

PRUEBAS COMPARATIVAS DE CULTIVARES DE SOYA (*Glycine max* (L) MERR.) EN CINCO EPOCAS DE SIEMBRA EN GUANACASTE¹

Rodrigo Alfaro M.*

ABSTRACT

Comparative tests of soybean cultivars (*Glycine max* (L) Merr.) during five different planting seasons in Guanacaste. The main agronomic characteristics and yield of 31 soybean cultivars were studied under tropical conditions during five cropping seasons from 1973 to 1976, in Guanacaste, Costa Rica; only eight cultivars were included in all trials.

All cultivars reached their maximum height and highest yields when planted in May, despite the fact that the normal fluctuation of the photoperiod is rather small (69 minutes) between June and December. There was no inverse relationship between earliness and yielding capacity, as shown by the fact that early, intermediate and late cultivars all gave satisfactory crops, except when planted in November.

Although planting under long photoperiods usually resulted in highest yields, that was also the season when disease attack was very severe as a result of the heavy rains.

INTRODUCCION

La soya es originaria del Lejano Oriente. El grano contiene de 35 a 52% de proteína, de 18 a 22% de aceite, vitaminas y minerales (10). Debido a su alto valor protéico se le utiliza en la alimentación humana y animal; el aceite tiene gran demanda como materia prima para la preparación de múltiples productos industriales. En años recientes el cultivo de la soya ha despertado interés en el agricultor costarricense y, en el campo industrial, se han dado los primeros pasos para elaborar alimentos ricos en proteína y energía, principalmente para consumo humano.

La investigación que se ha realizado en Costa Rica con esta importante leguminosa se ha circunscrito, casi en su totalidad, al ensayo de cultivares originados en otros países, cultivándoseles

bajo diferentes condiciones de altitud y época de siembra (1,2,5,9,14,15). Los resultados así obtenidos indican que la adaptabilidad de la especie es variable y que los mejores rendimientos se obtienen con cultivares de maduración tardía, sembrados al inicio de la época lluviosa, cuando la duración del día es mayor. El potencial agronómico de la soya en Costa Rica es relativamente alto, a pesar de las limitaciones impuestas por el fotoperíodo (7) y la precipitación pluvial. De acuerdo con la información disponible, el rendimiento puede oscilar entre 1,6 y 4,0 toneladas por hectárea a escala experimental (1,2,5,10,14,15). Los cultivares que mejores cosechas han producido son: Júpiter, con 4 ton/ha, sembrado en Alajuela en el mes de mayo (A. Pinchinat, comunicación personal); Bragg, Hardee, Davies, Williams, Clark-63, Biloxi y Semmes, los que han rendido entre 3 y 3,4 ton/ha en la costa del Pacífico, en siembras hechas desde enero hasta setiembre (5,15). Otros cultivares prometedores son: Pelican-1, Brasil L-652-2, Glycine-27 y Volstate, todos con rendimientos superiores a 2,5 ton/ha (2). Improved Pelican ha producido alrededor de 1,7 ton/ha, en Alajuela a 850 m de altitud, aproximadamente, y en Barranca, Puntarenas, casi al nivel del mar (1,14).

¹ Recibido para su publicación el 31 de marzo de 1977

* Ingeniero Agrónomo Fitomejorador, Departamento de Agronomía, Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica.

La soya es una planta de días cortos (3,6,11), que florece sólo cuando el período nocturno excede las 10 horas; también la floración se intensifica en respuesta al aumento de la longitud del período diurno (6). Cuando un cultivar, desarrollado para las condiciones ambientales de las zonas templadas, se siembra en el trópico, donde predominan los días cortos, florece a temprana edad y su rendimiento es relativamente bajo (7). Esto explica la disminución de la cosecha que ocurre simultáneamente con la reducción del número de horas luz, entre junio y diciembre (1,2,5). La época más propicia para el crecimiento de la planta y la producción de frijol soya, es la estación lluviosa; desafortunadamente, bajo estas condiciones también proliferan los agentes patogénicos, aumenta el acame y se reduce considerablemente la calidad del grano (4,11,12).

