

DINAMICA DE CRECIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)

I. ANALISIS DE CRECIMIENTO POR PERIODOS FIJOS.

Growth dynamics of two bean varieties (*Phaseolus vulgaris* L.).

I. Growth analysis by fixed periods.

GUSTAVO MALDONADO ¹, GERMÁN CORCHUELO ²

RESUMEN

La fase de crecimiento vegetativo de la planta de frijol (*P. vulgaris*, L.) comprende una serie de etapas sin las cuales no ocurriría la formación de frutos y en la cual el aumento de materia seca depende del comportamiento fisiológico y del hábito de crecimiento. El presente estudio evaluó el proceso de crecimiento conjuntamente con estos factores, con el propósito de establecer la diferencia en comportamiento y la relación entre el hábito y los índices de crecimiento en las variedades de frijol "ICA-Cerinza" de hábito de crecimiento determinado e "ICA-Tundama" de hábito de crecimiento indeterminado. Las variedades fueron sembradas en parcelas de 40,5 m² y en hileras a 0,50 x 0,12 m. en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, en las cuales se tomaron muestras de tres plantas cada siete días, a partir de los 15 y hasta los 78 días después de emergencia. Se evaluó el peso total, el peso seco de los tallos, el peso seco de las hojas y el área foliar. A partir de éstos, se calcularon la tasa relativa de crecimiento (TRC), la tasa de asimilación neta (TAN), la relación de área foliar (RAF), la relación de peso foliar (RPF) y el área foliar específica (AFE). En las evaluaciones realizadas a los 15, 71 y 78 días, el análisis de crecimiento por el método clásico, sólo, permitió determinar diferencias en materia seca total, de tallos, de hojas y en área foliar. Resultados similares se hallaron al analizar los índices. La TRC fue ligeramente más alta en la variedad Cerinza que en la variedad Tundama, sin embargo, los valores por evaluación no fueron significativamente diferentes entre las dos variedades, a excepción de los obtenidos a los 78 D.D.E.. La TAN tuvo un

comportamiento similar a la TRC y estas dos variables se correlacionaron positiva y significativamente. La RAF mostró una tendencia decreciente de tipo lineal en la variedad Cerinza, mientras que en la variedad Tundama fue de tipo cuadrático, con valores altos en las primeras y últimas evaluaciones. La RAF indicó una mayor inversión de materia seca para la formación de tejido asimilatorio en la variedad Tundama, aunque los valores de la relación no difieren estadísticamente de los encontrados en la variedad Cerinza. El AFE de las dos variedades presentó valores similares hasta los 64 D.D.E., sin embargo, el área foliar fue mayor en la variedad de hábito indeterminado, indicando que ésta variedad produjo hojas más delgadas. El análisis de crecimiento empleando periodos fijos no permitió detectar diferencias entre las dos variedades. Al parecer Cerinza y Tundama se comportan fisiológicamente de manera similar durante la fase vegetativa, independientemente del hábito de crecimiento.

Palabras Claves: Crecimiento; Índice de crecimiento; asimilación neta, área foliar, peso foliar.

SUMMARY

In the vegetative phase of growth in bean (*Phaseolus vulgaris* L.), the dry matter gain depends on the physiological behavior and growth habit of the bean plant. The Growth process in relation to growth type were evaluated in the present study. The purpose of the study was to establish growth type and growth index relations in ICA-Cerinza (growth type I) and ICA-Tundama (growth type II) which are both bush bean varieties. The plants were sown in 40.5 m² plots, in rows spaced 0.5 m. and 0.12 m. between plants in a randomized completely block design with 4 replications; samples of 3 plants per plot were taken 7 days each starting 15 to 78 days after emergence. Total dry weight (TDW) Stem dry weight (SDW), leaf dry weight (LDW) and total leaf area (TLA) were

¹Ingeniero Agrónomo. Instituto Colombiano Agropecuario. A. Aéreo 151123, El Dorado, Santafé de Bogotá, D.C.

