sup>b</sup>

Medias con letras distintas, muestran diferencias significativas (P<.01)

**Cuadro 4. Efecto de la edad sobre la variación del área foliar total por planta y número de hojas totales por planta en el frijol.**

Edad (Días)	Area foliar total por planta (cm <sup>2</sup> )	Número de hojas totales por planta
10	50.35 <sup>e</sup>	3.51 <sup>f</sup>
20	625.84 <sup>c</sup>	9.54 <sup>d</sup>
30	1403.60 <sup>b</sup>	16.76 <sup>b</sup>
40	1574.05 <sup>a</sup>	18.91 <sup>a</sup>
50	327.40 <sup>d</sup>	10.84 <sup>c</sup>
60	0.00 <sup>f</sup>	6.87 <sup>e</sup>

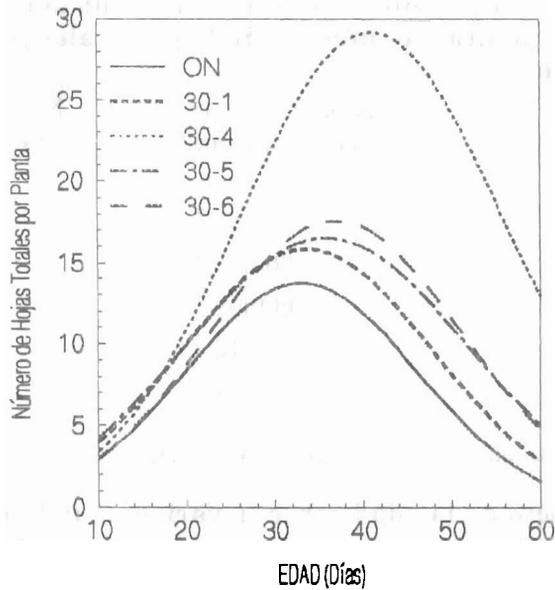
Medias con letras distintas, muestran diferencias significativas (P<.01)

mascaran los colores amarillo y naranja en la hoja. Paralelo a estos cambios y antes de la caída de las hojas la mayoría de los compuestos aprovechables pasan a otras estructuras de la planta (Coll et al., 1992).

Ascencio y Sgambatti (1975), señalan que en *Phaseolus vulgaris* L., los valores bajos que se observan al final del ciclo son una consecuencia de la muerte de las hojas y de la

no producción de nuevas hojas compensadoras de esta pérdida.

En investigaciones llevadas a cabo en el mismo cultivo (Quintero, 1985), estas revelaron que las tasas de producción de hojas sobre los períodos de observación estudiados fueron diferentes, lo que coincide con los resultados obtenidos en este estudio y que se observan en el cuadro 3. El reporte muestra que el descenso de la producción de hojas en la



**Fig. 2. Variación del Número de Hojas Total por Planta en cinco genotipos de frijol (*Vigna unguiculata* L. Walp).**

última fase del ciclo se debe a que ocurre un proceso intenso de elongación y alargamiento de tallos y no de hojas.

Las diferencias observadas entre los genotipos en relación a la variable en estudio (Cuadro 2) puede explicar probablemente los resultados obtenidos en el área foliar, ya que plantas con menos cantidad de hojas

poseen tamaño de lámina foliar mayor y viceversa. Además, cada genotipo posee una arquitectura y un patrón de desarrollo específico.

Lo anteriormente descrito coincide con Quintero (1985), quien concluyó que el número de hojas constituye una característica de gran importancia en la diferenciación de los genotipos estudiados.

### Conclusiones y recomendaciones

No se encontraron diferencias significativas para el área foliar entre genotipos, pero si hubo diferencias ( $P < .01$ ) de dicha variable en relación a la edad.

El efecto de la edad y el genotipo sobre el número de hojas fue altamente significativa ( $P < .01$ ).

La interacción genotipo x edad tuvo un efecto significativo sobre ambas variables ( $P < .01$ )

El ON-Control resulto ser el cultivar con los valores mas bajos de área foliar y número de hojas.

El genotipo que demostró mayor eficiencia en relación al rendimiento del área foliar fue el ON-30(4), lo que se ha atribuido a una mayor producción de hojas.

## Agradecimiento

Los autores desean expresar su reconocimiento a los Profesores Atilio Higuera Moros, Belkis Bracho y Alonso Del Villar, y a los Ingenieros

Agrónomos Luis Sandoval y Raoul Taylhardat por su valiosa ayuda durante el desarrollo de este trabajo.