El presente trabajo tuvo por objeto evaluar cinco colecciones de cultivares de soya pertenecientes a diferentes grupos de maduración, las cuales fueron preparadas por el Programa Internacional de Soya (INTSOY) de la Universidad de Illinois, Estados Unidos. Las siembras se hicieron en cinco fechas distintas, a baja altitud sobre el nivel del mar, en Guanacaste, entre 1973 y 1976.

MATERIALES Y METODOS

El estudio comprendió de cinco ensayos, cuatro de los cuales se realizaron en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez y fueron sembrados el 30 de noviembre de 1973, el 29 de mayo de 1974, el 6 de octubre de 1975 y el 18 de agosto de 1976, respectivamente. La Estación está ubicada cerca de Cañas, Guanacaste, a una latitud norte de $10^{\circ}24' 48''$ y longitud oeste de $85^{\circ}08' 52''$, con altitud de 8 m sobre el nivel del mar. La precipitación anual promedio es de 1.729 mm y las temperaturas promedios mínimas y máximas de 22 y 32 C, respectivamente. Además se realizó un quinto ensayo en Veintisiete de Abril, distrito 3^o del cantón de Santa Cruz, que fue sembrado el 3 de setiembre de 1975. Esta localidad se encuentra a una latitud norte de $10^{\circ}14' 49''$ y $85^{\circ}42' 33''$ de longitud oeste, a una altitud de 43 m. La precipitación anual promedio es de 1.933 mm y las temperaturas promedios mínimas y máximas anuales de 22 y 33 C, respectivamente.

* Marca registrada por "The Nitragin Co.", U.S.A.

Los suelos de la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez son francos, fértiles, planos, profundos y con buen drenaje interno. El suelo de Veintisiete de Abril es franco-arcilloso, plano, fértil y de drenaje moderado.

Se evaluó treinta y un cultivares comerciales, en su mayoría de origen norteamericano; sin embargo, únicamente ocho fueron incluidos en todos los ensayos: Hampton, Semmes, Davis, Clark 63, Williams, Júpiter, Calland e Improved Pelican; éste se usó como testigo. Otros materiales fueron: Hutton, Bragg, Lee, Pickett, Dare, Hill, Bonus, Adelpia, Harosoy 63, Hark, Cutler, Forrest, Cobb, Bossier, Tracy, Hardee, Ranson, Woodworth, Columbus, Negra, V-1, V-10 y Coker Hampton 266-A. En todos los experimentos se utilizó el producto comercial Nitragin*, como fuente de *Rhizobium japonicum* para inocular la semilla.

En los ensayos iniciados en noviembre de 1973 y mayo de 1974, se utilizó parcelas de 4 surcos de 6 m de largo, separados a 60 cm. En los experimentos de setiembre y octubre de 1975 y agosto de 1976, se usó parcelas de 4 surcos de 5 m de largo y una separación de 60 cm. En todos los casos la parcela útil estuvo constituida por los dos surcos centrales. Además, el primero de estos ensayos estuvo bajo riego por aspersión durante todo el ciclo; se regó por espacio de una hora a intervalos de 10 días.

La evaluación fitosanitaria del material incluido en el ensayo de mayo de 1974, se hizo en el Laboratorio de Fitopatología del Ministerio de Agricultura y Ganadería y estuvo a cargo del Ing. Berlin Nelson.

Para calificar el volcamiento o acame, la dehiscencia y la calidad del grano, se empleó las escalas siguientes:

A. *Volcamiento*: 1 = casi todas las plantas erectas; 2 = todas las plantas ligeramente inclinadas o unas pocas volcadas; 3 = todas las plantas moderadamente inclinadas (a un ángulo de 45°) o bien, de 25 a 50 por ciento de las plantas tendidas; 4 = todas las plantas considerablemente volcadas o bien, de 50 a 80 por ciento tendidas; 5 = todas las plantas tendidas.

