

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE POBLACION SOBRE ALGUNAS
CARACTERISTICAS AGRONOMICAS Y FISIOLÓGICAS DE TRES
GENOTIPOS DE SOYA, GLYCINE MAX (L) MERR, BAJO
CONDICIONES TROPICALES*

Gilberto Bastidas R., Luis H. Camacho M., José Fernando Londoño V.,
Luis A. Buitrago G. y Frank Davis**

INTRODUCCION

El desarrollo de variedad de soya para el trópico caliente hace necesario conocer las características fisiológicas de la planta asociadas con la producción de semilla.

Se ha demostrado que la producción de materia seca en plantas de soya espaciadas a igual distancia, es una función lineal de la intercepción de luz; por lo tanto, el incremento del área foliar incrementa la intercepción de luz que a su vez resulta en un aumento de la producción de materia seca (3, 10, 11). En surcos amplios, la producción de materia seca no difiere a bajos niveles de población, pero a altas poblaciones las diferencias tienden a ser más evidentes. (13). A bajas poblaciones se incrementa el número de vainas y la materia seca de hojas y tallos de la planta (8).

Según Weber (13), el índice de área foliar, se incrementa a medida que se desarrolla la planta hasta un máximo, pero luego decrece debido a la caída de las hojas; esta disminución es mayor en poblaciones altas. Investigaciones recientes indican que el genotipo de la soya puede producir un índice de área foliar superior a 11, pero por envejecimiento y caída de las hojas bajas y sombreadas, este índice nunca se encuentra en las plantas en cualquier época, (11, 12). Además se presenta diferencias en el índice de área foliar entre tipos de plantas dentro de una misma procedencia genética (3).

La escasez de penetración de luz en el follaje de la soya, se considera como un factor principal que afecta los rendimientos de semilla, (3, 10). La mayor cantidad de luz es interceptada en la periferia del follaje pero adición suplementoria de luz a las hojas bajas del follaje incrementa el rendimiento de semilla (3, 9, 10).

* Contribución del Programa Nacional de Leguminosas de Grano y Oleaginosas Anuales. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Palmira. Palmira - Valle - Colombia.

** Respectivamente: Agrónomo Asistente, Director Nacional del Programa, Agrónomos Asistentes y Técnico de la Misión Nebraska en Colombia.

De otra parte, con el incremento de la población se incrementa la altura de la planta, la altura de carga, y el volcamiento, mientras que el número de ramas por planta decrece (3, 4, 5, 6, 13). Sin embargo, el tamaño de la semilla no es afectado por cambios en la población de plantas (5, 6, 13).

El presente experimento se llevó a cabo con el fin de determinar el efecto de la densidad de la población sobre ciertas relaciones fisiológicas y agronómicas de tres genotipos de soya, bajo condiciones tropicales.

MATERIALES Y METODOS

Las variedades Hill de porte bajo y crecimiento determinado, 201-3-2-M (6) de porte medio y crecimiento indeterminado y Pelican SM-ICA de porte alto y crecimiento indeterminado, se sembraron durante el segundo semestre de 1968 y primer semestre de 1969. Se establecieron parcelas de diez surcos de diez metros de largo y separación de 60 centímetros entre surcos. En el estado unifoliar de desarrollo, las plantas se ralearon para obtener las seis poblaciones mostradas en el Cuadro 1.

Los tratamientos se replicaron cuatro veces en un diseño de parcela dividida en el cual las variedades constituían las parcelas principales y las poblaciones, las parcelas secundarias.

— CUADRO No. 1 —

DENSIDADES DE SIEMBRA USADAS EN EL ENSAYO

Distancia entre Surcos	Distancia entre Plantas	Población Plantas/Ha.
60 cms.	2 cms.	833.333
60 cms.	4 cms.	416.666
60 cms.	6 cms.	276.666
60 cms.	8 cms.	208.333
60 cms.	10 cms.	166.666
60 cms.	12 cms.	138.333

Se determinó el Índice de Area Foliar (IAF) y la Materia Seca (M.S.), en los siguientes estados de crecimiento.

