

COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO DE GENOTIPOS DE SOYA EN DIFERENTES ARREGLOS DE SIEMBRA

Carlos Armando Porras¹ - Daniel Gerardo Cayón²
Orlando Agudelo Delgado²

COMPENDIO

La línea promisorio ICA L-172 y las variedades Soyica P-33 y Soyica P-34, materiales de crecimiento indeterminado, se sembraron entre surcos a 45 cm y en tres distancias entre plantas (4, 8, 12 cm), correspondientes a poblaciones de 556, 278 y 185 plantas/ha. La mayor acumulación de materia seca, en todos los genotipos, se presentó en el estado R6. El IAF máximo se alcanzó en R3 y fue superior para Soyica P-33 en la densidad de 556.000 plantas ha⁻¹. La máxima captación de radiación fotosintéticamente activa también se presentó en R3 y no hubo diferencias entre las densidades de siembra. Soyica P-34 superó a los otros dos genotipos en actividad fotosintética en los estados de crecimiento V5, R3, R5 y R6, mostrando la mayor tasa de fotosíntesis neta (33.1 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) durante el estado R5 en la densidad de 556.000 plantas ha⁻¹. A partir de ese estado, la fotosíntesis decreció significativamente hasta el llenado completo del grano (R6).

Palabras claves: Fotosíntesis, área foliar, densidades de siembra, rendimiento.

ABSTRACT

Three genotypes of soybean, line ICA L-172, Soyica P-33 and Soyica P-34 pertaining to indeterminate growth habit were evaluated in 45 cm between rows and 4, 8 and 12 cm between plants. The mayor dry matter accumulation was reached in R6 stage. The maximum LAI was obtained in R3 stage for Soyica P-33 in 4 cm between plants. In the same stage (R3), the maximum high interception of active photosynthesis was reached without present significantly differences among population densities. Soyica P-34 presented the higher photosynthesis activity in stages V5, R3, R5 and R6, reaching 33 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ S}^{-1}$ during R5 stage, in 4 cm between plants. From this stage to ahead, the photosynthesis decreased significantly to R6.

Key Words: Photosynthesis, leaf area, planting densities, yield.

INTRODUCCION

Las distancias de siembra influyen sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas alterando su desempeño fisiológico y productivo. Al aumentar la densidad de población en soya, acortando las distancias entre plantas o entre surcos, se incrementan la altura de la planta, el índice de área foliar, la captación de luz solar y los rendimientos (Camacho, 1968, 1969). Estudios sobre el efecto de distancias entre surcos de 60 y 45 cm y de 4.0, 8.0 y 12.0 cm entre plantas mostraron que la variedad de soya ICA Pance desarrolló mayor área foliar que Pelican SM ICA y que esta se incrementó cuando la distancia entre surcos fue mayor (Daraviña et al, 1975).

El tipo de crecimiento de la soya está estrechamente relacionado con la acumulación de biomasa en la planta. Las variedades determinadas ramifican más y, en el estado de floración, acumulan 37% más de peso seco que las indeterminadas (Bastidas, 1982). La alteración del área foliar debido a la densidad de población y tipo de planta aumenta el porcentaje de interceptación de la radiación solar y en acumulación de materia seca hasta un valor máximo a medida que el área foliar crece. Como la tasa de producción de materia seca no disminuye con un índice de área foliar mayor al requerido para una interceptación completa de la radiación solar, es de suponer, que la sombra sobre las hojas inferiores de la planta no afecta la función

¹ Estudiante de pregrado Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. A.A 237; ² Ing. Agr. M.Sc. CI - Palmira. Programas de Ecofisiología y Soya de CORPOICA. A.A 1301 Palmira

productiva del follaje ni reduce la fotosíntesis total de la planta (Shibles et al, 1975).

El rendimiento alto de las variedades de soya que se siembran actualmente depende más de la eficiencia en la captación de la radiación solar y de la duración del período de llenado de granos que de un incremento en la tasa fotosintética (Kokubun et al. 1988). Para lograr cobertura más rápida del terreno y mayor captación de luz por un período más largo, se puede recurrir a densidades más altas con menores distancias de siembra.