B. *Dehiscencia*: 1 = ningún derrame de granos en el suelo; 2 = de 1 a 10 por ciento de derrame; 3 = de 10 a 25 por ciento de derrame; 4 = de 25

a 50 por ciento de derrame; 5 = más del 50 por ciento de la cosecha en el suelo.

C. *Calidad del grano*: 1 = muy buena; 2 = buena; 3 = regular; 4 = pobre; 5 = muy pobre.

agronómicas se muestran del Cuadro 1 al 5. En las Figuras 1 y 2 se muestran las relaciones entre el rendimiento promedio de grano o la altura promedio de planta de esos mismos cultivares con la época de siembra.

RESULTADOS Y DISCUSION

La producción de grano de los 31 cultivares y los promedios de sus principales características

En la Figura 3 y en el Cuadro 6 se presentan los rendimientos, los períodos de crecimiento de las vainas y los grupos de maduración de los ocho cultivares que fueron estudiados en todas las pruebas.

Cuadro 1. Rendimiento y características agronómicas de los 20 cultivares probados en el experimento 1, sembrado el 30 de noviembre de 1973 en la estación exp. Enrique Jiménez N.

Cultivar	Rendimiento ton/ha	Días a flor	Días a cosecha	Altura planta	Vainas/planta cm	Plantas cosechadas	Acame	Dehiscencia	Calidad semilla
Williams	1.55 a*	28 fghi	89 cd	35.0 cd	18 d	335 abc	1.0 c	1.0 a	2.0 a
Adelphia	1.54 a	28 hij	95 bcd	31.8 cde	22 bcd	263 def	1.0 c	1.0 a	2.0 a
Clark 63	1.54 a	28 ghi	93 cde	36.3 c	19 d	376 a	1.1 b	1.0 a	2.0 a
Bonus	1.51 a	25 l	91 de	34.8 cd	24 abcd	274 a	1.0 c	1.0 a	2.0 a
Calland	1.49 a	28 ghi	94 cde	36.0 c	29 ab	242 ef	1.1 b	1.0 a	2.0 a
Cutler	1.49 a	26 jk	98 bc	36.0 c	19 d	351 ab	1.2 b	1.0 a	2.0 a
Davis	1.47 a	32 bc	99 b	32.2 cde	23 abcd	233 f	1.0 c	1.0 a	2.0 a
Pickett	1.47 ab	30 defg	91 de	29.5 de	18 d	338 abc	1.0 c	1.0 a	2.0 a
Imp. Pelican	1.44 ab	34 a	89 e	49.5 b	28 abc	320 abcd	1.1 d	1.0 a	2.0 a
Hardee	1.42 ab	31 bcd	89 e	34.0 cd	22 abc	247 ef	1.0 c	1.0 a	2.0 a
Hutton	1.40 ab	30 cdef	89 e	31.0 cde	19 d	249 ef	1.0 c	1.0 a	2.0 a
Semmes	1.38 ab	30 cdef	95 bcd	27.5 f	17 e	244 ef	1.0 c	1.0 a	2.0 a
Dare	1.38 ab	31 bcd	90 de	31.3 cde	20 d	228 f	1.0 c	1.0 a	2.0 a
Harosoy 63	1.31 ab	27 ijk	82 f	35.0 cd	26 abcd	234 f	1.0 c	1.0 a	2.0 a
Hark	1.27 ab	26 k	82 f	32.5 cde	20 cd	260 def	1.0 c	1.0 a	2.0 a
C. Hampton 266 A	1.23 ab	29 efgh	98 bc	33.3 cde	17 e	243 ef	1.0 c	1.0 a	2.0 a
Bregg	1.23 ab	31 bcde	84 f	34.3 cd	17 e	330 abc	1.0 c	1.0 a	2.0 a
Lee 68	1.22 ab	28 hij	83 f	28.0 e	18 d	281 cdef	1.0 c	1.0 a	2.0 a
Hill	1.14 b	32 b	83 f	23.0 cde	31 a	174 g	1.0 c	1.0 a	2.0 a
Júpiter	1.00 b	30 a	105 a	60.3 a	18 d	299 bcde	1.6 a	1.0 a	2.5 a
Promedio	1.37	59	91	35.0	21	276	1.0	1.0	2.0