²Profesor. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. A. aéreo 14490, Santafé de Bogotá, D.C.

determined. Relative growth rate (RGR), net assimilation rate (NAR), leaf area ratio (LAR), leaf weight ratio (LWR), and specific leaf area (SLA), were determined by the classical approach. Significant differences in TDW, SDW, LDW, and TLA between varieties were detected in the 15 and 78 days evaluations. Similar results were obtained for RGR, NAR, LAR, LWR, and SLA. The mean RGR was 0.0455 g. g⁻¹ .day⁻¹ in Cerinza and 0.0437 g.g⁻¹ .day⁻¹ in Tundama but these were not statistically different. NAR and RGR had similar trends and were positive and significantly correlated. LAR decreased linearly in Cerinza, but it was quadratic in Tundama with the highest values in the initial and the last evaluations. The LWR shows that Tundama variety translocated more dry matter to assimilatory tissue formation. SLA was similar for the two varieties, but it was higher in the indeterminate (type II), showing that Tundama had more tiny leaves. Growth analysis utilizing fixed time periods did not allow to detect differences between varieties. Apparently, these were similar in physiological behavior during the vegetative phase independently of growth type.

INTRODUCCION

En Colombia, más del 90% de la producción de frijol proviene de la zona andina y cerca del 10% se origina en valles interandinos y en la región Caribe. En cuanto a variedades, se estima que las de tipo voluble participan con dos tercios de la producción y las de tipo arbustivo contribuyen con el tercio restante. (Ruiz et. al. 1978).

La información sobre superficie cultivada y rendimientos prácticamente no han variado en los últimos cinco años, periodo en el cual se han mantenido alrededor de 132.000 ha. y 730 Kg. por Ha. respectivamente. Para 1991, el área se incrementó en 14,2% respecto al año 1985, sin embargo, los rendimientos solo aumentaron en 7,6%. (Luna y Jansen, 1990; Ministerio de Agricultura, 1991).

Los incrementos en producción de frijol en el país han sido logrados a partir de la selección de variedades; no obstante el estudio del proceso de crecimiento, durante el cual ocurren eventos, como la formación de raíces, tallos y hojas, sin los cuales no ocurriría la formación de frutos, han recibido poca atención. Con base en lo anterior, se planteó la necesidad de evaluar la dinámica de formación de la estructura vegetativa de la planta, considerando que la acumulación de peso seco y su distribución afectan el comportamiento y respuesta agronómica de las variedades de frijol.

El crecimiento de una planta consiste tanto de incremento en número (división celular), como de incremento en tamaño (elongación) y, a su vez, el proceso de diferenciación y especialización se considera parte del crecimiento. (Gardner, 1985).

El crecimiento puede ser medido de muchas formas, sin embargo, se hace énfasis en los procesos que afectan la acumulación de peso seco. (Hunt, 1978). En frijol, la acumulación de materia seca es consecuencia directa del balance entre la fotosíntesis, la respiración y las pérdidas debidas a senescencia y abscisión. (White e Izquierdo, 1985).

El crecimiento del cultivo de frijol puede ser descrito a partir de la recopilación de datos de peso seco y área foliar y del cálculo de los índices de crecimiento, los cuales permiten inferir acerca de los procesos individuales que ocurren en la planta. (Fernández et. al. 1985).

Entre los índices, la tasa absoluta de crecimiento en frijoles arbustivos puede ser ligeramente inferior a la presentada en frijoles trepadores y varía levemente antes de floración, pero presenta fluctuaciones fuertes luego de ésta. (Ascencio y Sgambatti, 1975). Por el contrario, la tasa relativa de crecimiento permanece estable hasta la edad de 41 a 48 días y, luego, decrece, aunque pueden presentarse elevaciones bruscas durante el periodo de máximo crecimiento de los frutos. (Ascencio y Fargas, 1973).

La tasa relativa de crecimiento tiende a reducirse con la ontogenia de la planta y con la edad y, por esto, declina al igual que la relación de área foliar, la cual presenta una tendencia lineal con los valores más bajos hacia el final del ciclo del cultivo, cuando no hay producción de nuevas hojas, no obstante, la relación de área foliar puede aumentar con la reducción de los niveles de luz, lo cual podría indicar cambios en la relación de peso foliar. (Fernández et. al. 1982).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el proceso de formación de la estructura vegetativa de la planta y generar y analizar los índices de crecimiento en relación con el hábito de crecimiento en variedades arbustivas de frijol.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en condiciones de campo durante el último trimestre de 1992, en la granja "Marengo" de la Universidad Nacional de Colombia, localizada en el municipio de Mosquera, Cundinamarca, a una altura de 2640 m.s.n.m., con

una temperatura media de 14° C. y una precipitación pluvial promedio de 660 mm. Se utilizó semilla de las variedades de frijol arbustivo ICA Cerinza, de habito de crecimiento determinado e ICA Tundama, de habito de crecimiento indeterminado, las cuales fueron sembradas en parcelas de 40,5 m² en surcos distanciados a 0,50 m. y a 0,12 m. entre plantas, lo cual equivale a una densidad de 166.000 plantas por Ha.