- I — Tres hojas trifoliadas abiertas.
- II — Cinco a seis hojas trifoliadas abiertas, 1 a 5% de floración.
- III — Nueve a diez hojas trifoliadas abiertas, completa floración.
- IV — Pequeñas vainas plenamente visibles en la parte superior de la planta, vainas inferiores con su longitud completa.
- V — Hojas inferiores amarillándose, granos completamente desarrollados. En cada uno de los estados se midió la altura de la planta.

El IAF y la M.S. se determinaron de un metro lineal de surco. Para calcular el área foliar se tomaron 10 hojas al azar, se determinó su área por el método heliográfico y se llevaron a secamiento para calcular una constante que relacionaba el peso seco al área.

La materia seca acumulada se tomó por el peso constante después del secamiento en una estufa a 70°C de la parte aérea de la planta (hojas, tallos, vainas y grano). La intercepción de luz fué medida por medio de fotocélulas de selenio montadas sobre un tubo. Las fotocélulas estaban conectadas a un amperímetro. El cálculo de la intercepción se hizo mediante la fórmula % de Intercepción de Luz =

$$\sum_{I=1}^n \frac{I_i}{n I_0} \times 100$$

I^1 = Lectura de Luz medida a través de los surcos en la base de las plantas.

I_0 = Intensidad de Luz sobre la superficie del suelo sin plantas.

n = Número de medidas. (7).

Se registraron además, dentro de cada población los siguientes datos: rendimiento, altura de carga, ramificación lateral, grado de volcamiento y peso de mil semillas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimiento, Índice del Area Foliar, Intercepción de Luz y Acumulación de Materia Seca.

Los mayores rendimientos se alcanzaron con la variedad Hill en los dos semestres, con un 18% más que las variedades 201-3-2-M (6) y Pelican SM-ICA los cuales no presentaron diferencias apreciables. En el primer semestre se obtuvo un 43.35% más de rendimiento que en el segundo, debido principalmente a la mejor distribución de las

lluvias y a diferencias en la radiación solar. (27.1% más de brillo solar en el segundo semestre de 1968). El comportamiento de las variedades no fué similar en los dos experimentos. Cambios en la población, mostraron diferencias en rendimiento pero las poblaciones óptimas no fueron las mismas para las tres variedades. En la figura 1, se presenta la curva de rendimientos promedios, se puede observar que las tres variedades permiten variaciones en su población sin afectar sustancialmente sus rendimientos. La variedad Hill permite variaciones de 208.333 a 833.333 plantas por hectárea; 116.666 a 416.666 plantas por hectárea para la variedad 201-3-2-M (6) y 138.333 a 276.666 plantas por hectárea, para la variedad Pelican SM-ICA. Lo anterior sugiere que la planta de soya, permite variaciones en su población sin afectar apreciablemente sus rendimientos y que el mayor o menor rango de variación está determinado por el tipo de crecimiento de la variedad.

El índice de área foliar se incrementó con el incremento de la población. A medida que aumentó el desarrollo de la planta se observó un rápido incremento del área foliar. (Cuadro 2). Este incremento no fué el mismo para todas las variedades. El máximo índice de área foliar se alcanzó entre la floración completa y el desarrollo total de las vainas. La variedad Pelican SM-ICA exhibió el más alto índice de Área Foliar, en todas las poblaciones, mientras que las variedades 201-3-2-M (6) y Hill mostraron índices más bajos.

En el estado de granos desarrollados y hojas bajas amarillándose, decreció el índice de área foliar, en todas las variedades. La reducción promedia fué de 17.5% para la variedad Hill, 60.5% para la variedad 201-3-2-M (6) y 52.5% para la variedad Pelican SM-ICA. la reducción del índice de Área Foliar se debe a la caída de las hojas bajas y es mayor en la más alta población. Las diferencias observadas en el IAF a través del crecimiento de la planta en las tres variedades, se considerarán genéticas; la variedad de porte alto y crecimiento indeterminado sobrepasó a las variedades de porte medio indeterminado y porte bajo determinado (Figura 2).