* Las cantidades seguidas por letras iguales no difieren significativamente entre sí, según la prueba de Duncan (0,05).

Cuadro 2. Rendimiento y características agronómicas de los 15 cultivares probados en el experimento 2, sembrado el 29 de mayo de 1974 en la Estación Exp. Enrique Jiménez Núñez.

Cultivar	Rendimiento ton/ha	Días a flor	Días a cosecha	Altura planta cm	Altura primera vaina cm	Vaina/ planta	Plantas cosecha- das	Acame	Dehis- cencia	Ca ser
Clark 63	3.35 a*	28 g	87 f	83.5 cd	12.5 bc	30 g	213 ab	1.2 b	1.0 b	1
Williams	3.29 a	28 g	86 f	76.5 def	12.8 bc	29 g	180 cd	1.1 b	1.0 b	1
Bonus	3.05 ab	28 g	84 f	77.8 cde	15.0 ab	29 g	230 a	1.1 b	1.0 b	1
Hampton	2.92 ab	34 e	103 c	56.0 g	7.8 d	50 def	173 d	1.0 b	1.0 b	2
Bossier	2.89 abc	39 c	106 b	94.0 bc	12.0 bc	62 bcd	195 bcd	1.9 a	1.0 b	1
Bragg	2.91 abcd	34 e	99 d	68.5 def	9.3 c	47 ef	213 ab	1.2 b	1.0 b	4
Davis	2.64 abcd	38 f	93 e	59.0 f	8.0 d	58 bcde	170 d	1.0 b	1.0 b	1
Calland	2.46 bcd	28 g	86 f	78.3 cde	14.5 ab	29 g	208 abc	1.0 b	1.0 b	1
Forrest	2.36 bcd	34 e	93 e	61.8 ef	8.0 d	64 bc	153 e	1.0 b	1.0 b	5
Júpiter	2.32 bcd	42 a	119 a	103.8 b	17.0 a	80 a	190 bcd	1.9 a	1.2 a	4
Semmes	2.07 cd	33 f	106 b	57.3 g	6.8 d	38 f	205 abc	1.0 b	1.0 b	5
Tracy	1.94 d	28 g	93 e	60.5 ef	7.0 d	41 f	176 d	1.0 b	1.0 b	4
Hill	1.71 e	34 e	93 e	50.8 g	8.3 d	57 cde	113 e	1.0 b	1.0 b	3
Hardee	**	38 b	---	75.8 cde	7.0 d	71 ab	---	1.2 b	1.0 b	---
Imp. Pelican	**	41 b	---	132.3 a	14.0 ab	71 ab	---	2.0 a	1.0 b	---
Promedio	2.59	34	96	76.0	10.7	50	186	1.3	1.0	2.

* Las cantidades seguidas por letras iguales no difieren significativamente entre sí, según la prueba de Duncan (0,05).

** La producción de Hardee e Imp. Pelican se perdió a causa de la excesiva precipitación en el momento de la cosecha.

Rendimiento

Los materiales variaron significativamente en su comportamiento: Williams, Clark 63 y Davis en tres de las cinco pruebas, alcanzaron las mayores producciones; en las otras dos sus rendimientos fueron intermedios. También se destacaron con niveles satisfactorios de producción los cultivares Júpiter, Improved Pelican y Hampton, aunque mostraron mayor variabilidad. Los rendimientos más bajos corresponden a Calland y Semmes. Cabe señalar que la producción de Júpiter en la primera prueba se redujo anormalmente por defectos en el riego durante el período crítico de llenado de vaina (Figura 3).