## Literatura citada

1. Ascencio, J., y J.E. Fargas. 1973. Análisis del crecimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.; Variedad "Turrialba-4") cultivado en solución nutritiva. Turrialba. 23(4): 420-428.
2. Ascencio, J. 1975. Determinación del área foliar en plantas de Caraota (*Phaseolus vulgaris* L.), Yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y Batata (*Iponoea batatas* (L) Poir) utilizando dimensiones lineales y peso seco de las hojas. Turrialba. 35(1): 55-64.
3. Ascencio, J., y L. Sgambatti. 1975. Análisis del crecimiento en tres cultivares de Caraotas venezolanas (*Phaseolus vulgaris* L.; CV. "Coche", CV. "Cubagua", CV. "Tacarigua") en condiciones de campo. Rev. Fac. Agron. (UCV). 2: 125-147.
4. Azael, A. 1976. Numerical characterization of the development of the bean plant (*Phaseolus Vulgaris* L.) Department of Agriculture. Haiti. Turrialba. 26(2): 209-210.
5. Bidwell, R.G.S. 1979. Fisiología vegetal. Interpretación del crecimiento y desarrollo. 409-418.
6. Coll, D.J., N. Rodrigo, S. Garcia, y R. Sanchez. 1992. Fisiología Vegetal. Sexta Edición. pp. 341-612.
7. Carr, D.J., and K.G.M. Skene. 1977. Diauxic growth curves of seeds with reference to french beans (*Phaseolus Vulgaris* L.). Resúmenes analíticos sobre el frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.) CIAT. Vol. 1, pp. 1
8. Chesney, H.A.D. 1974. Performance of cowpeas CV. "Black eye" in Guyana as affected by Phosphorus and Potassium. Turrialba. 24(2): 193-199.
9. Elías, L.G., F.R. Cristales, R. Bessani, y H. Mirana. 1976. Composición química y valor nutritivo de algunas leguminosas de grano. Turrialba. 26(4): 375-380.
10. Higuera, A. 1991. Métodos de inoculación para la detección de germoplasma de frijol resistente a pudrición carbonosa del tallo (*Macrophomina phaseolina* Tassi (Goid)). Rev. Fac. Agron. (LUZ). 8: 73-85.
11. Huxley, P.A., and J. Sommerfield. 1976. Leaf area manipulation with vegetative cowpea plants (*Vigna unguiculata* (L) Walp). Department of agriculture and Horticulture. J. Exp. Botany. 27(101): 1223-1232.
12. Lovett, D.J., D.L. Lovett, and G.W. Eaton. 1983. Sequential yield component analysis and model of growth in bush bean (*Phaseolus Vulgaris* L.). Am. J. Botany. 70(7): 1063-1070.
13. Marín, D. 1989. Análisis de crecimiento en *Cannavalia ensiformis* (L) bajo condiciones de campo. Rev. Fac. Agron. (UCV). 15(1-2): 1-16.
14. Parra, A. 1989. Comportamiento de poblaciones mejoradas de maíz (*Zea mays* L.), en asociación con mutantes de frijol (*Vigna unguiculata* (L) Walp) y frijol chino (*Vigna radiata* L. Wilczek). Rev. Fac. Agron. (LUZ). 7(3): 136-143.

15. Quintero F, C.F. 1985. Estudio comparativo del desarrollo vegetativo del frijol (*Vigna unguiculata* (L) Walp) y frijol chino (*Vigna radiata* (L) Wilczek) del material original y dos de sus mutantes. Maracaibo. Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. Trabajo de ascenso. pp. 46
16. Simón, M., y A.T. De leal. 1990. Determinación del área foliar en cinco clones de Ocumo (*Xanthosoma sagittifolium* (L) O. Schott). Rev. Fac. Agron. (UCV). 16(2): 147-158.
17. Torres, W. 1988. Ajuste de curvas de crecimiento de plantas de papa (*Solcnum tuberosum* L) por medio de diferentes funciones matemáticas. Cultivos Tropicales. 10(2): 74-81.
18. Valverde, E., y M.V. Sáenz. 1985. Análisis de crecimiento del Chayote (*Secnium edule* SW). Turrialba. 35(4): 395-4)2.
19. Villalobos, F.R., y R. Avila. 1981. Efecto de la población y distribución espacial de las plantas sobre el rendimiento del Frijol Orinoco (*Vigna unguiculata* (L) Walp). Rev. Fac. Agron. (LUZ). 6(2): 659-673.