Porcentajes de intercepción de luz, de las tres variedades en las seis poblaciones a través de cinco estados de crecimiento se presentan en el Cuadro 3. Los datos demuestran que la variación en población, tipo y porte de la planta influyen el porcentaje de intercepción. Las variaciones en el área foliar, debido a densidad de población y tipo de planta, causaron variaciones en el porcentaje de intercepción de luz en el presente experimento. La variedad Pelican SM-ICA de porte alto presentó los mayores porcentajes de intercepción. Las variedades 201-3-2-M (6) de porte medio y Hill de porte bajo, presentan diferencias muy marcadas a baja población. Lo anterior sugiere que las variedades altas tienden a formar una mayor cobertura del follaje lo cual les permite interceptar una mayor cantidad de luz. La baja intercepción de la variedad de porte bajo y determinado se debe principalmente al bajo índice de área foliar exhibido. La máxima intercepción para las tres variedades, se alcanzó en el estado de granos desarrollados y hojas bajas amarillándose.

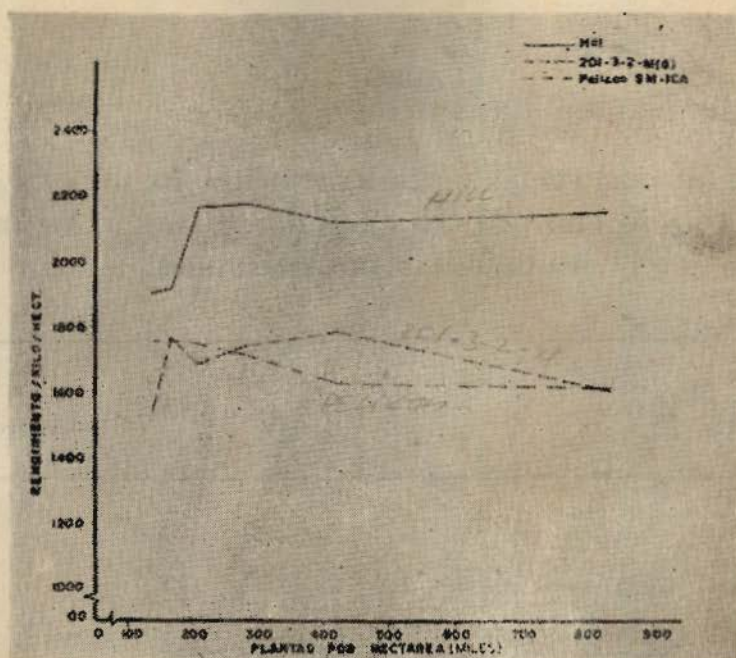


FIGURA 1.— Efecto de la densidad de población sobre el rendimiento de tres genotipos de soya. (Promedio de dos semestres).

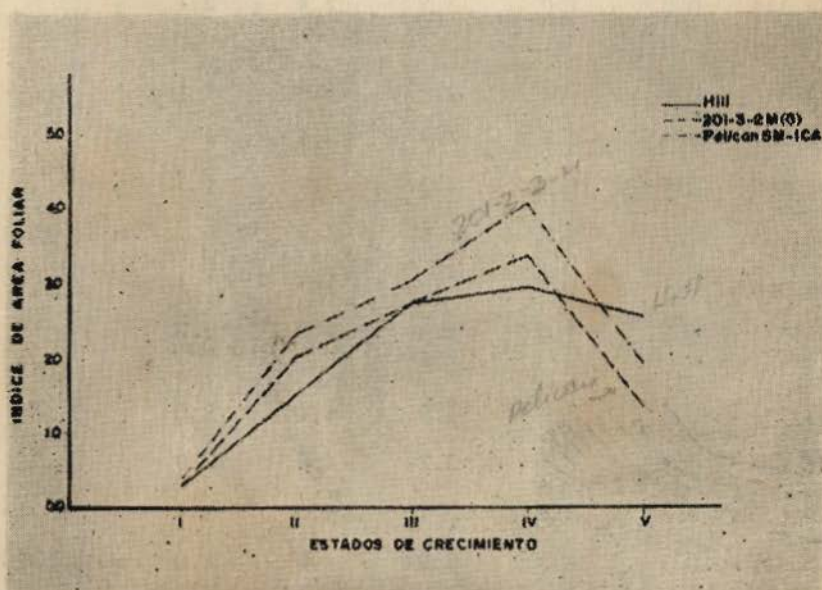


FIGURA 2.— Indice de Area Foliar de tres genotipos de soya en cinco estados de crecimiento. (Promedio de dos semestres y seis poblaciones).

