

ESTUDIO DE DISTANCIAS Y DENSIDADES DE SIEMBRA DE CINCO LINEAS O VARIEDADES DE SOYA, *Glycine max* (L.) Merrill

Alvaro E. Munera S. *
Gilberto Bastidas R. **

COMPENDIO

Se comparó el rendimiento de las líneas ICA 128, 131, 137, 139 y 140 con la variedad ICA Tunía en cuatro distancias entre surcos (30, 40, 50 y 60 cm) y una entre plantas (5 cm). El diseño experimental fue de franjas divididas con cuatro repeticiones. Se evaluaron las características altura de cobertura, altura de planta, altura de carga, número de ramas, nudos y vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 semillas, acumulación de materia seca, índice de área foliar, índice de cosecha y rendimiento.

ABSTRACT

This study was conducted in ICA's Research Station at Palmira, in order to compare yields of five different soybean lines with different planting densities. It was carried out during the first semester of 1983. The ICA lines 128, 131, 137, 139 and 140 were compared with the variety ICA Tunía in four planting distances between rows (30, 40, 50 and 60 cm). All were planted at distances of five centimeters between plants. A strip-plot experimental design with four replications was used.

* Estudiante de pre-grado. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

** Instituto Colombiano Agropecuario- ICA. A.A. 233 Palmira.

1. INTRODUCCION

La soya, *Glycine max* (L.) Merrill, es una planta leguminosa originaria del Sureste Asiático y de reciente introducción a Colombia. El objetivo del presente estudio fue el de comparar los componentes del rendimiento de cinco líneas promisorias de soya y un testigo comercial a diferentes arreglos de siembra entre surcos, y así estudiar la hipótesis de que el rendimiento no varía significativamente dentro de ciertos rangos de población para cada una de las líneas. Con el propósito de entregar una serie de recomendaciones sobre distancias y densidades de siembra como factor importante en la expresión del rendimiento final, con fines investigativos ó de extensión agrícola.

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

En la investigación, adelantada en el primer semestre de 1983 en el Instituto Colombiano Agropecuario - Palmira, se utilizaron cinco líneas promisorias (ICA 128, 131, 137, 139 y 140) y la variedad ICA Tunía como testigo comercial.

El diseño experimental utilizado fue franjas divididas: las líneas y la variedad comercial definieron las franjas horizontales; las franjas verticales estuvieron formadas por las distancias entre surcos (30, 40, 50 y 60 cm) y entre plantas (5 cm). Cada tratamiento se replicó cuatro veces. La unidad experimental constó de seis metros de largo por 2.40 m (múltiplo de las distancias entre surcos evaluadas) y 2.50 m de ancho (múltiplo de 50 cm).

La siembra se realizó manualmente y a los 15 días se ajustaron las poblaciones en 333 333, 400 000, 500 000 y 666 666 plantas por hectárea.

Se realizaron las siguientes observaciones: Días a emergencia, floración y maduración; altura de cobertura; altura de planta; altura de carga; acumulación de materia seca al inicio de floración, llenado de vainas y madurez fisiológica; área foliar (Daraviña y Holguín, 5); número de vainas por planta; número de semillas por vaina; peso de la semilla; número de ramas por planta; número de nudos reproductivos; número de plantas por parcela; rendimiento por parcela; índice de área foliar; índice de cosecha. Exceptuando el rendimiento, cada variable se tomó con base en el promedio de una muestra representativa de cinco plantas en cada tratamiento. Para la mayoría de las variables se efectuó un análisis de varianza y se realizó la prueba de rango múltiple de Duncan para diferenciar medias entre variedades y entre distancias.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Emergencia, floración y maduración.

A los ocho días después de la siembra se consideró emergido el lote experimental (90 o/o de las plantas).

La variedad ICA Tunía y la línea ICA 131 fueron las más precoces en florecer (31 y 32 días), seguidas por las líneas ICA 137 y 128 (38 días); las líneas ICA 140 y 139 fueron las más tardías (40 y 43 días). Las variedades sembradas a 30 cm florecieron a los 36.25 días mientras que distanciadas 60 cm entre surcos tardaron 37.08 días, existiendo diferencias significativas entre los promedios de cada distancia.