El efecto limitante del fotoperíodo sobre la productividad de la soya se deduce fácilmente de las Figuras 1, 2, 3, 4 y 5, así como del Cuadro 6. Es notorio que, conforme la siembra se realiza bajo condiciones de fotoperíodo cada vez más corto, se reduce el rendimiento de 2.7 a 1.4 ton/ha y la altura de planta de 76 a 35 cm. Esta reducción tan acentuada ocurre aunque la variación en la longitud del día es de sólo 64 minutos entre junio y diciembre para la provincia de Guanacaste (H. Hidalgo, Instituto Meteorológico Nacional, comunicación personal). Un efecto similar sobre la producción de soya también ha sido constatado por otros investigadores (1,2,3,5,7,12,14).

Cuadro 3. Rendimiento y características agronómicas de los 15 cultivares probados en el experimento 3, sembrado el 3 de setiembre de 1975 en Veintiseis de Abril, Santa Cruz.

Cultivar	Rendimiento ton/ha	Días a flor	Días a cosecha	Altura planta cm	Altura primera vaina cm	Vainas/ planta	Plantas cosecha- das	Acame	Dehis- cencia	Calidad semilla
Davis	2.36 a*	32 b	105 a	33.8 g	7.5 cde	26 b	192 a	1.2 c	1.0 a	1 a
Columbus	2.23 ab	27 c	101 c	67.0 c	10.8 bc	32 b	152 bcd	1.3 c	1.0 b	1 abc
Júpiter	1.92 abc	35 a	105 a	83.5 b	13.3 ab	28 b	167 abc	1.7 ab	1.0 b	2 abc
Forrest	1.87 abc	28 d	101 c	37.5 g	8.8 cde	33 b	170 abc	1.2 c	1.0 b	1 a
Semmes	1.84 abc	29 e	105 a	31.8 gh	8.0 cde	21 c	185 ab	1.1 c	1.0 b	2 c
Imp. Pelican	1.83 abc	35 a	104 ab	92.0 a	15.8 a	33 b	170 abc	1.7 ab	1.0 b	1 a
Williams	1.83 abc	27 c	99 d	57.3 de	10.8 bc	26 b	142 cde	1.3 c	1.0 b	1 a
Hardee	1.71 bcd	32 b	105 a	33.8 gh	7.0 de	36 ab	125 de	1.2 e	1.0 b	1 abc
Clark 63	1.69 bcd	27 e	99 d	48.0 f	6.0 e	36 ab	112 e	1.2 c	1.0 b	1 ab
Hampton	1.68 bcd	29 c	102 bc	31.8 gh	7.5 cde	29 b	162 abc	1.0 d	1.2 a	2 abc
Tracy	1.62 bcd	27 e	99 d	31.0 gh	6.5 e	22 c	175 abc	1.0 d	1.1 a	2 abc
Bossier	1.51 cd	27 e	102 bc	28.8 h	5.0 f	30 b	148 bcde	1.1 c	1.0 b	1 a
Woodworth	1.48 cd	27 e	99 d	50.5 ef	8.0 cde	28 b	114 e	1.7 a	1.1 a	2 d
Calland	1.15 d	27 e	99 d	58.8 d	10.3 bcd	30 b	145 cde	1.3 bc	1.0 b	2 bc
Cobb	0.70 e	28 d	105 a	25.3 i	5.3 e	46 a	43 f	1.0 d	1.0 b	2 bc
Promedio	1.69	29	102	47.4	3.7	30	147	1.2	1.0	1.5

* Las cantidades seguidas por letras iguales no difieren significativamente entre sí, según la prueba de Duncan (0,05).