— CUADRO 2 —

INDICE DE AREA FOLIAR DE TRES GENOTIPOS DE SOYA EN CINCO ESTADOS DE CRECIMIENTO Y SEIS DENSIDADES DE SIEMBRA (PROMEDIO DE DOS SEMESTRES).

Plantas por Hectárea	Estados de Crecimiento					Variedades
	I	II	III	IV	V	
833.333	0.6	2.1	3.3	3.5	2.7	
416.666	0.4	2.0	2.9	3.1	2.7	
276.666	0.3	1.6	2.7	3.0	2.5	
208.333	0.3	1.5	2.9	2.7	2.2	Hill
166.666	0.2	1.0	2.3	2.7	2.4	
138.333	0.2	1.0	2.5	2.4	2.1	
833.333	0.6	2.9	3.1	3.4	1.1	
416.666	0.4	2.8	2.9	3.4	1.5	
276.666	0.3	1.9	2.7	3.5	1.3	
208.333	0.3	1.7	2.8	3.5	1.4	201-3-2-M(6)
166.666	0.2	1.7	2.6	3.3	1.3	
138.333	0.1	1.1	1.8	2.8	1.3	
833.333	0.6	2.9	3.9	4.1	2.0	
416.666	0.4	2.7	3.2	4.6	2.0	
276.666	0.3	2.6	3.1	4.3	1.6	
208.333	0.3	2.2	2.9	4.0	2.0	Pelican SM-ICA
166.666	0.3	1.8	2.5	3.6	1.6	
138.333	0.2	1.7	2.3	3.7	2.2	

— CUADRO No. 3 —

PORCENTAJE DE INTERCEPCION DE LUZ DE TRES GENOTIPOS DE SOYA EN CINCO ESTADOS DE CRECIMIENTO Y SEIS DESIDADES DE SIEMBRA. (PROMEDIO DE DOS SEMESTRES).

Plantas por Hectárea	Estados de Crecimiento					Variedades
	I	II	III	IV	V	
833.333	24.3	51.7	75.5	88.3	93.0	
416.666	20.8	28.6	71.9	87.4	93.0	
276.666	21.8	36.5	61.4	83.2	92.4	
208.333	17.7	34.0	59.8	82.0	92.0	Hill
166.666	11.7	31.3	49.5	72.4	87.9	
138.333	10.4	23.4	48.7	72.4	87.7	
833.333	24.1	50.4	77.3	94.0	95.1	
416.666	21.6	43.9	74.6	94.4	95.8	
276.666	15.3	36.7	67.9	93.5	94.7	
208.333	12.2	32.4	62.6	89.9	93.5	201.3-2-M(6)
166.666	13.6	28.2	57.2	90.4	93.3	
138.333	11.7	19.1	52.8	86.4	92.0	
833.333	23.2	46.7	81.9	91.2	95.0	
416.666	23.5	41.2	75.1	92.0	95.5	
276.666	18.8	38.1	69.8	90.0	95.6	
208.333	14.8	30.6	61.3	91.0	96.0	Pelican SM-ICA
166.666	11.5	26.8	59.5	89.5	95.3	
138.333	14.5	24.6	48.8	87.6	94.0	

La acumulación de materia seca se incrementa con la población y fue mayor en la 201-3-2-M (6) y Pelican SM-ICA, en los dos primeros estados de crecimiento. En el estado de completa floración la variedad Hill sigue un incremento normal de acumulación mientras que las variedades 201-3-2-M (6) y Pelican SM - ICA reducen su porcentaje de acumulación (Cuadro 4).