Teniendo en cuenta que, en nuestro medio, la mayoría de trabajos sobre densidades de siembra en soya se han dedicado a evaluar el efecto de la competencia entre plantas sobre el crecimiento y la producción, se planeó este experimento para profundizar sobre algunos aspectos fisiológicos básicos como fotosíntesis y la captación de la radiación solar, analizando su comportamiento en diferentes densidades de población.

MATERIALES Y METODOS

Durante el primer semestre de 1991, en el Centro Experimental "Palmira". Se estudiaron la línea promisoría ICA L-172 y las variedades Soyica P-33 y Soyica

P-34, materiales de crecimiento indeterminado, sembrados a una distancia entre surcos de 45cm y en tres distancias entre plantas (4,8,12 cm). Se empleó un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones, en donde los genotipos constituyeron la parcela principal y las subparcelas fueron las distancias entre plantas. La siembra se realizó manualmente, colocando las semillas en surcos previamente trazados. A los 15 días después de la emergencia, se hizo el raleo para seleccionar las distancias entre plantas y ajustar las densidades de población requeridas (556.000, 278.000 y 185.000 plantas ha⁻¹).

Se hicieron determinaciones de fotosíntesis, captación de la radiación fotosintéticamente activa (RFA), área foliar y producción de materia seca en los estados de desarrollo V5, R3, R5 y R6 (Fehr y Caviness, 1977). La tasa de fotosíntesis se midió en el folíolo central de la hoja más joven completamente expandida, con el analizador portátil de fotosíntesis LI-6200 (LI-cor). El área foliar se determinó en cinco plantas por parcela mediante un integrador de área LI-3000 y con esto se estimó el índice de área foliar (IAF). Para calcular el porcentaje de captación de RFA por las hojas (PRFA) se midió, en cada parcela, la RFA incidente sobre la copa del cultivo

Cuadro 1. Acumulación de materia seca en cuatro estados de desarrollo de genotipos de soya en varios arreglos de siembra

GENOTIPO	DISTANCIA ENTRE PLANTAS (cm)	DENSIDAD (PLANTAS ha ⁻¹)	PESO SECO PLANTA (g)			
			V5	R3	R5	R6
ICA L- 172	4	556.000	1.95	19.83b	24.61 b	25.03c
	8	278.000	2.93	22.10a	19.10b	41.61b
	12	185.000	2.71	26.71ab	45.59a	55.16a
SOYICA P-34	4	556.000	2.16	14.33b	28.84b	26.03c
	8	278.000	2.39	22.69a	23.23b	55.22b
	12	185.000	2.66	14.71ab	27.93a	80.32a
SOYICA P-33	4	556.000	2.91	15.61b	19.41b	38.22c
	8	278.000	2.74	17.90a	20.90b	40.53b
	12	185.000	2.88	16.85ab	28.28a	50.27a
C.V. (%)			19.6	14.4	41.5	33.0
F (variedad, V)			0.20 n.s	0.001 **	0.43 n.s	0.18 n.s
F (Distancia, D)			0.22 n.s	0.01 *	0.07n.s	0.003 **
F (VxD)			0.40 n.s	0.02 *	0.37 n.s	0.25 n.s

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de Duncan (P=0.05)

- * Prueba de F significativa al 5%
- ** Prueba de F significativa al 1%
- n s Prueba de F no significativa

(RFAi) y la transmitida en la base de las plantas (RFAf) utilizando un Data Logger LI-1000 equipado con un sensor lineal LI 191 SA (Li-cor), aplicando la fórmula $PRFA = (RFAf - RFAi / RFAi) \times 100$.

Para la determinación de materia seca se tomaron cinco plantas por parcela, separadas en raíces, tallos, hojas y vainas y colocadas en estufa a 60°C por 72 horas. Al final del ciclo del cultivo se cosecharon los dos surcos centrales de cada parcela para estimar el rendimiento. Los datos generados se sometieron a análisis de varianza y correlación, para la comparación de promedios se utilizó la prueba de Duncan. Los estados fisiológicos correspondieron a V5 (5 hojas verdaderas), R1 (Inicio floración), R3 (Inicio de vaina), R5 (inicio de llenado) y R6 (llenado completo).

