

Análisis del crecimiento de las variedades de soya Cristalina y DPA-2 [*Glycine max* (L) Merr.] en condiciones de campo

Gerardo Santeliz * Eglee Paez de Mujica*

Resumen

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental "Miguel Angel Luna Lugo" de la Escuela de Agronomía de la UCLA, Estado Lara, Venezuela, con el objeto de evaluar los componentes fisiológicos IAN, ICR, ICRF y morfológicos RAF, RPF y AFE a las variedades de soya Cristalina y DPA-2. Se observó un incremento del área foliar y el peso seco total, en ambas variedades, desde los 20 a los 80 días de edad de la planta. Los valores del IAN, ICR, ICRF RAF y RPF, disminuyeron a partir de los 40 días de edad, mientras que el AFE mantuvo valores constantes hasta los 80 días, iniciándose luego una disminución. La variedad DPA-2 presentó un promedio de 34,23 vainas por planta, mientras que en la Cristalina se obtuvo un promedio de 23,53. El peso de 100 semillas fué de 16,96 gramos en la DPA-2 y de 14,71 en la Cristalina. La variedad DPA-2 tuvo un rendimiento de 3.646 Kg/ha y la Cristalina de 2.388 Kg/ha.

Abstract

This study was carried out at the Experimental Station "Miguel Angel Luna Lugo" of the School of Agronomy of UCLA, Lara State, Venezuela, to evaluate the parameters of growth NAR, RGR, LRGR, LAR, LWR and SLA of two soybean varieties. An increase in both, leaf area and total dry weight from emergency to 80 days of the age of the plants, was observed. Values of NAR, RGR, LRGR, LAR and LWR decreased from the flowering stage (40 days after planting) to the end of the growth cycle, while specific leaf area (SLA) remained steadily until 80 days and then, dropped. DPA-2 showed a high number of pods per plant (34.23) than Cristalina had (23.53). Also, DPA-2 had a weight of 100 seeds of 16.96 grams and Cristalina 14.91 grams. Yield of DPA-2 was higher (3,646 Kg/ha) than Cristalina (2,388 Kg/ha)

Introducción

La soya [*Glycine max* (L) M]. es una de las leguminosa más cultivada en el mundo debido a su alto contenido proteico y a su contenido en aceite. En Venezuela no se le ha dado la importancia que se merece. Sin embargo, su uso se incrementa cada año para la elaboración de alimentos balanceados tanto para el consumo humano como animal, invirtiéndose seis mil millones de bolívares en importaciones para cubrir la demanda nacional. Por lo anteriormente expuesto, se hace necesario profundizar la investigación sobre este cultivo con el objeto de

determinar sus características potenciales de crecimiento y productividad. El objetivo de este trabajo fue el de estudiar el comportamiento de dos cultivares de soya, a través del análisis del crecimiento.

Revisión de literatura

Las técnicas usadas para cuantificar los componentes del crecimiento son conocidas, en forma general, como "Análisis del crecimiento". Tales procedimientos representan la primera etapa en el análisis de la producción primaria y constituye la forma más práctica de evaluar la producción fotosintética neta (Iwaki *et al*, 1966). Durante los últimos veinte años ha

* Profesor Titular. Escuela de Agronomía UCLA

sido considerable la actividad de investigación desarrollada en torno a la aplicación del análisis del crecimiento al cultivo de la soya, y en este sentido vale la pena mencionar los realizados con el objeto de evaluar las diferencias en el crecimiento de las plantas ocasionado por las variaciones en la densidad de siembra y en la fertilización (Buttery, 1969), determinación del crecimiento del follaje en estratos verticales de la planta (Koller, 1971), comparación de diferentes métodos del cálculo del crecimiento (Buttery y Buzzel, 1972; Sinkumar y Shaw, 1978), evaluación de diferencias en el crecimiento de cultivares (Blad y Baker, 1972; Buttery y Buzzel, 1974; Kaplan y Keller, 1977), así como también la evaluación de isolíneas de soya que difieren en la densidad de pubescencia (Clawson *et al*, 1986).