La primera línea en alcanzar la madurez fisiológica fue la línea ICA 131 (87.50 días), le siguió la variedad ICA Tunía. Las líneas más tardías fueron las líneas ICA 139 y 140 (104 y 108 días).

3.2. Altura de cobertura.

La línea ICA 139 presentó la mayor altura de cobertura, seguida por las líneas ICA 128, 137, 140, 131 y por último la variedad ICA Tunía (Cuadro 1). En cuanto a distancias entre surcos, a 30 cm se presentó la mayor altura de cobertura y la menor a 60 cm.

3.3. Altura de planta.

La mayor altura de planta la presentó la línea ICA 140 y la menor altura la variedad ICA Tunía (Cuadro 1). No ocurrieron diferencias significativas entre 30, 40, 50 cm entre surcos y estas distancias sí difieren significativamente de la de 60 cm entre surcos. Algunos autores (Bastidas 1 y 2; Camacho, 3; Cruz, 4) plantean la existencia de una relación directa entre densidad y altura de la planta, pero en este caso las diferencias no fueron evidentes.

3.4. Altura de carga.

La mayor altura de carga se presentó en la línea ICA 139 (20.5 cm); los menores valores ocurrieron en la línea ICA 128 (11.73 cm) y en la variedad ICA Tunía (9.22 cm).

En cuanto a distancias entre surcos se observa una relación inversa (Cuadro 1): a 30 cm se encontró la mayor altura de carga (15.6 cm) y la menor a 60 cm (11.8 cm). Estos resultados concuerdan con los de Felton (7),

Cuadro 1

Promedios de las variables altura de cobertura, altura de planta, altura de carga, número de ramas por planta y número de nudos por planta

Línea ó variedad	Altura de cobertura	Altura de planta	Altura de Carga	Número de ramas/pl	Número de nudos/pl
Línea ICA 128	52.57 b	46.23 d	11.73 d	3.55 b	19.70 c
Línea ICA 131	39.92 d	53.19 c	13.18 c	3.23 c	23.50 b
Línea ICA 137	46.36 c	54.76 c	14.14 c	3.98 b	22.58 b
Línea ICA 139	72.23 a	56.10 b	20.51 a	4.01 b	15.49 d
Línea ICA 140	47.64 c	59.80 a	15.86 b	4.28 a	28.81 a
ICA Tunía	35.65 e	41.22 e	9.22 e	1.55 d	15.50 d

Distancias entre surcos	Altura de cobertura	Altura de planta	Altura de carga	Número de ramas/pl	Número de nudos/pl
30 cm	52.25 a	54.58 a	15.60 a	2.78 d	16.53 c
40 cm	42.29 b	52.11 a	15.04 b	3.37 c	19.63 b
50 cm	49.23 b	52.96 a	13.93 c	3.62 b	22.01 b
60 cm	45.49 c	47.89 b	11.87 d	3.96 a	25.56 a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Johnson (9) y Rodriguez (10): al disminuir la densidad disminuye la altura de carga, lo que dificulta la cosecha mecánica.

3.5. Número de ramas por planta.

La línea ICA 140 presentó el mayor número promedio de ramas por planta (4.2), la variedad ICA Tunía es la menos ramificada (1.55).

Los promedios de esta variable para distancias entre surcos son significativamente diferentes entre sí: a 60 cm se favorece la ramificación (3.9) y le siguen en orden decreciente las distancias de 50, 40 y 30 cm. La importancia de la ramificación radica en su relación con la productividad de la planta y bajas densidades de población favorecen el desarrollo de ramas en la parte baja de la planta (Bastidas, 1 y 2; Weber, 11; Wiggans, 12).

Las líneas que presentan mayor altura de planta tienden a tener mayor número de ramas.

3.6. Número de nudos por planta.

La línea ICA 140 presenta el mayor número de nudos reproductivos al momento de la cosecha (28.8), seguida por las líneas 131 y 137; la variedad ICA Tunía presenta el menor número de nudos por planta (15.5).

Surcos distanciados 60 cm favorecen la producción de nudos (25.5). No existe diferencia significativa entre las distancias de 40 y 50 cm entre surcos para esta variable. Las distancias amplias entre surcos favorecen la formación de nudos, porque indirectamente permiten la producción de más ramas por planta.