RESULTADOS Y DISCUSION

Acumulación de materia seca

Los genotipos, difieren en la acumulación de biomasa en algunos estados de desarrollo (Cuadro 1). El tipo de planta es condición importante para explicar las diferencias en la acumulación de materia seca, observándose que esta es mayor en las variedades determinadas. Si el crecimiento vegetativo de la planta

continúa durante el periodo reproductivo, como sucede en las indeterminadas, se genera competencia interna de los órganos de la planta por los fotoasimilados disponibles, resultando menos carbohidratos para la producción de granos (Bastidas, 1971). La mayor acumulación de materia seca por planta se presentó en el estado R6 para todos los materiales y en las tres densidades, siendo mayor esta biomasa en la menor densidad de población. En el estado V5 no se presentaron diferencias significativas de peso seco entre genotipos, indicando que, en los estados tempranos, las plantas no alcanzan a ser afectadas por las distancias de siembra. La planta de soya crece a la misma tasa hasta el estado V2 de allí en adelante se presentan diferencias graduales en el incremento de la biomasa (Hanway et al, 1971) y las distancias entre surcos no afectan apreciablemente la producción de materia seca de la soya durante la época de floración completa (Múnera, 1984).

Porcentaje de intercepción de la radiación fotosintéticamente activa (PRFA)

El comportamiento del PRFA fue paralelo al desarrollo y crecimiento de la planta en todas las densidades utilizadas (Cuadro 2). El PRFA aumentó con el desarrollo de la planta hasta alcanzar valores próximos al 100%

Cuadro 2. Intercepción de la radiación fotosintéticamente activa (PRFA) durante el desarrollo de genotipos de soya en varios arreglos de siembra

GENOTIPO	DISTANCIA ENTRE PLANTAS (cm)	DENSIDAD (PLANTAS ha ⁻¹)	P R F A		
			V5	R3	R5
ICA L- 172	4	556.000	80.91 a	99.44	98.07 a
	8	278.000	65.15 b	99.16	98.95 a
	12	185.000	50.52 b	98.76	98.95 a
SOYICA P-34	4	556.000	76.57 a	98.00	94.28 b
	8	278.000	61.85 b	98.87	96.44 b
	12	185.000	52.26 b	98.79	95.26 b
SOYICA P-33	4	556.000	77.98 a	98.95	96.58 ab
	8	278.000	49.32 b	97.07	97.49 ab
	12	185.000	58.05 b	98.79	96.86 ab
C.V. (%)			15.9	0.9	2.5
F (variedad, V)			0.74 n.s	0.17 n.s.	0.04 **
F (Distancia, D)			0.001 **	0.60 n.s.	0.53 n.s.
F (VxD)			0.37 n.s	0.11 n.s.	0.98 n.s

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de Duncan (P=0.05)

* Prueba de F significativa al 5%

** Prueba de F significativa al 1%

n.s. Prueba de F no significativa

en el estado R3. En el estado V5 se presentaron diferencias altamente significativas entre las distancias entre plantas; en la mayor densidad de siembra se presentó el mayor PRFA (80%), notándose que, en este estado, Soyica P-34 intercepta menos debido, probablemente, a la forma lanceolada de la hoja. La intercepción de la radiación solar ocurre primero en la parte superior del follaje, por lo cual es posible incrementar los rendimientos seleccionando variedades cuya inclinación de hojas y ramas permita la penetración de la luz solar a mayor parte del follaje. Una planta de soya con hojas lanceoladas permitirá mejor distribución de la luz, dando como resultado un dosel fotosintéticamente más activo que el de soya con hojas normales (Hsieh et al, 1986). Esto indica que el arreglo poblacional condiciona la capacidad de la comunidad de plantas para interceptar la radiación solar incidente. La captación de radiación solar en los primeros estados se correlaciona con el desempeño productivo porque este depende de la captación y la eficiencia de conversión de la energía solar. En tres estados de desarrollo de soya el PRFA y la producción de materia seca se incrementaron con el aumento del área foliar

(Shibles et al, 1975). Para el estado R3 el PRFA llegó al 97%, indicando que a partir del estado de vaina pequeña, las plantas están captando cerca del 100% de la radiación incidente en el follaje, obteniendo su máximo desarrollo del área foliar. Para el estado R5, en Soyica P-34 y Soyica P-33 decreció la captación de luz en las tres distancias debido, probablemente, a la pérdida de hojas bajas por senescencia.