— CUADRO No. 4 —

PORCENTAJE DE ACUMULACION DE MATERIA SECA (EN GRANOS POR METRO LINEAL DE SURCO), DE TRES GENOTIPOS DE SOYA EN CINCO ESTADOS DE CRECIMIENTO Y SEIS DENSIDADES DE SIEMBRA. (PROMEDIO DE DOS SEMESTRES).

Plantas por Hectárea	Estados de Crecimiento					Variedades
	I	II	III	IV	V	
833.333	5.2	17.5	16.6	16.5	43.5	
416.666	4.8	17.8	11.9	23.3	42.0	
276.666	3.4	15.7	18.6	18.2	43.5	
208.333	3.4	14.6	16.5	23.0	41.9	Hill
166.666	2.8	12.5	17.0	18.2	49.2	
138.333	2.8	12.3	19.2	19.2	45.6	
833.333	5.6	21.5	6.1	45.0	18.2	
416.666	4.4	20.6	11.0	46.3	17.3	
276.666	3.8	17.9	8.8	44.4	24.9	
208.333	3.0	17.2	8.4	46.8	23.3	201-3-2-M(6)
166.666	2.9	15.6	8.0	50.0	22.1	
138.333	2.2	12.9	9.2	44.3	30.9	
833.333	5.3	21.2	10.3	30.3	31.8	
416.666	3.7	21.5	5.2	25.1	25.7	
276.666	3.9	23.7	7.9	42.5	20.5	
208.333	3.0	18.6	6.8	45.7	25.8	Pelican SM-ICA
166.666	2.7	18.4	6.8	46.9	25.6	
138.333	2.4	15.2	5.9	43.3	32.2	

En el estado de formación de vainas, el porcentaje de acumulación de materia seca, es similar al presentado en el estado de floración en la variedad Hill, en cambio en las variedades 201-3-2-M (6) y Pelican SM-ICA, se incrementa la materia seca, alcanzando el máximo porcentaje de acumulación, en este estado. En el estado de granos desarrollados y hojas bajas amarillándose, el incremento de materia seca es máximo para la variedad Hill, mientras que las variedades 201-3-2M (6) y Pelican SM-ICA reducen sus porcentajes.

El bajo porcentaje de acumulación de materia seca, para las variedades 201-3-2-M (6) y Pelican SM-ICA, a pesar de los altos porcentajes de intercepción en el estado de granos desarrollados y hojas bajas amarillándose es posiblemente una consecuencia de un mayor sombrío de las hojas bajas, las cuales se amarillan y se caen, causando un desbalance fotosintético. En cambio en la variedad Hill, a pesar de su bajo porcentaje de intercepción de luz con respecto a las otras dos variedades, sugiere una mejor distribución de la intercepción e intercepción en hojas bajas ya que el IAF permaneció casi constante después de alcanzar el máximo, lo cual lleva consigo una mayor eficiencia de la energía interceptada (12).

El análisis estadístico del porcentaje de acumulación de materia seca en el quinto estado e iguales porcentajes de acumulación ~~en las~~ en las tres variedades e iguales porcentajes de acumulación en las poblaciones estudiadas.

La diferenciación en los porcentajes de acumulación comienza en la etapa de completa floración; lo cual sugiere que el tipo determinado e indeterminado es condición importante para diferencias en acumulación. La variedad Hill es una variedad determinada, o sea que cesa su crecimiento vegetativo cuando comienza la floración (1, 2). En cambio las variedades indeterminadas como la 201-3-2-M (6) y la Pelican SM-ICA, continúan su crecimiento vegetativo después de que empieza la floración, (1). (Figura 3). La variedad Hill florece a los 30 días, mientras que las variedades 201-3-2M (6) y Pelican SM-ICA florecen a los 34 días. La duración de la floración en las variedades Pelican SM-ICA y 201-3-2-M (6), es alrededor de 28 días, mientras que en la variedad Hill es de sólo 3 días. Esta larga duración de la floración, mayor acumulación de materia seca y de crecimiento vegetativo, en el estado de formación de vainas, de las variedades Pelican SM-ICA y 201-3-2-M (6), posiblemente no sea una condición favorable, ya que si asumimos que no hay una previa acumulación de carbohidratos, los cuales sean más tarde trasladados a la, semilla, es de esperarse que el porcentaje de intercepción de luz y materia seca producida durante el desarrollo del grano son los únicos factores responsables de los rendimientos altos o bajos.