En la Figura 3 se observa que los días largos provocan diferencias significativas en el rendimiento en los ocho cultivares; sin embargo, bajo condiciones de fotoperíodo corto los rendimientos fueron muy similares. Esto concuerda con lo expresado por Garner y Allard (3) y Hartwig (7) de que independientemente del grupo de maduración a que pertenecen los cultivares de soya, éstos se comportan como precoces y sus rendimientos son bajos cuando se les cultiva en condiciones de día corto.

También se debe señalar que no hubo correlación definida entre la capacidad de producción de grano y el grupo de maduración del cultivar de soya, lo que concuerda con los resultados de Pinchinat (información sin publicar, 1974), obtenidos en la misma región; al respecto, en el Cuadro 6 se nota que el rendimiento por hectárea más alto (2,1 ton/ha) está asociado a grupos precoces (III), intermedios (IV y VI) y tardíos (IX). Sin embargo, los mismos resultados indican que sí hay concor-

dancia entre grupos de maduración y duración de período de crecimiento de las vainas, pues los cultivares de grupos tardíos (VIII y IX) requieren un mayor número de días para dar cosecha a partir de la floración.

Acame

En el presente estudio, la mayor tendencia al volcamiento se presentó en las variedades altas como Júpiter, Improved Pelican, Negra, Bossier y Woodworth, principalmente cuando la siembra se realizó entre mayo y agosto.

Dehiscencia

La apertura de las vainas secas no tuvo importancia en los cultivares estudiados en estos ensayos, según se deduce de las bajas calificaciones que aparecen en los Cuadros 1 a 5.

Cuadro 4. Rendimiento y características agronómicas de los 15 cultivares probados en el experimento 4, sembrado el 6 de octubre de 1975 en la estación exp. Enrique Jiménez Núñez.

Cultivar	Rendimiento ton/ha	Días a flor	Días a cosecha	Altura planta cm	Altura primera vaina cm	Vainas/ planta	Plantas cosecha- das	Acame	Dehis- cencia	Cali- sem
Júpiter	2.14 a*	38	120	71.3 a	13.5 a	26 ab	214 abc	1.4 a	1.0 b	1 a
Davis	1.78 a	32	106	33.8 de	9.8 b	21 abcd	226 ab	1.0 c	1.2 a	1 a
Hardee	1.75 ab	32	106	31.3 de	8.3 b	27 a	164 a	1.0 c	1.1 a	1 a
Calland	1.69 ab	30	93	50.0 bc	8.3 b	21 bcd	169 cd	1.1 c	1.1 a	1 a
Columbus	1.64 b	30	92	45.5 de	5.8 b	22 bcd	182 d	1.2 b	1.3 a	1 a
Cobb	1.59 b	32	106	34.0 de	6.5 b	23 abcd	182 d	1.9 c	1.2 a	1 a
Bossier	1.57 b	30	93	31.5 de	6.5 b	20 cd	188 cd	1.1 c	1.0 b	1 a
Williams	1.53 b	30	92	45.3 c	7.5 b	24 abc	202 bcd	1.0 c	1.0 c	1 a
Imp. Pelican	1.43 b	35	106	52.5 b	10.5 ab	26 ab	240 a	1.1 c	1.2 a	1 a
Hampton	1.41 b	32	106	27.0 f	6.8 b	17 d	193 cd	1.0 c	1.4 a	1 a
Clark 63	1.38 b	30	92	44.8 c	5.3 c	21 bcd	184 d	1.3 ab	1.0 b	1 a
Woodworth	1.36 b	30	92	46.8 bc	6.0 b	22 abcd	190 cd	1.0 c	1.2 a	1 a
Forrest	1.34 b	30	92	35.8 d	4.5 c	19 cd	200 bcd	1.0 c	1.0 b	1 a
Semmes	1.26 b	30	93	28.5 e	5.5 c	18 cd	227 ab	1.0 c	1.1 a	1 a
Tracy	1.12 b	30	92	32.8 de	4.8 c	16 e	210 bcd	1.0 c	1.2 a	1 a
Promedio	1.53	31	99	40.7	7.2	21	199	1.0	1.1	1.0

* Las cantidades seguidas por letras iguales no difieren significativamente entre sí, según la prueba de Duncan (0,05).