En todas las investigaciones subyace el deseo de lograr cultivares con altos rendimientos, de allí que se haya estimulado el interés por los factores fisiológicos que contribuyen con el rendimiento final, a objeto de estudiar la posibilidad de usar estos factores como indicadores del proceso de selección.

Intentos iniciales para conseguir diferencias entre especies en términos del IAN (Índice de asimilación neta) fueron infructuosos (Health y Gregory, 1938). Luego Watson en 1952, concluyó que existían diferencias entre e intra especies en cuanto a este índice. Trabajos más recientes realizados por Buttery y Buzzel (1972), reportan diferencias no solo en el IAN sino en otros parámetros tales como el ICR (Índice del crecimiento relativo), ICRF (Índice del crecimiento relativo del área foliar), RAF (Razón del área foliar), PEH (Peso específico de la hoja), T/R (Relación vástago/raíces), etc.

Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en la

Estación Experimental "Miguel Angel Luna Lugo" de la Escuela de Agronomía de la UCLA, ubicada en Tarabana, Distrito Palavecino, Estado Lara, Venezuela.

Como material de investigación se utilizaron las variedades de soya Cristalina y DPA-2. El diseño experimental fue el de bloques completamente al azar con 13 repeticiones. Cada parcela experimental consistió de 5 hilos con una separación entre ellos de 0,50 metros. Las semillas se plantaron el 04-11-89 a una distancia entre ellas de 0,05 m, obteniéndose 20 plantas por metro lineal. Aproximadamente una semana después comenzó la germinación y para el 16-11-89 se les aplicó un abonamiento de 400 kg/ha de la fórmula 12-24-12.

Para evaluar el crecimiento de las plantas se seleccionaron cada 20 días, 3 plantas al azar de cada parcela y se calcularon los siguientes índices:

1. Componentes fisiológicos del crecimiento.
 - a. Índice del crecimiento relativo (ICR)
 - b. Índice del crecimiento relativo del área foliar (ICRF)
 - c. Índice de asimilación neta (IAN)
2. Componentes morfológicos del crecimiento.
 - a. Razón del área foliar (RAF)
 - b. Razón del peso foliar (RPF)
 - c. Área foliar específica (AFE)

Se realizaron en total 5 muestreos durante todo el ciclo del cultivo. Al final se tomaron de la hileras centrales 50 plantas al azar y se calculó el número de vainas por planta, peso de 100 semillas y el rendimiento. Durante el desarrollo del cultivo se realizaron las prácticas agronómicas de rutina como son el desmalezado, riego, control de plagas y

enfermedades, etc.

Resultados y discusión

1. Área foliar.

Los resultados obtenidos en relación al área foliar se presentan en la figura 1. En ambas variedades se observa un crecimiento sostenido desde los 20 a los 80 días de edad de la planta, sin embargo, la variedad DPA-2 presentó un área foliar mayor que la Cristalina, en todas las

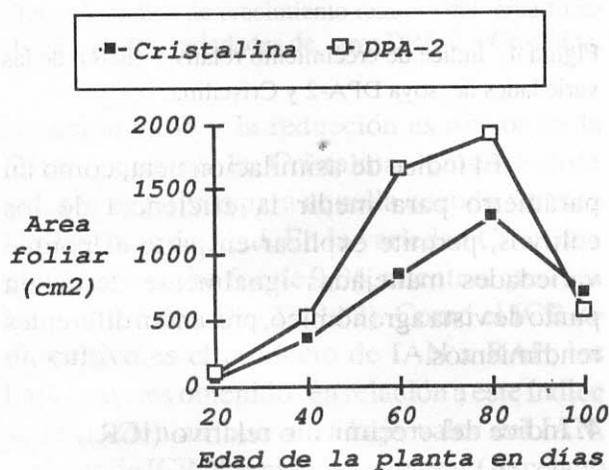


Figura 1. Área Foliar en cm² de las variedades de soya DPA-2 y Cristalina.

edades. Este incremento se mantuvo a pesar de la formación de las vainas, pues a los 40 días de edad la Cristalina tenía un promedio de 17 vainas por planta, mientras que la DPA-2 presentaba 23. A partir de los 80 días de edad de la planta se produce una reducción del área foliar, en ambas variedades, la cual podría ser atribuida al desarrollo y llenado de las vainas. A partir de esa edad los fotosintatos producidos se movilizan preferentemente a las vainas. El área foliar promedio de la variedad Cristalina fue de 651 y de la DPA-2 de 944 cm² (Tabla 2).