Además, si el crecimiento vegetativo continúa a la par que el período reproductivo, es de esperarse una competencia dentro de la planta por los carbohidratos disponibles, resultando menos carbohidratos para producir semilla.

La habilidad de la variedad Hill para altos rendimientos sugiere que variedades determinadas sean un objetivo de mejoramiento en el Valle del Cauca.

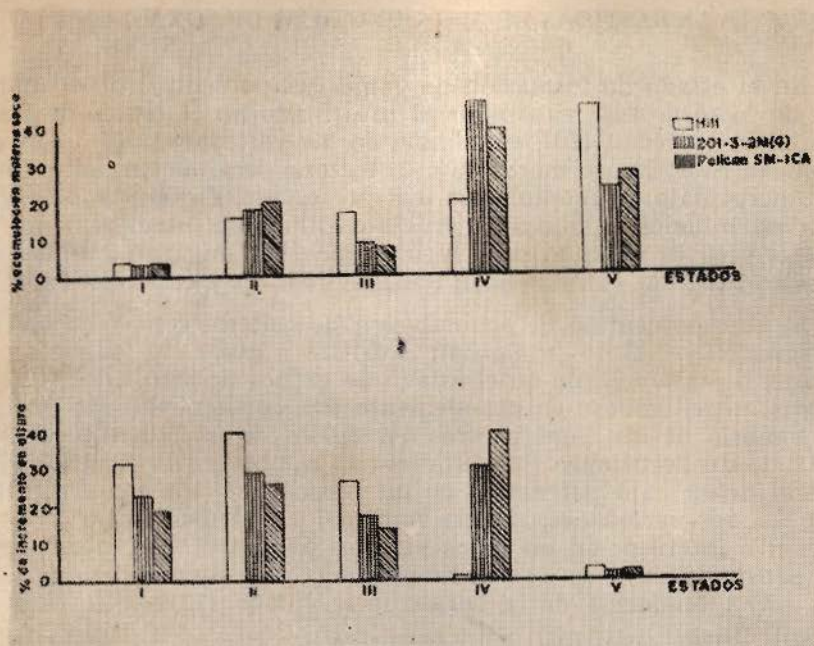


FIGURA 3.— Porcentaje de acumulación de Materia Seca e incremento en la altura de la planta de tres genotipos de soja en cinco estados de crecimiento. (Promedio de dos semestres y seis poblaciones).

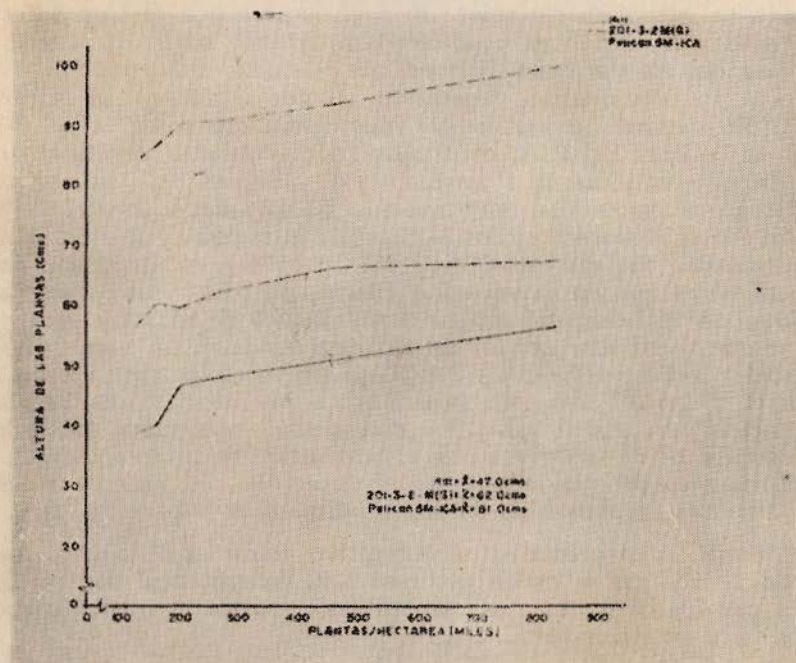


FIGURA 4.— Efecto de la densidad de población sobre la altura de la planta en tres genotipos de soja. (Promedio de dos semestres).