Antes de la siembra se tomo una muestra de suelo que fue analizada siguiendo las técnicas de determinación propuestas por Lora (1978). El suelo presentó textura franco limosa, moderada acidéz (pH 5,2), alto contenido de B (0,62 ppm), Fe (293 ppm), Cu (2,0 ppm), Mn (26,8 ppm) y moderado contenido de P (100 ppm), K (1,22 meq./100 g.), Mg (4,81 meq./100 g.) y Zn (40,9 ppm). El terreno fue preparado mediante dos pases de rastra y un pase de rotavator, se surcó y sembró en forma manual, aplicando al mismo tiempo una fertilización equivalente a 50 Kg. de N, 50 Kg. de P₂O₅ y 50 Kg de K₂O por Ha. en forma de bandas y utilizando como fuente el fertilizante compuesto triple quince.

Se empleó el diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y submuestreo. Se tomaron muestras de tres plantas por unidad experimental, de las cuales las variedades correspondieron a los tratamientos y cada planta muestreada, a las submuestras.

Se realizaron evaluaciones cada siete dias a partir de los 15 y hasta los 78 dias después de emergencia, para lo cual se tomaron plantas representativas en cada unidad experimental, que se mantenian en condiciones de competencia completa, cortando a nivel del suelo.

En cada uno de los muestreos, las plantas se disectaron en tallos, ramas y láminas foliares y, sólo, se consideraron los órganos adheridos a la planta y, con ellos, se determinaron mediante secado en una estufa de circulación forzada de aire a 60° C., el peso seco total, el peso seco de los tallos y el peso seco de la lamina foliar en gramos y el area foliar total por planta en cm², empleando un integrador de area foliar LICOR 3100.

Mediante el empleo del método clásico, basado en las fórmulas para los valores promedios propuestas por Hunt (1978), Sivakumar y Shaw (1978) y Radford (1967) y, a partir de los datos de peso seco y área foliar se calcularon el indice de área foliar (IAF), la tasa relativa de crecimiento (TRC), la tasa de asimila-

ción neta (TAN), la relación de area foliar (RAF), la relación de peso foliar (RPF) y el área foliar específica (AFE).

RESULTADOS Y DISCUSION.

Acumulación de materia seca.

La producción de materia seca total y de las fracciones correspondientes a tallos y hojas presentó una tendencia creciente a través del tiempo y, en general, alcanzó valores similares para las dos variedades, aunque, en Tundama, fueron más bajos que en Cerinza, como se ilustra en la Figura 1.

En las evaluaciones realizadas a los 15 y 78 días después de emergencia (D.D.E.), el análisis de varianza indicó diferencias significativas en el peso seco total y el peso seco de los tallos, mientras que, en la evaluación a los 15 D.D.E., el peso seco de las hojas, solo, presentó diferencia entre variedades.

El análisis de regresión del peso seco total (PST) y el peso seco de los tallos (Pst) en función del tiempo mostró que estas variables siguieron una tendencia de tipo cuadrático, en tanto que, para el peso seco de las hojas (Psh), fue de tipo lineal. Los modelos encontrados para cada variedad fueron:

$$\text{Cerinza: PST} = 3,56 - 0,29 t + 0,006 t^2 \quad R^2=0,98$$

$$\text{Pst} = 506,40 - 37,7 t + 0,85 t^2 \quad R^2=0,98$$

$$\text{Psh} = - 0,57 + 0,048 t \quad R^2=0,99$$

$$\text{Tundama: PST} = 2,08 - 0,19 t + 0,005 t^2 \quad R^2=0,99$$

$$\text{Pst} = 592,70 - 45,7 t + 1,006 t^2 \quad R^2=0,99$$

$$\text{Psh} = -0,60 + 0,051 t \quad R^2=0,99$$

Posiblemente, las diferencias en materia seca en la etapa inicial se originen en la cantidad de reservas disponibles en la semilla para su germinación y el crecimiento inicial de la plántula. La evaluación del peso de 100 semillas, efectuada previamente a la siembra, permitió determinar un peso de 50 g. en la variedad Cerinza y 40,6 g. en la variedad Tundama.