2. Peso seco total.

El peso seco total de la planta se presenta en la figura 2.

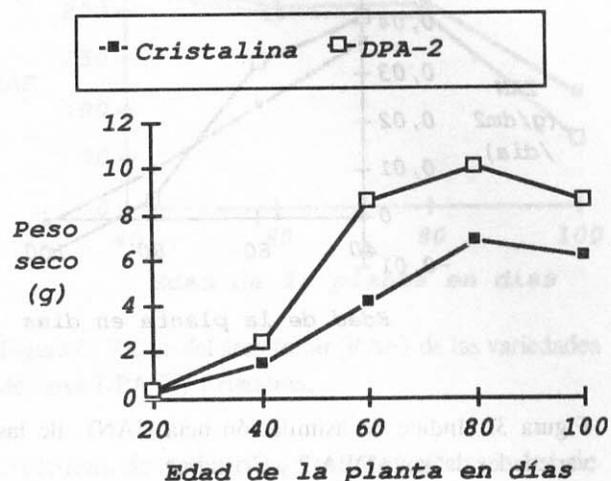


Figura 2. Peso seco en g. de las variedades de soya DPA-2 y Cristalina.

Al igual que en el parámetro anterior, se observa un incremento del peso seco total de la planta en ambas variedades, desde los 20 hasta los 80 días de edad de la planta. A partir de allí se produce un descenso en ambas variedades. El peso seco describe una cinética parecida a la reportada en los trabajos de Buttery (1969) y Sivikumar y Shaw (1978) al trabajar con el mismo cultivo. El peso seco promedio total de la variedad Cristalina fue de 3,69 g/planta y el de la DPA-2 de 5,92 (Tabla 2).

3. Índice de asimilación neta

El índice de asimilación neta (IAN), cantidad de gramos de materia seca producida por decímetro cuadrado por día, se presenta en la figura 3. En relación a este índice no se observaron diferencias entre los cultivares estudiados, mientras que Buttery y Buzzel (1972) si las obtuvieron.

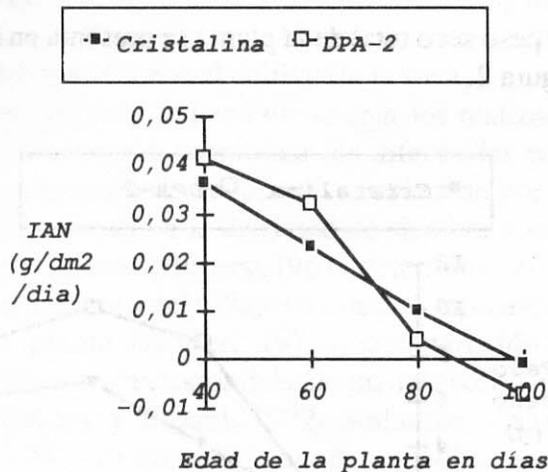


Figura 3. Índice de asimilación neta (IAN) de las variedades de soya DPA-2 y Crystalina.

Este parámetro sigue el mismo comportamiento que en otras leguminosas como la caraota (Santeliz, 1988) y que los reportados por Buttery (1969) trabajando en soya, es decir, un alto valor al inicio de su desarrollo y una disminución a medida que la planta envejece. Ambas variedades siguen esa tendencia, sin embargo, hasta los 70 días de edad aproximadamente, la variedad Crystalina muestra una reducción más marcada que la DPA-2, situación que se invierte después de los 70 días. La disminución de la eficiencia fotosintética, en ambas variedades, podría deberse a problemas de autosombreamiento y a fallas en los suministros de riego. Koller *et al* (1976) reportan un incremento del IAN en las fases tardías del cultivo, el cual es interpretado como una respuesta del aparato fotosintético al incremento en la demanda de asimilados, debido al rápido crecimiento de las semillas. El coeficiente de correlación entre el IAN y el área foliar, para la variedad crystalina, fue de -0,512, mientras que para la DPA-2 fue de -0,081 (Tablas 3 y 4).