EFEECTO DE LA DENSIDAD DE POBLACION SOBRE ALGUNAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS EN TRES GENOTIPOS DE SOYA

Población	Altura de Carga* (cms)	Ramificación Ramas x Pl.	Peso de mil Semillas (grs.)	Volcamiento**	Variedad
833.333	10.5	1.6	169.8	2.5	Hill
416.666	9.0	3.9	171.0	2.1	
276.666	5.5	3.7	171.3	1.4	
208.333	4.0	4.5	170.6	1.3	
166.666	3.0	5.5	175.1	1.0	
138.333	2.0	6.0	176.5	1.0	
833.333	11.5	0.2	176.1	3.0	201-3-2-M(6)
416.666	8.0	1.0	182.8	2.5	
276.666	5.5	1.8	177.5	1.9	
208.333	4.0	3.1	181.5	1.4	
166.666	4.0	4.1	175.2	1.3	
138.333	3.5	5.6	174.3	1.2	
833.333	13.5	0.1	147.9	3.7	Pelican SM-ICA
416.666	13.0	0.3	153.0	2.7	
276.666	10.0	0.9	156.9	2.5	
208.333	10.0	1.2	155.5	1.5	
166.666	4.5	2.5	149.9	2.5	
138.333	4.3	3.2	154.0	2.0	

* Altura de Carga = Distancia de la superficie del suelo a inserción de la primera vaina.

** Volcamiento = 1 plantas erectas.
5 plantas postradas .

Otras Características.

En la Figura 4 se presenta la relación altura población. Como se puede observar, la altura se incrementa con el incremento de la población. La mayor respuesta en altura, debido a cambios en población se observó en la variedad Hill con un 31.4%, entre la más alta y baja población, contra un 16.2% y 15.5% de las variedades 201-3-2-M (6) y Pelican SM-ICA respectivamente. Lo anterior indica que la respuesta de la altura de planta por cambios en población, están condicionado por el porte de la planta.

En el Cuadro 5, se presentan una serie de características agronómicas estudiadas. Se puede observar que la densidad de población influyó la altura de carga, el volcamiento y el número de ramas por planta. A altas poblaciones la altura de carga y el volcamiento se incrementaron, mientras que el número de ramas por planta, disminuyó. La mayor ramificación se obtuvo con la variedad Hill, mientras que la variedad Pelican SM-ICA presentó baja ramificación. Esta ausencia de ramificación lateral y el mayor crecimiento de la planta así como su mayor altura de carga, de la variedad Pelican SM-ICA, la hace recomendable para mecanización. El carácter, peso de mil semillas, permite apreciar un mayor tamaño de grano, en la variedad 201-3-2-M (6), seguido por las variedades Hill y Pelican SM-ICA; este carácter permaneció constante en todas las poblaciones.

RESUMEN

El presente estudio se realizó con el objetivo de comparar ciertas características agronómicas y fisiológicas en tres variedades de soya en condiciones de ambiente tropical. Se usaron las variedades Hill de porte bajo y crecimiento determinado, 201-3-2-M (6) de porte medio y crecimiento semi-determinado y Pelican SM-ICA, de porte alto y crecimiento semi-determinado y se compararon en seis poblaciones diferentes, (833.333, 416.666, 276.666, 208.333, 166.666 y 138.333 plantas por hectárea).

Las tres variedades interceptaron mayor porcentaje de luz con el incremento de la población. La intercepción máxima en Pelican SM-ICA fue similar en todas las poblaciones.