En soya, se reporta correlación positiva altamente significativa entre el tamaño de semilla y el potencial de rendimiento (Fehr y Probst, 1971). No obstante, aunque cultivares de soya con mayor tamaño de semilla tienden a presentar mayor rendimiento, se

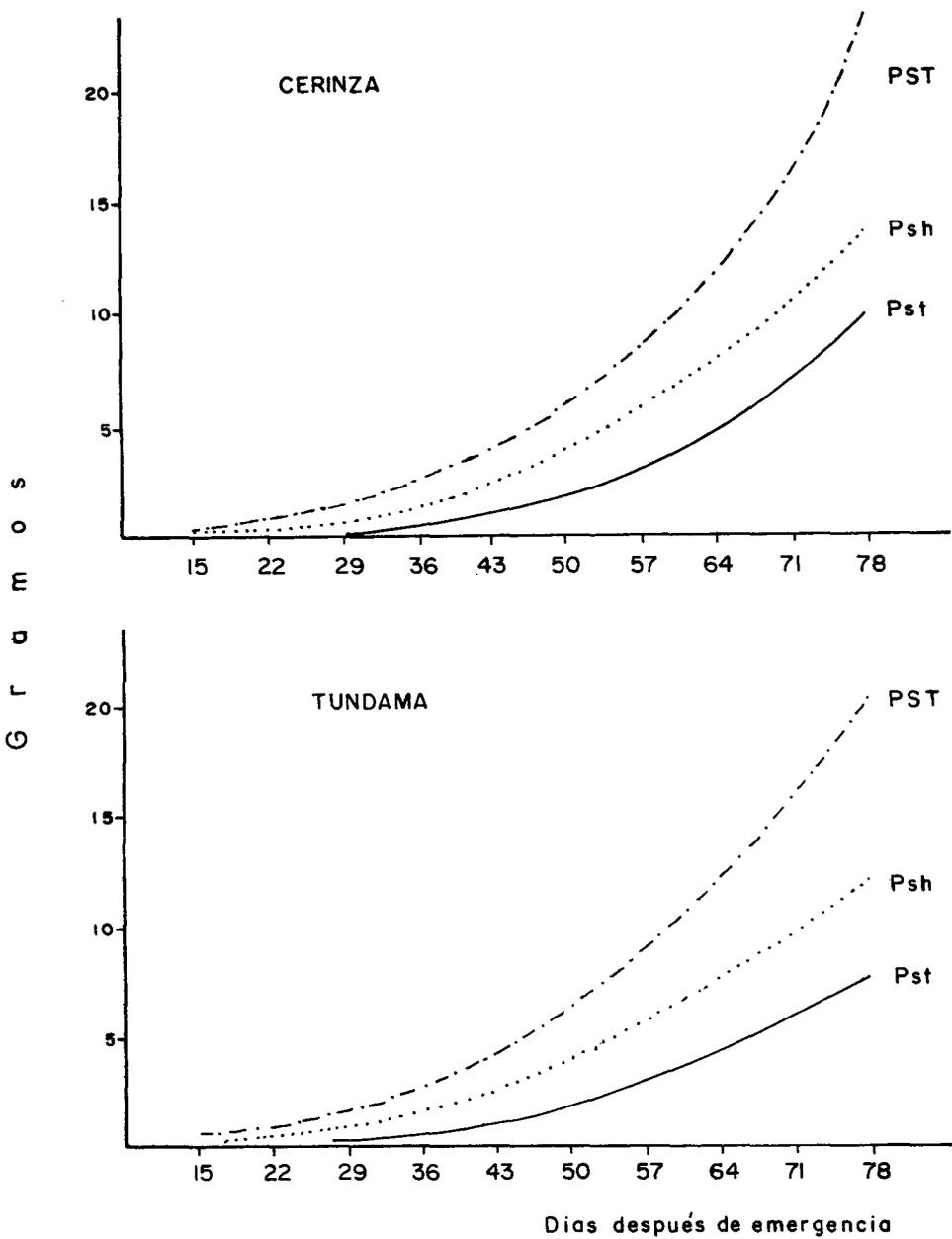


Figura 1. Peso seco total (PST), peso seco de las hojas (Psh) y peso seco de los tallos (Pst) de *P. vulgaris* L. bajo condiciones de campo. Marengo. 1992 B

requiere evaluar la etapa de crecimiento en relación con el área fotosintética de los cotiledones y las hojas primarias. (Burris et. al. 1973).

En cuanto a materia seca en tejidos foliares y caulinares, la variedad Cerinza invirtió mayor cantidad de

materia seca en la producción de tallos, 38 % del peso total, comparado con 36 % en Tundama, en la última evaluación. La diferencia puede ser debida a la acumulación transitoria de fotoasimilados en los tallos que son destinados a las vainas en formación, aunque también, puede ser un atributo de la variedad.