Calidad del grano

La calidad del grano determinó tomando en consideración el grado de arrugamiento, cobertura defectuosa de los cotiledones, color y pudrición. De los resultados en los Cuadros 1 a 5 se infiere que todos los cultivares produjeron granos de una calidad superior cuando se les sembró después de agosto, pues se recolectaron en tiempo seco. Para la siembra de mayo, la calidad fue baja para Bragg, Tracy, Semmes y Forrest. Cabe resaltar que los cultivares Clark 63, Williams, Bonus, Bossier, Davis y Calland produjeron granos de muy buena calidad aún en esta primera siembra, favorecidos por su precocidad, pues fueron cosechados en condiciones de baja precipitación (Fig. 6).

Altura de las vainas inferiores

Esta es una característica agronómica importante para la recolección mecánica de la cosecha. Se estima que la distancia mínima que debe encontrarse en la primera vaina sobre el suelo es de 10 cm, pues la pérdida de granos aumenta conforme disminuye dicha distancia (13). Los cultivares que mejor se ajustan a este requisito son Júpiter, Improved Pelican, Negra y V-10, seguidos por Williams y Clark 63.

Evaluación fitosanitaria

Esta evaluación se realizó únicamente en el ensayo sembrado el 29 de mayo de 1974, en la Estación

Experimental Enrique Jiménez Núñez. Se midió la susceptibilidad a la pústula bacteriana de las hojas, causada por *Xanthomonas phaseoli* var. *sojense*, y a la infección fungosa de las vainas por *Cercospora kikuchii*, *Colletotrichum* spp. y *Phomopsis* spp.

La precipitación durante el ciclo fue de 966 mm, superior al promedio de los cinco años anteriores. La pústula bacteriana se observó en todos los cultivares, pero el ataque fue más fuerte en Improved Pelican y Calland. Además, todas las vainas fueron atacadas severa y simultáneamente por los hongos antes mencionados. En el Cuadro 7 se dan las calificaciones de 15 cultivares y se incluye también la evaluación de la calidad de la semilla cosechada.

Nodulación

En general, la inoculación con la bacteria *Rhizobium japonicum* fue eficaz en todos los ensayos. La nodulación se favoreció con las condiciones de pH, humedad y fertilidad de los suelos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

1. Aunque el fotoperiodismo varía poco en nuestras latitudes, es evidente que todos los cultivares tienden a producir menos conforme se retrasa la fecha de siembra entre mayo y noviembre.

2. En Guanacaste, los cultivares crecen mejor y

Cuadro 5. Rendimiento y características agronómicas de los 16 cultivares probados en el experimento 5 sembrado el 18 de agosto de 1976 en la estación exp. Enrique Jiménez Núñez.