El índice de área foliar se incrementó con el incremento de la población hasta un máximo en las tres variedades. La variedad Pelican SM-ICA presentó el mayor índice de área foliar; al menor se encontró en la variedad Hill.

Mayores incrementos de producción de materia seca se encontraron en los estados de formación de vainas y llenado del grano.

Cada variedad tiene un rango de variación en población sin variar apreciablemente sus rendimientos.

La habilidad de la variedad Hill para producir altos rendimientos sugiere que variedades de crecimiento similar sean un objetivo de mejoramiento para las condiciones del Valle del Cauca.

Al aumentar la población por hectárea se incrementó la altura de la planta, la altura de carga y el grado de volcamiento, mientras que el número de ramas por planta disminuyó. El tamaño de la semilla permaneció constante a las diferentes poblaciones en las tres variedades.

S U M M A R Y

Agronomic and physiologic traits were studied in three soybean varieties in a tropical environment. Varieties Hill, 201-3-2M (6) and Pelican SM-ICA were used in this study. Hill is a short variety with determinate growth; 201-3-2M (6) is medium in height with semi-determinate growth; Pelican SM-ICA is tall and semi-determinate. Six plant populations were used for each variety (833.300, 416.666, 276.666, 208.333, 166.666 and 138.333 plants per hectare).

Light interception increased with increased population in all three varieties. Maximum interception of Pelican SM-ICA was similar in all populations.

Leaf area index increased as population increased in all three varieties. Pelican SM-ICA showed the highest leaf area index and Hill the lowest.

The stage from pod formation to pod filling showed the greatest increase in dry matter production. Each variety seems to have a range of variation in plant population without great variation in yield. The yielding ability of Hill suggests that varieties of similar type would be desirable for the Cauca Valley.

Plant height, height of first pod and lodging were increased as population increased but branching decreased. Seed size was constant at all populations.

BIBLIOGRAFIA

1. *AHNWAL, J. J. and T. E. THOMPSON.— How a soybean plant develops. Iowa State University. Special Report 53. 1967.
2. HARTWIG, E. E.— Report of travel to Colombia. December 2-15. 1968.
3. HICKS, D. R., J. W. PENDLETON, R. L. BERNARD and T. J. JOHNTON.— Response of soybean plant types to planting patterns. Agron. J. 61 (2); 290-293. 1969.

4. JOHNSON, B. J. and H. B. HARRIS.— Influence of plant population on yield and other characteristics of soybeans. *Agron. J.* 59 (4): 447-449.
5. LAHMAN, W. E. and J. W. LAMBERT.— Effects of spacing of soybean plants between and within row on yield and its components. *Agron. J.* 52 (1): 84-86. 1960.
6. OBA, T. et. al.— Studies on blooming and fruiting in soybeans plant. *Crop Sci. Soc. Japan.* 30: 68-71. 1961.
7. PEARCE, R. B. R. H. BROWN and R. E. BLASER.— Photosynthesis in plant communities as influence by leaf Angle. *Croj. Sci.* 7 (4): 321-324. 1967.
8. PROBST, A. H. — Influence of Spacing on yield and other characteristics in soybeans. *J. Am. Soc. Agron.* 37: 549-554. 1945.
9. SAKAMOTO, C. M. and R. H. SAW.— Light distribution in Field Soybean Canopies *Agron. J.* 59 (1): 7-9. 1967.
10. SHAW, R. H. and C. R. WEBER.— Effects of Canopy arrangements on Light interception and yield of soybeans. *Agron. J.* 59 (2): 155-159. 1967.
11. SHIBLES, R. M. and C. R. WEBER.— Leaf area, solar radiation interception and dry Matter Production by Soybeans. *Crop. Sci.* 5 (5): 575-578. 1965.
12. SHIBLES, R. M. and C. R. WEBER.— Interception of solar radiation and Dry Matter production by various soybean planting patterns. *Crop. Sci.* 6 (1): 55-59. 1966.
13. WEBER, C. R. SHIBLES, and D. E. BYTH.— Effect of plant population and row spacing on soybean development and production. *Agron. J.* 58 (1): 99-102. 1966.