La similitud en la cantidad de materia seca destinada a la formación de tejido foliar en las dos variedades parece mostrar que la diferencia, en términos de producción total, sería ocasionada por la variación en el peso de los tallos.

El grado de correlación de la materia seca total, tanto con la asignada a la fracción foliar ($R=0,99$), como con la correspondiente a la fracción caulinar ($R=0,98$), fue positivo y estadísticamente significativo.

En términos de la relación fuente demanda, podría decirse que los tallos y las hojas presentaron tamaños similares en las dos variedades.

Area foliar e índice de area foliar (IAF).

En las evaluaciones iniciales, el área foliar total fue mayor en la variedad Cerinza en las evaluaciones iniciales y, luego, presentó valores crecientes, pero similares, para las dos variedades hasta las evaluaciones realizadas a los 57 y 64 D.D.E. y, a partir de esta edad, la variedad Tundama presentó valores de área foliar más altos. (Cuadro 1).

A partir del análisis de regresión del área foliar total y del índice de área foliar en función del tiempo, se pudo establecer que estas variables siguieron una tendencia de tipo cuadrático en las dos variedades. Los modelos hallados fueron:

Cerinza:

$$AFT = 3,12 + 0,079 t + 0,00022 t^2 \quad R^2=0,98$$

$$IAF = 0,84 - 0,062 t + 0,00014 t^2 \quad R^2=0,98$$

Tundama:

$$AFT = 2,80 + 0,091 t + 0,00030 t^2 \quad R^2=0,99$$

$$IAF = 0,98 - 0,076 t + 0,00016 t^2 \quad R^2=0,99$$

El análisis de varianza indicó que las diferencias observadas en área foliar, sólo, fueron estadísticamente significativas en las evaluaciones realizadas a los 15, 71 y 78 D.D.E. El IAF presentó la misma tendencia y variación a través del tiempo, aunque, sólo, fue significativamente diferente en las evaluaciones realizadas a los 15 y 78 días.

De otra parte, la tasa de expansión foliar, aunque fue ligeramente mayor en la variedad Tundama ($0,063 \text{ cm} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$) no fue significativamente diferente de la encontrada en la variedad Cerinza, ($0,058 \text{ cm}^2 \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$). Esto significa que el ritmo de aumento del área foliar en las dos variedades fue el mismo.

La diferencia inicial corresponde a la diferencia en el área foliar de las hojas primarias y puede ser debida a la forma en que la planta emplea las sustancias de reserva presentes en la semilla, las cuales se asignan al crecimiento y expansión de dichas hojas. La diferencia que se presenta en las últimas evaluaciones puede estar relacionada con el hábito de crecimiento; el mayor número de nudos, de ramas y de hojas en la variedad Tundama puede ser el resultado de una mayor eficiencia en el empleo de la materia seca destinada a la formación de tejido asimilatorio, puesto que no se presentaron diferencias en el peso seco del área foliar entre las dos variedades.

Tasa relativa de crecimiento (TRC).

La TRC promedia determinada a partir del análisis de regresión del logaritmo natural del peso seco total en función del tiempo, fue mayor en la variedad Cerinza ($0,0455 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$) y significativamente diferente de la TRC para la variedad Tundama ($0,0437 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$). Sin embargo, las TRC para el peso seco de tallos y hojas fueron similares en las dos variedades, es decir, que la actividad de estos órganos como demandas fue de igual magnitud.

Los valores de la TRC en las diferentes evaluaciones fueron, también, similares, presentándose valores bajos al principio (15 a 29 D.D.E.), valores mayores en los periodos intermedios (30-57 D.D.E.) y nuevamente, valores bajos en las últimas evaluaciones (Cuadro 2).

Cuadro 1. VALOR PROMEDIO PARA EL AREA FOLIAR TOTAL (AFT) cm^2 Y EL INDICE DE AREA FOLIAR (IAF) DE *P. vulgaris* L. c.v. CERINZA Y c.v. TUNDAMA.

VARIEDAD EDAD (días)	CERINZA		TUNDAMA	
	AFT	IAF	AFT	IAF
15	77,99	0,129	63,15	0,105
22	118,09	0,196	111,19	0,186
29	172,52	2,287	166,73	0,277
36	309,87	0,516	336,82	0,561
43	449,77	0,749	468,99	0,781
50	706,81	1,178	712,12	1,186
57	1153,45	1,922	1202,47	2,004
64	1727,47	2,879	1897,89	3,163
71	1876,76	3,127	2362,32	3,937
78	2924,69	4,874	3183,73	5,306

Cada valor proviene de 12 observaciones.