3.7. Índice de área foliar. (IAF).

Durante la época de floración la línea ICA 139 presentó el mayor IAF (5.41). En la época de llenado de vainas la línea ICA 140 alcanzó el mayor índice (8.43) y la línea 131 tiene un incremento del 64 o/o (7.93). Al llegar la madurez fisiológica las variedades pierden su follaje, por envejecimiento de las hojas bajas las cuales se amarillan y caen lo cual se traduce en un fuerte descenso de los IAF (Cuadro 2).

Durante los tres estados de desarrollo, la distancia entre surcos de 30 cm presenta el mayor IAF el cual decrece a medida que aumenta la distancia entre surcos hasta 60 cm.

Cuadro 2

Indice de área foliar durante tres estados de desarrollo

Línea ó variedad	Indice de área foliar		
	Floración	Llenado de vainas	maduración
Línea ICA 128	3.25	5.36	1.79
Línea ICA 131	2.79	7.93	1.18
Línea ICA 137	4.40	6.76	2.60
Línea ICA 139	5.41	7.51	1.58
Línea ICA 140	4.01	8.43	2.62
ICA Tunía	2.27	4.19	1.35
Distancias entre surcos			
30 cm	5.00	7.80	2.19
40 cm	4.05	7.46	1.70
50 cm	3.18	6.24	1.85
60 cm	2.52	5.29	1.67

La distribución del IAF a través del crecimiento del cultivo, se incrementa linealmente hasta la época de llenado de vainas y luego decrece hacia la época de maduración (Bastidas, 1 y 2; Hernández, 8; Weber, 11).

3.8. Acumulación de materia seca.

Durante el período de emergencia a floración (Cuadro 3), la línea ICA 139 produce más materia seca ($7.6 \text{ g/m}^2/\text{día}$). De floración a llenado de vainas se alcanza la mayor producción de MS por día, todas las líneas y la variedad ICA Tunía alcanzan su mayor valor, pero la línea ICA 140 produce más ($28.3 \text{ g/m}^2/\text{día}$). De llenado de vainas a maduración, la variedad ICA Tunía presenta el registro más alto ($15.2 \text{ g/m}^2/\text{día}$).

Comparando los materiales desde la emergencia hasta maduración fisiológica, las líneas ICA 140 y 137 son las de mayor producción diaria de materia seca por unidad de área (14.1 y 14.0 g). Las líneas con tendencia al tipo de crecimiento determinado, como la 139, acumulan materia seca hasta la época de llenado de vainas. Las líneas con tipo de crecimiento indeterminado, variedad ICA-Tunía y líneas 131, 137 y 140, siguen acumulando materia seca hasta la madurez fisiológica.

3.9. Número de vainas por planta.

La línea ICA 140 presenta el más alto número de vainas por planta (57.69), seguida por las líneas ICA 137, 139 y 128. La línea ICA 131 y la variedad ICA Tunía presentan el menor número de vainas por planta (Cuadro 4).

Las distancias entre surcos de 60 y 50 cm favorecen la producción de mayor número de vainas por planta (50.71 y 47.71 respectivamente). Esto permite reafirmar que a menor población mayor número de vainas por planta, porque hay menor competencia y se reduce el aborto de flores (Bastidas, 1 y 2; Camacho, 3; Felton, 7).

3.10. Número de semillas por vaina.

La línea ICA 137 presentó el mayor promedio de semillas por vaina (2.47), seguida por la línea ICA 140 (2.09). La línea ICA 139 y la variedad ICA Tunía tuvieron menor número de semillas por vaina (Cuadro 4).

En cuanto a distancias entre surcos no se encontraron diferencias entre los promedios, por lo cual se puede afirmar que este es un carácter altamente estable y poco afectado por el ambiente.