A medida que se incrementó el PRFA en los estados sucesivos de desarrollo, aumenta también la acumulación de biomasa en la planta (Figura 1). En las tres distancias de siembra se presentó relación directa entre la materia seca de las plantas y el PRFA en los tres genotipos, indicando que el crecimiento de la biomasa de las plantas depende del desarrollo del área foliar. En la distancia de 8.0 cm, ICA L-172 presentó ligera reducción de la materia seca en R5 debido, posiblemente, a las pérdidas de hojas por senescencia.

Índice de área foliar (IAF)

El índice de área foliar (IAF) de los tres genotipos estudiados fue más alto en la mayor densidad de po-

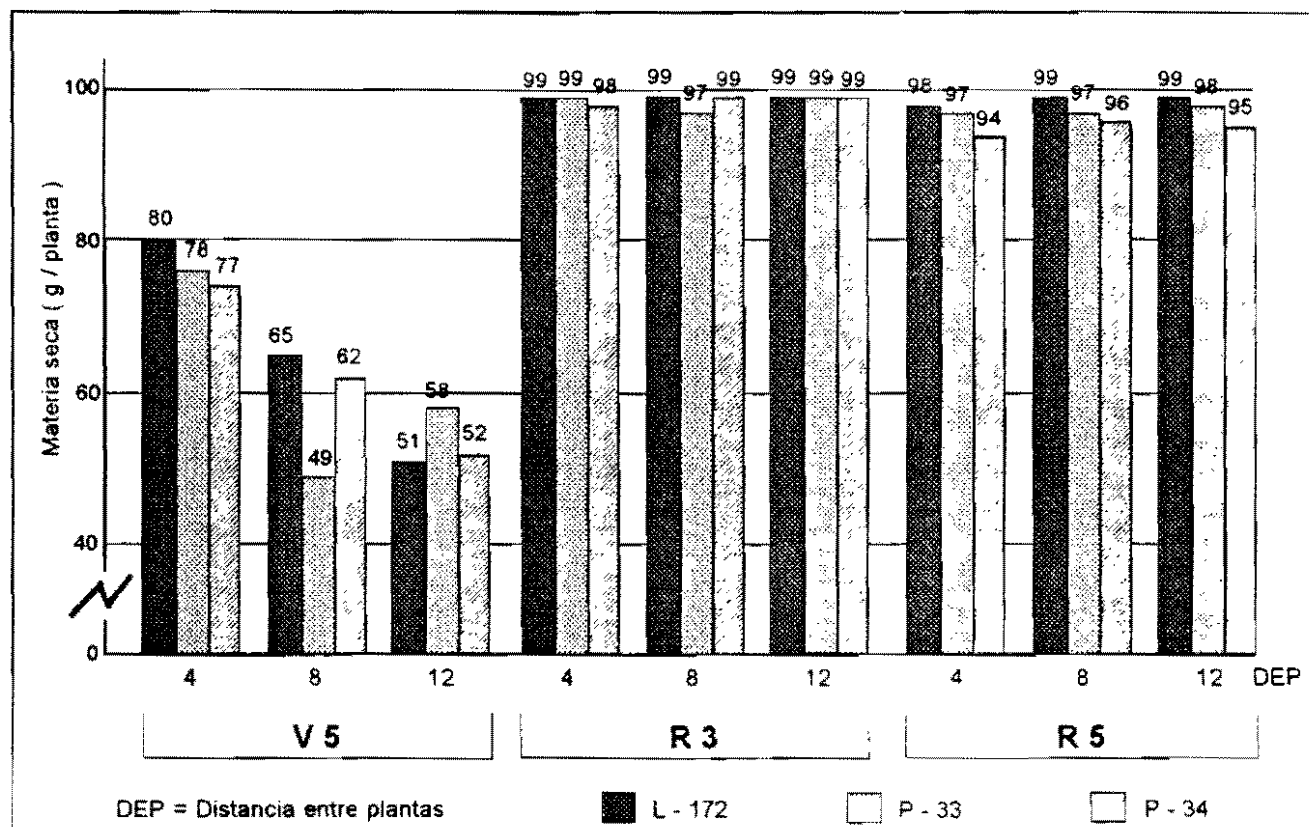


Figura 1. Relación entre el porcentaje radiación fotosintéticamente activa (PRFA) en estados de desarrollo V5, R3 y R5 y la acumulación de materia seca en las variedades L-172, P-33 y P-34 en varios arreglos de siembra.

blación durante todos los estados de desarrollo de la planta (Cuadro 3). El máximo IAF se logró en el estado R3 y lo obtuvo la variedad Soyica P-33 con 10.79, siguiéndole la ICA L-172 (9,93) y la Soyica P-34 (8.34). El máximo PRFA se logró en R3, coincidiendo con el IAF máximo, lo cual era de esperar, ya que la captación de la radiación solar depende del grado de desarrollo del área foliar de la planta. Según Shibles et al (1975) la materia seca en plantas de soya no declina en estados de desarrollo posteriores a la obtención del máximo IAF. En el Valle del Cauca el valor máximo de IAF en soya se alcanza en el estado R5 y a partir de ahí, decrece progresivamente por la pérdida de hojas bajas por senescencia (González et al, 1988).

Fotosíntesis neta y rendimiento