En la evaluación correspondiente al lapso entre 71 y 78 D.D.E., a partir del análisis de varianza, sólo, se determinaron diferencias significativas en la TRC de las dos variedades. Al parecer, durante la fase vegetativa, las dos variedades presentan el mismo ritmo de acumulación de peso seco. Es necesario anotar que los valores encontrados presentaron gran variabilidad, tanto entre plantas (submuestras), como entre promedios, lo cual condujo, también, a obtener coeficientes de variación altos.

Aunque la TRC permite comparar la velocidad de crecimiento de las dos variedades, ésta no indica el origen o posible causa del comportamiento observado y, entonces, se hace necesario analizar la TRC en términos de sus componentes: La tasa de asimilación neta y la relación de área foliar (Hunt, 1978).

Tasa de asimilación neta (TAN).

Esta tasa constituye una medida de la actividad fotosintética neta de la planta. En este caso, la TAN presentó una tendencia similar a la descrita para la TRC, con valores bajos en las primeras y últimas evaluaciones y los valores más altos hacia la mitad de la fase vegetativa, 30 a 50 D.D.E. (cuadro 2).

De acuerdo con el análisis de varianza, sólo, se presentó diferencia significativa entre las dos variedades en la evaluación correspondiente a los 78 D.D.E.

De manera similar a lo encontrado en la TRC, se presentó alta variabilidad en los datos, lo cual, al

Cuadro 2. VALOR PROMEDIO PARA LA TASA DE ASIMILACION NETA (TAN) $g \cdot cm^{-2} \cdot dia^{-1}$, Y LA TASA RELATIVA DE CRECIMIENTO (TRC) $g \cdot g^{-1} \cdot dia^{-1}$ DE *P. vulgaris* L. c.v. CERINZA Y c.v. TUNDAMA.

VARIEDAD PERIODO (días)	CERINZA		TUNDAMA	
	TAN	TRC	TAN	TRC
15 - 22	4,064 E-4	0,02659	5,509 E-4	0,03226
23 - 29	2,401 E-4	0,01666	4,190 E-4	0,03101
30 - 36	7,243 E-4	0,07284	6,460 E-4	0,06142
37 - 46	6,987 E-4	0,06562	5,424 E-4	0,05514
44 - 50	4,831 E-4	0,04796	4,099 E-4	0,04412
51 - 57	5,256 E-4	0,05641	5,072 E-4	0,05974
58 - 64	3,388 E-4	0,04008	3,597 E-4	0,04808
65 - 71	1,939 E-4	0,02363	1,930 E-4	0,02784
72 - 78	5,069 E-4	0,06003	2,246 E-4	0,03363
Promedio	4,595 E-4	0,0455	4,280 E-4	0,0437

Los valores por periodo provienen del promedio de 12 observaciones.

emplear el análisis de regresión, no permitió establecer un modelo para el comportamiento observado. De otra parte, el análisis de correlación permitió establecer un alto grado de dependencia entre la TRC y la TAN ($R=0,96$ en Cerinza y $R=0,89$ en Tundama), lo cual permite inferir que las diferencias encontradas en TRC y en acumulación de materia seca, particularmente en el último periodo de evaluación, se originan en diferencias en TAN.

Relación de área foliar (RAF).

La proporción de área foliar por cada unidad de peso seco total presentó valores altos en las primeras evaluaciones, luego, disminuyó durante el lapso comprendido entre 50 y 70 días y tendió a aumentar en las últimas evaluaciones.

La disminución observada fue más acentuada en la variedad Cerinza, la cual presentó promedios de RAF inferiores a los de la variedad Tundama y su tendencia a aumentar en las evaluaciones finales fue muy leve. Los valores promedio de la RAF se ajustaron a una tendencia lineal decreciente en la variedad Cerinza, mientras que, en la variedad Tundama, la tendencia fue de tipo cuadrático como se ilustra en la Figura 2.

De acuerdo con este comportamiento, en la variedad de hábito determinado, la TRC dependería más de la RAF, es decir, de la limitación para producir nuevas hojas, mientras que, en la variedad de hábito de crecimiento indeterminado, sería más afectada por la actividad del tejido asimilatorio.

Relación de peso foliar (RPF).