Cuadro 3

Producción relativa diaria de materia seca (g/m^2) en cinco líneas de soya y un testigo comercial

Línea ó Variedad	Emergencia a Floración	Floración a Llenado de vainas	Llenado de vainas a maduración	Emergencia a maduración
Línea ICA 128	3.6	20.5	4.6	9.3
Línea ICA 131	3.0	23.1	6.8	10.6
Línea ICA 137	5.0	26.6	11.4	14.0
Línea ICA 139	7.6	25.0	3.6	11.4
Línea ICA 140	4.2	28.3	11.2	14.1
ICA Tunía	2.0	19.0	15.2	11.8

Cuadro 4

Promedios para las variables, números de vainas por planta, número de semillas por vaina y peso de 100 semillas

Línea ó Variedad	Número de vainas/pl	Número de semilla/vaina	Peso de 100 semillas (g)
Línea ICA 128	39.59 c	2.22 b	12.33 e
Línea ICA 131	37.31 d	2.33 b	12.49 e
Línea ICA 137	49.24 b	2.47 a	15.19 d
Línea ICA 139	39.61 c	1.82 d	21.53 a
Línea ICA 140	57.69 a	2.09 c	21.02 b
ICA Tunía	34.16 d	1.81 d	19.30 c

Distancia entre surcos	Número de vainas/pl	Número de semilla/vaina	Peso de 100 semillas (g)
30 cm	34.20 b	2.09 a	16.58 a
40 cm	39.12 b	2.11 a	17.05 a
50 cm	47.71 a	2.12 a	17.47 a
60 cm	50.71 a	2.14 a	16.81 a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Cuadro 5

Rendimiento de cinco líneas y una variedad comercial de soya

Línea ó Variedad	Rendimiento (t/ha)	Incremento
Línea ICA 139	3.22 a	134.7 o/o
Línea ICA 140	2.96 b	123.8 o/o
Línea ICA 131	2.90 b	121.3 o/o
Línea ICA 137	2.73 c	114.2 o/o
Línea ICA 128	2.69 c	112.5 o/o
ICA Tunía	2.39 d	100.0 o/o

Distancias entre surcos	Rendimiento (t/ha)
30 cm	3.08 a
40 cm	2.89 a
50 cm	2.88 a
60 cm	2.40 b

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Cuadro 6

Interacción variedad por distancia de la variable rendimiento
(t/ha)

Línea ó Variedad	Distancia entre surcos (cm)			
	30	40	50	60
Línea ICA 128	2.95 e	2.83 g	2.58 k	2.40 l
Línea ICA 131	3.05 e	3.10 e	2.83 g	2.63 i
Línea ICA 137	3.03 e	2.68 i	2.90 f	2.30 n
Línea ICA 139	3.60 a	2.83 g	3.43 b	3.03 e
Línea ICA 140	3.23 c	3.13 d	3.25 c	2.23 o
ICA Tunía	2.60 j	2.80 h	2.33 m	1.83 p

Medias con la misma letra son significativamente diferentes.

3.11. Tamaño de la semilla (con base en el peso de 100 semillas).

La línea ICA 139 presentó el mayor tamaño de semilla, seguida por la línea ICA 140 y la variedad ICA Tunía; las líneas ICA 131 y 128 son las de menor tamaño (Cuadro 4).

En cuanto a distancias entre surcos no se encontraron diferencias significativas mediante la prueba de rango múltiple de Duncan. En general, el tamaño de la semilla no se afecta con el cambio en el espaciamiento entre surcos (Camacho, 3; Weber, 11).

3.12. Índice de cosecha (rendimiento económico/rendimiento en biomasa).

La variedad ICA Tunía presentó el mayor índice de cosecha (58.31), seguida por la línea ICA 137 (55.88). Las líneas ICA 140 y 139 no difieren entre sí significativamente. Las líneas ICA 137 (52.44) e ICA 128 (52.13) presentaron los menores índices.

3.13. Rendimiento.

La línea ICA 139 presentó el mayor rendimiento por hectárea (3.22 t), con un incremento del 34.7 o/o sobre el testigo comercial. La siguen las líneas ICA 140 (2.96 t/ha) y 131 (2.90 t/ha), con un incremento del 23.8 o/o y 21.3 o/o respectivamente sobre ICA Tunía (Cuadro 5).

A 30 cm se alcanzó el mayor rendimiento (3.08 t/ha), sin diferir significativamente de los alcanzados con las distancias entre surcos de 40 y 50 cm. A 60 cm se alcanzó un rendimiento de 2.40 t/ha. En el Cuadro 6 se encuentran las interacciones variedad por distancia para esta variable.