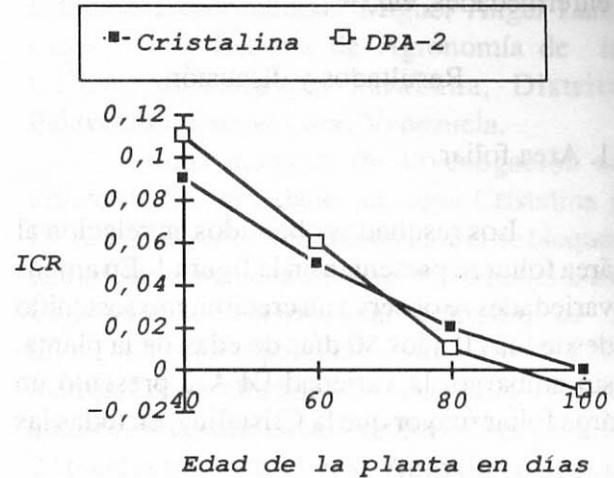


Figura 4. Índice de crecimiento relativo (ICR) de las variedades de soya DPA-2 y Crystalina.

El índice de asimilación neta, como un parámetro para medir la eficiencia de los cultivos, permite explicar en parte el porque variedades manejadas igualmente desde un punto de vista agronómico, presentan diferentes rendimientos.

4. Índice del crecimiento relativo (ICR)

El índice del crecimiento relativo (ICR) se presenta en la figura 4. No se observan diferencias entre las variedades, lo que concuerda con los resultados reportados por Buttery y Buzzel (1972). Los valores más altos se obtuvieron a los 40 días de edad de la planta.

A partir de esa edad, y hasta los 70 días aproximadamente, se observa una disminución de este valor en ambas variedades, lo cual coincide con lo reportado por Clawson *et al* (1986) al trabajar con variedades de soya con diferentes densidades de pubescencia. La disminución en los valores observados en relación a este parámetro, es más acentuada en la variedad Crystalina. A partir de esa edad, la

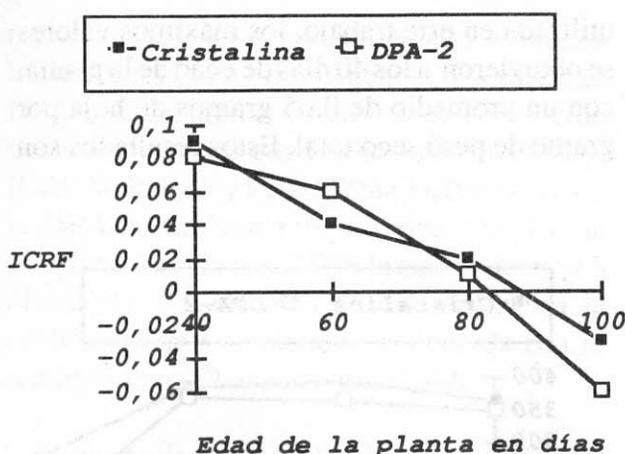


Figura 5 Índice de crecimiento relativo del área foliar (ICRF) de las variedades de soya DPA-2 y Cristalina.

situación varía y la reducción es mayor en la DPA-2 que en la Cristalina, observándose valores negativos para aquella cuando alcanza los 100 días de edad. En la variedad Cristalina el ICR promedio fué de 0,04, mientras que el de la DPA-2 fué de 0,05 (Tabla 2). Como el ICR de un cultivo es el producto de IAN x RAF, los bajos valores obtenidos en relación a este índice se le pueden atribuir a un bajo valor del IAN. Valores de ICR obtenidos en caraotas (Ascencio y Farga, 1973) promedian 0,69 g/g/semana.