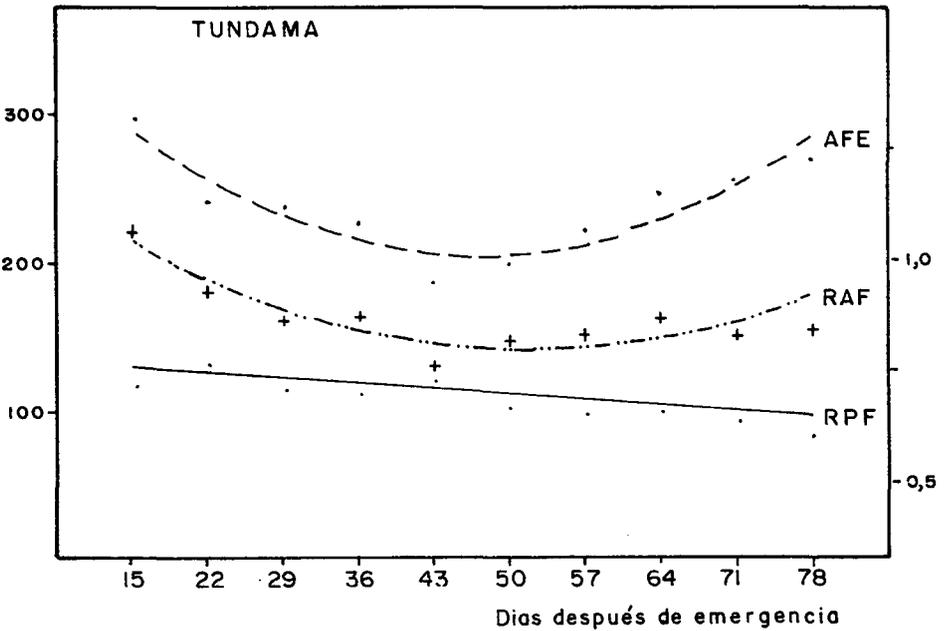
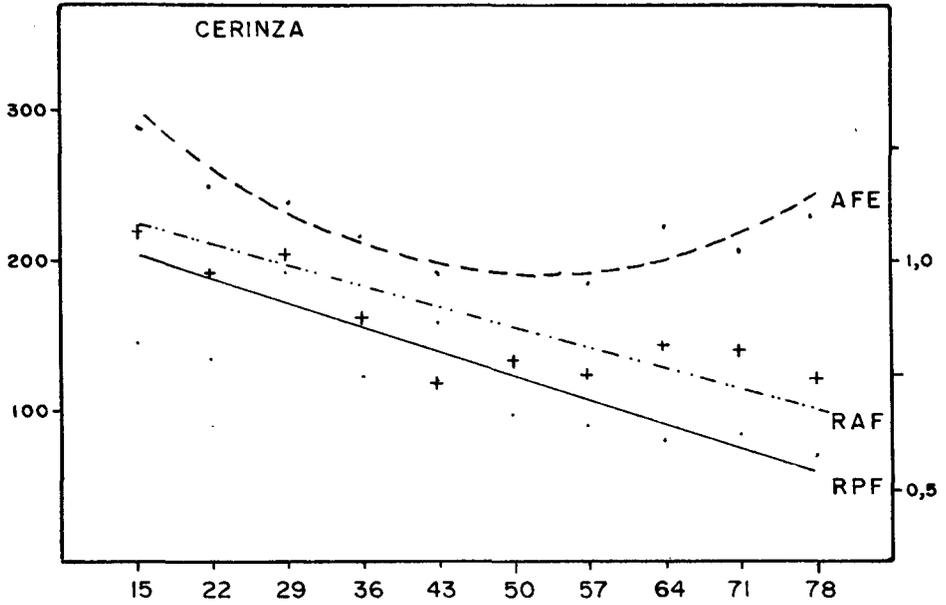
En las evaluaciones iniciales, la RPF presentó un comportamiento decreciente, con valores similares para las dos variedades. A partir de los 43 y hasta los 78 días, los valores fueron mayores en la variedad Tundama y difieren significativamente de los presentados por la variedad Cerinza (Figura 2).

De acuerdo con el análisis de regresión, aunque, para las dos variedades, la tendencia fue lineal, la disminución en la RPF es más drástica en la variedad de hábito de crecimiento determinado y podría ser considerada como la causa de la tendencia observada en la RAF para dicha variedad.

Area foliar específica (AFE).

Durante el lapso comprendido entre los 15 y 64

R A F - A F E $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$



R P F $\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$

Figura 2. Relación de área foliar (RAF), relación de peso foliar específica (AFE) de *P. vulgaris* L. bajo condiciones de campo. Marengo, 1992B.