4. CONCLUSIONES

- 4.1. Las líneas estudiadas presentan mayor altura de cobertura, altura de planta, altura de carga, número de ramas por planta, número de nudos por planta, número de vainas por planta y número de semillas por vaina, que la variedad ICA Tunía.
- 4.2. Las líneas ICA 139 y 140 son las más rendidoras, superando al testigo comercial.
- 4.3. Las variedades tienden a florecer primero a distancias cortas entre surcos.

- 4.4. A menor distancia entre surcos mayor es la altura de cobertura, la altura de planta y la altura de carga. Por el contrario, distancias amplias entre surcos favorecen la ramificación y el número de nudos por planta.
- 4.5. El tamaño de la semilla y el índice de cosecha no se afectan con el espaciamiento entre surcos.
- 4.6. De acuerdo con este estudio, para máximos rendimientos se recomiendan distancias entre surcos de 30 a 40 cm para las líneas ICA 128, 131, 137, 139 y para la variedad ICA Tunía con poblaciones de 500 000 a 600 000 plantas por hectárea. Para máximos rendimientos con la línea ICA 140 se recomiendan distancias entre surcos de 40 a 50 cm con poblaciones de 400 000 a 500 000 plantas por hectárea.

5. BIBLIOGRAFIA

1. BASTIDAS R., G. *et al.* Efectos de la densidad sobre algunas características agronómicas y fisiológicas de tres genotipos de soya, *Glycine max* (L.) Merril, bajo condiciones tropicales. *Acta Agronómica*. (Colombia) v. 22, n. 2, p. 37-50. 1971.
2. BASTIDAS R., G. Características morfológicas de la planta de soya, *Glycine max* (L.) Merril. Curso de adiestramiento en semillas, 3., CIAT, Abril 8 - 13, 1980.
3. CAMACHO M., L. H. Resultados de la investigación sobre el cultivo de la soya en Colombia. *Revista ICA*. v. 3, n. 4, p. 369 - 376. 1968.
4. CRUZ, A. Pérdidas en la población y su efecto sobre el rendimiento en pruebas regionales de soya, *Glycine max* (L.) Merril. Tesis Ing. Agr. Palmira, Universidad Nacional de Colombia, 1982. 75 p.
5. DARAVIÑA, G. y HOLGUIN, I. Método para estimar área foliar en dos variedades de soya, *Glycine max* (L.) Merril, en diferentes densidades de población a través de cuatro estados de desarrollo. Tesis Ing. Agr. Palmira, Universidad Nacional de Colombia, 1975. 55 p.
6. FEHR, WALTER R. Soybean *In*: Hybridization of Crop Plants. Walter R. Fehr and Henry H. Hadley (ed). Madison, American Society of Agronomy, 1980.
7. FELTON, W. L. The influence of row spacing and plant population on effect of weed competition in soybean. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. v. 16. p. 930-936, Dec. 1976.

8. HERNANDEZ, M. J. y PINEDA, E. N. Estudio del comportamiento fisiológico de tres variedades de soya, **Glycine max** (L.) Merrill, en la región de Santá-gueda. Tesis Ing. Agr. Manizales, Universidad de Caldas, 1978. 80 p.
9. JOHNSON, B. J. and HARRIS, H. B. Influence of plant population on yield and other characteristics of soybean. *Agronomy Journal*. v. 59, n. 5, p. 447-449, Sept. - Oct. 1967.
10. RODRIGUEZ, E. y RODRIGUEZ, J. J. Estudios de distancias y densidades de siembra en una variedad de soya, **Glycine max** (L.) Merrill, de porte medio en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Palmira Tesis Ing. Agr. Palmira, Universidad Nacional de Colombia, 1968. 64 p.
11. WEBER, C. R. et al. Effect of plants population and row spacing on soybean development and production. *Agronomy Journal*. v. 58, n. 1, p. 99- 102, Jan-Feb. 1966.
12. WIGGANS, R. G. The influence of space and arrangement on the production of soybean plants. *J. Am. Soc. Agron.* v. 31, p. 314 -321. 1939.