5. Índice del crecimiento del área foliar (ICRF)

El índice del crecimiento del área foliar se presenta en la figura 5. El aumento de la superficie foliar por centímetro cuadrado de hoja presentó su máximo valor, para ambas variedades, a los 40 días de edad de la planta. A partir de ese momento y hasta aproximadamente los 90 días de edad, se observa una reducción más o menos similar en ambas variedades, tomando valores negativos o un decrecimiento a partir de esa edad. Clawson *et al* (1986) tampoco observó diferencias en el comportamiento de este parámetro al evaluar

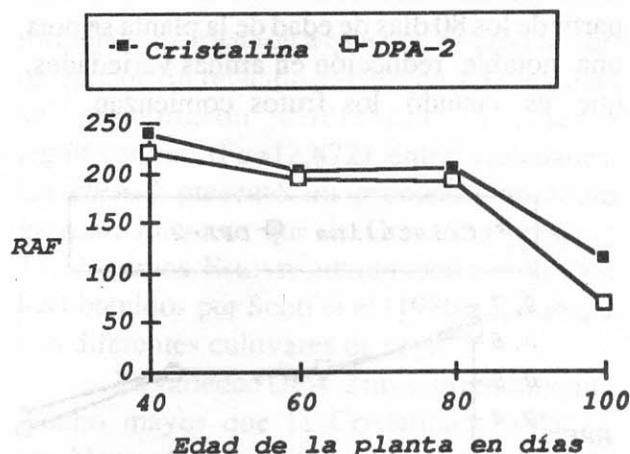


Figura 6. Razón del área foliar (RAF) de las variedades de soya DPA-2 y Cristalina.

isolineas de soya de diferentes densidades de pubescencia. Este decrecimiento corresponde a la época del desarrollo y llenado de los frutos, por lo que los fotosintatos producidos se utilizan con ese fin y no para la producción de nuevas hojas.

El ICRF promedio para la variedad Cristalina fué de 0,91, mientras que en DPA-2 fue de 1,05. Esta variable muestra, en ambas variedades, una alta correlación positiva entre ella y los parámetros ICR, RPF, RAF y AFE (Tablas 3 y 4).

6. Razón del área foliar (RAF).

La razón del área foliar que representa la superficie total de la planta sobre su peso seco total, se presenta en la figura 6. Como se observa en la figura la superficie fotosintetizante expresada en centímetros cuadrados por unidad de peso seco total disminuye con la edad en ambas variedades. Este comportamiento es similar al observado en variedades de soya de diferentes densidades de pubescencia (Clawson, *et al* 1986). Entre los 60 y los 80 días se mantiene constante con un RAF promedio de 200, pero a

partir de los 80 días de edad de la planta se nota una notable reducción en ambas variedades, que es cuando los frutos comienzan

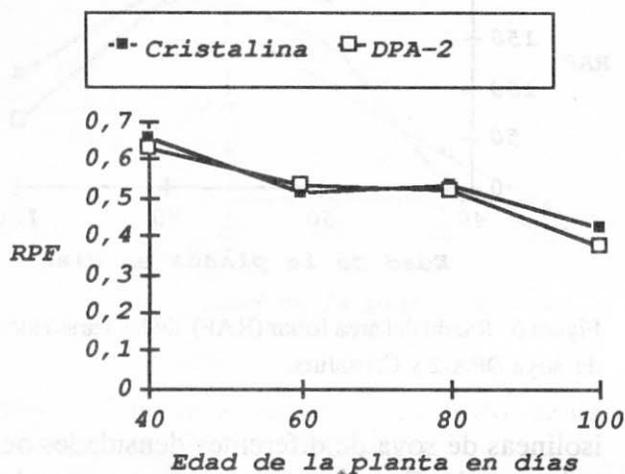


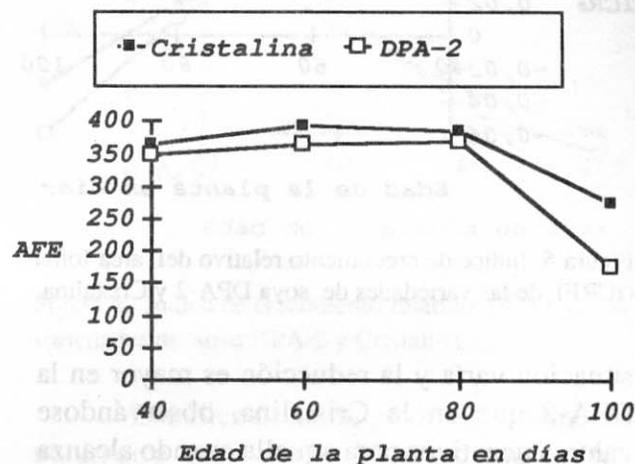
Figura 7. Razón del peso foliar (RAF) de las variedades de soya DPA-2 y Crystalina.