En tasa fotosintética no hubo diferencia significativa para genotipos y distancias de siembra, ni para la interacción variedad x distancia (Cuadro 4). En general, la actividad fotosintética de la soya fue menor durante el crecimiento vegetativo (V5) y la formación de vainas (R3), aumentó considerablemente durante el proceso de llenado de granos (R5) y disminuyó cuando estos lograron el llenado total (R6). En R5 se obtuvieron las máximas tasas de fotosíntesis y Soyica P-34 alcanzó

el máximo valor (33.1 u moles $\text{CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) en la mayor densidad. En el estado R6 la fotosíntesis de los tres genotipos decreció y Soyica P-34 siguió mostrando la tasa mayor. El hecho de reducirse la fotosíntesis neta a partir de R5, no obstante las plantas conservar aún en R6 un alto IAF (Cuadro 3), indica posiblemente, que en este estado la senescencia foliar y otros factores internos de la planta como conductancia estomática, concentración de clorofila y contenido de proteína solubles condicionan las tasas fotosintéticas (Ford et al, 1988).

Las tasas fotosintéticas mayores a 20 u moles $\text{CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ en el estado R5 concuerdan con lo reportado por Dornhoff et al (1970), quienes encontraron que durante el llenado de la semilla existe la mayor tasa de fotosíntesis (25 u moles $\text{CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Las tasas fotosintéticas reportadas en este estudio son relevantes, pues Dregger (1967) reportó, para el trópico, tasas entre 10 y 20 u moles $\text{CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Esta diferencia parece deberse al potencial de rendimiento de los genotipos de soya y a la alta radiación solar del trópico. Otra característica importante lo constituye el tipo de hoja angosta y erecta de la variedad Soyica P-34 permite mejor distribución de la luz sobre el dosel, lo cual mejora la captación de luz y la tasa de fotosíntesis, (Hsieh et al 1986).