D.D.E., la relación entre el área foliar y el peso seco del área foliar presento valores similares en las dos variedades y, a partir de esta edad, la variedad Tundama alcanzo valores de AFE más altos y significativamente diferentes a los presentados por la variedad Cerinza. Este comportamiento se ilustra en la Figura 2. (Página anterior)

El aumento en el área foliar específica en la variedad de habito de crecimiento determinado puede ser ocasionado por la reducción en el peso de las hojas debido a la traslocación de fotoasimilados y remoción de elementos constituyentes del tejido foliar hacia estructuras reproductivas en formación.

En la variedad de habito de crecimiento indeterminado, se presentan, al mismo tiempo, la fase vegetativa y la fase reproductiva, es decir, que puede ocurrir traslocación de fotoasimilados hacia las vainas al tiempo con la formación de nuevas hojas, sin embargo, éstas serían más delgadas, pues no se presenta aumento en el peso seco del area foliar.

CONCLUSIONES

El análisis de crecimiento empleando períodos de muestreo regulares indicó que las variedades ICA-Cerinza e ICA - Tundama presentan un comportamiento fisiológico similar durante la fase vegetativa, pues las diferencias en acumulación de materia seca y en los valores de los índices, sólo, fueron significativamente diferentes en las últimas evaluaciones.

Aunque la tendencia y los valores de los índices, fueron similares, en la variedad Cerinza, la RPF parece determinar la expresión de la TRC al afectar la relación de área foliar, mientras que, en la variedad Tundama el AFE (grosor de la hoja) determinó la expresión de la TRC.

LITERATURA CITADA

1. Ascencio J. y J.E. Fargas. Análisis de Crecimiento del Frijol (*P. vulgaris* L. var Turrialba 4) Cultivado en solución nutritiva. Turrialba. 23 (4): 420-428. 1973.
2. Ascencio J. y L. Sgambatti. Análisis de Crecimiento en Tres cultivares de caraotas Venezolanas en Condiciones de campo. *Agronomía Tropical*. XXV (2): 125-147. 1975.
3. Burris, J.; O.T. Edge and A.H. Wahab. Effect of seed size on seedling performance in soybeans: II Seedling growth and photosynthesis and field performance. *Crop Science*. 13: 137-144. 1973.
4. Fehr W.R. and A.H. Probst. Effect of seed source on soybean strain performance for two successive generations *Crop Science*. 11: 865-867. 1971.
5. Fernandes N.; M.A. Oliva; J.G. de Freitas ; E. Melges; y N. Macedo. Análise de crescimento e conversao de energia solar em feijoeiro (*P. vulgaris* L.) submetido a tres niveis de densidade do fluxo radiante. *Ceres*. 29: (166) 586-606. 1982.
6. Fernández F.; M. López; A.V. Schoonhoven. Frijol: Investigación y Producción. CIAT-PNUD 417 p.1985.
7. Gardner F.P.; R.B. Pearce and R.L. Mitchel. *Physiology of crop plants*. Iowa State University Press. Ames, Iowa. 187-209. 1985.
8. Hunt, R. *Plant growth analysis*. Edward Arnold London. 67 p. 1978.
9. Lora S.R. El análisis de suelo y su interpretación. En: suelos y su fertilidad. (comp.) Instituto Colombiano Agropecuario. p. 237-267. 1978.
10. Luna C.A.; W. Jansen. El comercio internacional y la producción de frijol en Colombia. *Coyuntura Agropecuaria*. 7 (1): 107-137. 1990.
11. Ministerio de Agricultura. Informe estadístico del Sector Agropecuario. Colombia. N. 9, 1991. julio 1992.
12. Radford P.J. Growth analysis formulae, their use and abuse *Crop Science* 7: 171-174. 1967.
13. Ruiz, N.; P.P. Andersen; J.H. Sanders y M.A. Infante.. Factores que limitan la productividad del frijol en Colombia. (Boletín S-065B-2). Cali, CIAT. 44 p. 1978.
14. Sivakumar M.V.R. and R.H. Shaw. Methods of Growth analysis in field grown soya beans (*Glicine max* (L) Merrill). *Annals of Botany*. 42: 213-322. 1978.
15. White J.W. y J. Izquierdo. Frijol: Fisiología del potencial de rendimiento y tolerancia al estrés. FAO; Red de cooperación técnica en producción de cultivos alimenticios. Santiago de Chile, p.19-49. 1985.