a desarrollarse y constituyen casi todo el aumento en peso seco y no hay producción de nuevas hojas. La RAF promedio para la variedad Crystalina fue de 204 cm² hojas/g totales, mientras que en la DPA-2 fué de 380, lo que indica que la DPA-2 tenía una proporción mayor de área fotosintetizante en relación al peso seco total de la planta, que la variedad Crystalina. Diferencias varietales en cuanto a RAF han sido reportadas también por Buttery y Buzzell (1972).

7. Razón de peso foliar (RPF).

La razón de peso foliar que representa el peso del área foliar expresado en gramos en relación al peso total de la planta, se representa en la figura 7. La variación de este parámetro es el producto de la distribución diferencial de fosintatos hacia la producción de hojas o de otros órganos de la planta. En el caso de la soya

utilizada en este trabajo, los máximos valores se obtuvieron a los 40 días de edad de la planta, con un promedio de 0,65 gramos de hoja por gramo de peso seco total. Estos resultados son



similares a los reportados por Clawson *et al*, (1986). A partir de esa edad, se produce una reducción en ambas variedades hasta alcanzar un valor de aproximadamente de 0,56 gramos de hoja por gramo de peso seco total; este valor se mantiene hasta los 80 días, para luego decaer hasta los 100 días de edad de la planta. Los valores promedios de la RPF para la Crystalina y la DPA-2 fueron de 0,53. Este parámetro sigue la misma tendencia que la RAF.

8. Área foliar específica (AFE).

El área foliar específica que relaciona la superficie foliar de la planta sobre el peso total de la misma, se representa en la figura 8. Como se observa esta relación mantiene valores más o menos iguales, en ambas variedades, desde los 40 hasta los 80 días de edad de la planta. A partir de ese momento, y hasta los 100 días, se

Tabla 2.. Valores de los índices utilizados para el estudio del crecimiento de la variedades de soya Cristalina y DPA-2, a diferentes períodos de crecimiento.

<u>Variedad Cristalina</u>									
Período	PST	PSH	AF	IAN	ICR	ICRF	RPF	RAF	AFE
0-20	0,25	0,13	65,31	-	-	-	-	-	-
20-40	1,51	0,99	361,99	0,0364	0,09	0,09	0,66	239,53	365,34
40-60	4,17	2,13	842,26	0,0234	0,05	0,04	0,51	201,98	395,43
60-80	6,31	3,35	1294,34	0,0102	0,02	0,02	0,53	205,13	386,37
80-100	6,12	2,54	692,30	-0,0009	0,00	-0,03	0,42	113,12	272,56
Promedio	3,60	1,83	651,22	0,014	0,017	0,045	0,053	189,94	354,92

<u>Variedad DPA-2</u>									
Período	PST	PSH	AF	IAN	ICR	ICRF	RPF	RAF	AFE
0-20	0,26	0,16	98,99	-	-	-	-	-	-
20-40	2,36	1,48	517,33	0,0415	0,11	0,08	0,63	219,21	349,55
40-60	8,54	4,52	1644,17	0,0317	0,06	0,06	0,53	192,53	363,75
60-80	10,01	5,18	1907,06	0,0041	0,01	0,01	0,52	190,52	368,16
80-100	8,43	3,11	553,04	-0,0072	-0,01	-0,06	0,37	65,60	177,8
Promedio	5,92	2,84	944,11	0,021	0,051	0,05	0,51	166,96	314,82

Tabla 3. Matriz de correlación entre diferentes índices de crecimiento calculados para la variedad de soya Cristalina.

	IAN	ICRF	ICR	AF	RPF	RAF	AFE
IAN	1	-	-	-	-	-	-
ICRF	0,983	1	-	-	-	-	-
ICR	0,993	0,968	1	-	-	-	-
AF	-0,512	-0,378	-0,595	1	-	-	-
RPF	0,910	0,951	0,920	-0,399	1	-	-
RAF	0,884	0,952	0,846	-0,084	0,913	1	-
AFE	0,631	0,715	0,542	0,331	0,573	0,858	1

Tabla 4. Matriz de correlación entre diferentes índices de crecimiento calculados para la variedad de soya DPA-2.