Cuadro 3. Índice de área foliar (IAF) en cuatro estados de desarrollo de soya en varios arreglos de siembra

GENOTIPO	DISTANCIA ENTRE SURCOS (cm)	DENSIDAD (PLANTAS ha^{-1})	IAF			
			V5	R3	R5	R6
ICA L-172	4	556.000	2.12 a	9.93 a	5.05 a	4.91 a
	8	278.000	1.34 b	7.09 b	2.86 ab	3.59 b
	12	185.000	0.82 c	5.33 b	2.54 b	2.77 b
SOYICA P-34	4	556.000	2.11 a	8.34 a	5.33 a	5.54 a
	8	278.000	1.05 b	6.27 b	3.01 ab	4.54 b
	12	185.000	0.74 c	3.31 b	2.75 b	3.88 b
SOYICA P-33	4	556.000	2.91 a	10.79 a	4.63 a	5.15 a
	8	278.000	1.18 b	5.29 b	2.77 ab	2.65 b
	12	185.000	0.82 c	3.76 b	2.38 b	2.19 b
C.V. (%)			24.8	14.6	35.7	21.6
F (variedad, V)			0.18 n.s.	0.02 *	0.75 n.s.	0.01 *
F (Distancia, D)			0.0001 **	0.0001 **	0.003 **	0.0003 **
F (VxD)			0.21 n.s.	0.06 n.s.	0.99 n.s.	0.57 n.s.

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P=0.05$)

* Prueba de F significativa al 5%

** Prueba de F significativa al 1%

n.s. Prueba de F no significativa

Cuadro 4. Actividad fotosintética y rendimiento de genotipos de soya en varios arreglos de siembra

GENOTIPO	DISTANCIA ENTRE PLANTAS (cm)	DENSIDAD (PLANTAS ha ⁻¹)	FOTOSÍNTESIS NETA ($\mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$)				REND. (kg/ha ⁻¹)
			V5	R3	R5	R6	
ICA L-172	4	556.000	16,26	10,89	30,15	15,81	2665
	8	278.000	15,23	9,73	28,29	21,01	2467
	12	185.000	12,24	8,40	29,54	19,56	2400
SOYICA P-34	4	556.000	18,26	9,00	33,10	22,93	2693
	8	278.000	18,39	12,31	25,05	23,21	2881
	12	185.000	15,55	13,50	27,74	24,20	2774
SOYICA P-33	4	556.000	15,77	12,44	17,95	21,36	2889
	8	278.000	18,05	9,09	31,36	21,46	2779
	12	185.000	16,06	9,82	22,98	25,79	2785
C.V. (%)			28,0	25,8	28,0	27,4	15,2
F (variedad, V)			0,42 n.s.	0,57 n.s.	0,32 n.s.	0,32 n.s.	0,2 n.s.
F (Distancia, D)			0,47 n.s.	0,87 n.s.	0,91 n.s.	0,44 n.s.	0,87 n.s.
F (VxD)			0,92 n.s.	0,22 n.s.	0,24 n.s.	0,90 n.s.	0,92 n.s.

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de Duncan (P=0.05)

* Prueba de F significativa al 5%

** Prueba de F significativa al 1%

n.s. Prueba de F no significativa

Aunque los tres genotipos son de alto rendimiento, Soyica P-33 superó a Soyica P-34 por 35 kg y por 300 kg a ICA L-172 (Cuadro 4). No hubo significancia entre las distancias ni en la interacción variedad x distancia es decir, que las distancias entre plantas de 4, 8 y 12

cm con una sola distancia entre surcos (45 cm) no afectan considerablemente ni el rendimiento, ni los componentes, de allí que las diferencias deben esperarse al combinar distancias entre surcos y distancias entre plantas.

Cuadro 5. Correlación entre LAF, fotosíntesis (FS), rendimiento (REND), PRFA y materia seca de la planta (MS)

	IAF	FS	REND	PRFA	MS
IAF	1.000 0.000	0.133 0.508	0.140 0.486	0.706 0.0001**	0.973 0.0001**
FS		1.000 0.000	0.393 0.042*	0.139 0.489	0.120 0.551
REND			1.000 0.000	0.027 0.894	0.087 0.667
PRFA				1.000 0.000	0.701 0.0001**
MS					1.000 0.000

La relación entre la tasa fotosintética de hojas individuales y el rendimiento de soya ha sido cuestionado, pues algunos estudios indican que las variedades de soya más productivas tienden a presentar mayores tasas de fotosíntesis (Dornhoff et al, 1970; Buttery et al, 1977), mientras que otros no lo han podido comprobar (Ford et al, 1983). Como solo en algunas variedades la producción está relacionada con la tasa de fotosíntesis, las diferencias de rendimiento se pueden explicar parcialmente por la actividad fotosintética de las hojas durante el llenado de vainas.