	IAN	ICRF	ICR	AF	RPF	RAF	AFE
IAN	1	-	-	-	-	-	-
ICRF	0,967	1	-	-	-	-	-
ICR	0,964	0,981	1	-	-	-	-
AF	-0,081	0,128	-0,949	1	-	-	-
RPF	0,883	0,955	0,904	0,106	1	-	-
RAF	0,807	0,930	0,895	0,383	0,959	1	-
AFE	0,666	0,831	-0,965	0,623	0,843	0,961	1

Conclusiones

De los resultados obtenidos en este experimento y bajo las condiciones en que se realizó, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. Un incremento del área foliar, en ambas variedades, causó una disminución del IAN, ICR, ICRF, RAF y RPF.
2. Los máximos valores de los componentes fisiológicos IAN, ICR e ICRF y de los componentes morfológicos RAF, RPF y AFE se obtuvieron, en ambas variedades, a los 40 días de edad de la planta que es cuando se inicia la formación de las vainas.
3. La variedad DPA-2 presentó hasta los 70 días de edad de la planta, valores más altos del IAN, ICR e ICRF, lo que podría explicar en parte, su mayor rendimiento.

Literatura citada

1. Ascensio, J y J.E. Fargas. 1973. Análisis del crecimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Var Turrialba-4) cultivado en soluciones nutritivas. Turrialba. 23. (4), 420-428.
2. Blad, B.L. y D.G. Baker. 1972. Orientation and distribution of leaves within soybean canopies. *Agron. J.*, 64, 26-28.
3. Buttery, B.R. 1969. Analysis of growth of

soybeans as affected by plant population and fertilizer. *Can. J. Plant. Sci.*, 49, 675-684.

4. Buttery, B.R. y R.I. Buzzel. 1972. Some differences between soybean cultivars observed by growth analysis. *Can. J. Plant Sci.*, 52, 13-20.

5. Buttery, B.R. y R.I. Buzzel. 1974. Evaluation of methods used in computing net assimilation rates of soybean [*Glycine max.* (L) M]. *Crop Sci.*, 14, 41-44.

6. Clawson, K.L., J.E. Specht y B.L. Bland. 1986. Growth analysis of soybean isolines differing in pubescence density. *Agron. J.*, 78, 164-172.

7. Heath, O.V.S. y D.G. Gregory. 1938. Orientation and distribution of leaves within in pubescent density. *Agron. J.*, 64, 26-29.

8. Iwaki, H., M. Monsi y B. Midorikawa. 1966. Dry matter production of some herb communities in Japan. The Eleventh Pacific Science Congress. Tokio.

9. Kaplan, S.L. y H.R. Koller. 1977. Leaf area and carbon dioxide exchange rate as determinants of the rate of vegetative growth in soybean plants. *Crop Sci.*, 17, 35-38.

10. Koller, H.R. 1971. Analysis of growth within distinct strata of soybean community. *Crop Sci.*, 10, 407-412.

11. Koller, H.R., W.E. Nyquist y I.S. Chorush. 1970. Growth analysis of soybean community. Crop Sci., 10, 407-412.

12. Santeliz, G. 1988. Análisis de la fertilización nitrogenada y de dos pisos bioclimáticos sobre los componentes del crecimiento y del rendimiento en *Phaseolus vulgaris* L. Trabajo de ascenso. Escuela de Agronomía. UCLA. 125 pp.

13. Scott, G., D.B. Agli y D.A. Reicosky. 1980. Physiological aspects yield improvement in

soybean. Agron. J., 72, 387-391.

14. Sivikumar, M.V.K y R.H. Shaw. 1978. Methods of growth in field-grown soya beans [*Glycine max.*(L) M]. Crop Sci., 14, 41-44.

15. Watson, D.J. 1952. The physiological basis of variation in yield. Advan. Agron., 4, 101-145.

16. Whitehead, F.H. y P.J. Mierscough. 1962. Growth analysis of plants. The rate of mean relative growth rate and mean relative rate of leaf increase. New Phytol., 61, 314-317.