En el cuadro 5 se puede apreciar como el IAF se correlacionó positivamente con el porcentaje de captación de la radiación (PRFA) y con el peso de la materia seca total por planta (MS). Aunque el coeficiente de correlación no fue muy alto para fotosíntesis (FS) y rendimiento (REND), si tiene la significancia suficiente para indicar que la producción depende, en parte, de la actividad fotosintética de la planta. Esto concuerda con los datos reportados por Shibles et al (1975) quienes encontraron algunas inconsistencias en la correlación de estos parámetros.

BIBLIOGRAFIA

- BASTIDAS, G. 1982.** Características morfológicas de la planta de soya (*Glycine max* (L) Merrill), En : III Curso de Adiestramiento en Semillas. CIAT.
- BASTIDAS, G. et al.** Efectos de la densidad sobre algunas características agronómicas y fisiológicas de tres genotipos de soya, *Glycine Max* (L) Merrill, bajo condiciones tropicales. Acta agronómica 22 (2): 37-50.
- BUTTERY, B. R. and BUZZEL, R. I. 1977.** The relationships between chlorophyll content and rate of photosynthesis in soybean. Can. J. Plant Sci. 57: 1-5.
- CAMACHO, L. H. 1968.** Resultados de la investigación sobre el cultivo de la soya en Colombia. Revista ICA 3 (4); p. 369-376.
- CAMACHO, L.H. 1968.** Cultivo de la soya en Colombia. Boletín ICA. 22 p.
- DARAVIÑA, G., HOLGUIN, Y. 1976.** Método para estimar área foliar en dos variedades de soya (*Glycine max* (L) Merrill) en diferentes densidades de población a través de cuatro estados de desarrollo. Tesis. Universidad Nacional, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira. 55 p.
- DORNHOFF, G. M. and SHIBLES, R. M. 1970.** Varietal differences and net photosynthesis of soybean leaves. Crop Sci. 10: 42-45.
- DREGGER, R. M. 1967.** The effect of genotype on the photosynthesis rate of soybean. M. Sc Thesis. St Paul: Univ. Minnesota.
- FORD, D. M. and SHIBLES, R. 1988.** Photosynthesis and other traits in relation to chloroplast number during soybean leaf senescence. Plant Physiol 86: 108-111
- FORD, D. M.; SHIBLES, R. and GREEN, d. E. 1983.** Growth and yield soybean lines selected for divergent leaf photosynthesis ability. Crop Sci. 23: 517-520
- GONZALES, A.; AGUDELO, O. y ROJAS, H. 1988.** Alteración de las variables fisiológicas de la soya bajo diferentes sistemas de labranza. Palmira. ICA 22p.
- HANWAY, J. J. and WEBER, C. R.** Dry matter accumulation in soybean (*Glycine max*) varieties. Agrono J. 63: 227-230.
- HSIEH, W. L. AND SUNG, F. J. H. 1986.** CO₂ exchange rate and translocation during reproductive growth in soybean differing in leaf morphology. Agric. China. 135: 25-33.
- KOKUBUN, M. ; MOCHIDA, H, ASAHI, Y. 1988.** Soybean cultivar difference in leaf photosynthetic rate and its relation to seed yield. Japan. J. Crop. Sci. 57(4); p. 743-748.
- MUNERA, A. E. 1984.** Estudio de distancias y densidades de siembra en cinco líneas y/o variedades de soya (*Glycine max* (L) Merrill). Tesis Ing. Agr. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. 47p.
- SHIBLES, R.H. , WEBER ; C :R : 1975.** Leaf area radiation interception and dry matter production by soybeans. Crop Science 5: p. 575-577