Cultivar	Rendimiento ton/ha	Días a flor	Días a cosecha	Altura planta cm	Altura primera vaina cm	Vainas/ planta	Plantas cosecha- das	Acame	Dehis- cencia	Calidad semilla
Clark 63	2.56 a*	27 d	97 def	57.7 cd	8.0 bc	45 de	100 ns	1.0 d	1.0 ns	2.0 a
V-1	2.46 a	36 b	107 abc	58.0 cd	10.7 b	55 bcde	112 ns	1.3 d	1.0 ns	1.5 b
Williams	2.38 ab	26 d	89 fg	49.3 cde	7.3 bc	46 cde	90 ns	1.0 d	1.0 ns	1.5 b
Imp. Pelican	2.09 abc	41 a	102 bcde	86.3 ab	13.7 b	64 bc	104 ns	1.0 d	1.0 ns	1.5 b
V-10	2.06 abc	40 a	112 a	58.0 cd	18.0 a	65 b	112 ns	1.3 d	1.0 ns	1.5 b
Calland	2.06 abc	27 d	94 ef	48.3 cde	11.0 b	50 bcde	107 ns	1.0 d	1.0 ns	1.5 b
Negra	2.04 abc	42 a	107 abc	102.7 a	17.7 a	84 a	119 ns	3.3 a	1.0 ns	1.5 b
Júpiter	1.92 abc	41 a	107 abc	71.0 bc	17.3 a	63 bcd	92 ns	2.0 b	1.0 ns	1.5 b
Davis	1.90 abc	32 e	98 cde	33.3 e	6.7 bc	45 cde	119 ns	1.0 d	1.0 ns	1.5 b
Woodworth	1.68 bc	27 d	85 g	44.7 de	6.3 bc	46 bcde	97 ns	1.5 c	1.0 ns	1.5 b
Ranson	1.65 bc	31 c	107 abc	44.3 de	7.3 bc	49 bcde	104 ns	1.0 d	1.0 ns	1.5 b
Forrest	1.61 c	32 c	103 bcde	32.7 e	7.7 bc	46 cde	101 ns	1.0 d	1.0 ns	1.5 b
Cobb	1.54 c	33 c	111 ab	42.7 de	6.0 bc	41 e	98 ns	1.0 d	1.0 ns	1.5 b
Bossier	1.49 c	28 d	104 abce	38.0 de	7.3 bc	41 e	104 ns	1.0 d	1.0 ns	1.5 b
Bragg	1.44 cd	32 c	109 ab	44.3 de	8.0 bc	42 e	99 ns	1.0 d	1.0 ns	1.5 b
Hill	0.84 d	32 c	94 cf	29.3 e	5.0 e	40 e	103 ns	1.0 d	1.0 ns	1.5 b
Promedio	1.69	33	102	52.5	9.9	51	104	1.0	1.0	1.5

* Las cantidades seguidas por letras iguales no difieren significativamente entre sí, según la prueba de Duncan (0,05).

producen buenos rendimientos cuando se siembran al inicio de las lluvias, (en mayo): sin embargo, la cosecha coincide con los meses de mayor precipitación y los granos pueden perderse parcial o totalmente. Si se siembra en agosto el efecto del fotoperíodo no es tan detrimental como en los meses siguientes, pues la duración del día es todavía superior a las 12 horas; además, se espera un suplemento adecuado de agua durante todo el ciclo vegetativo y la recolección de la cosecha en época seca.

3. No hubo relación inversa entre precocidad y producción dentro de los 8 cultivares estudiados en las cinco épocas de siembra: Williams, Clark 63 y Davis alcanzaron las mayores producciones en promedio, pero su tamaño de plantas es pequeño. Júpiter e Improved Pelican son prometedores, especialmente el primero por su resistencia moderada al

ataque de enfermedades y altura de la primera vaina sin embargo, aún es fenotípicamente variable.

Improved Pelican, aunque poco sensible al fotoperíodo, produce relativamente poco y es muy susceptible a la pústula bacteriana causada por *Xanthomonas phaseoli* var. *sojense*.

4. Se debe investigar en forma más exhaustiva los componentes de la producción de aquellos cultivares de mayor adaptabilidad a nuestro medio, con miras a seleccionar materiales genéticos que alcancen la floración más tardíamente bajo condiciones de días cortos. Así mismo, conviene investigar la combinación de densidades de siembra y fertilización con aquellos cultivares de alto rendimiento y porte bajo.

Cuadro 6. Relación entre rendimiento de grano (ton/ha), duración del período de crecimiento de la vaina (días) y grupo de maduración de ocho cultivares de soya.

Cultivar	Grupo de maduración		Epoca de siembra					Promedio	
			Mayo	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	ton/ha	días
Williams	III	ton/ha	3,3	2,3	1,8	1,5	1,6	2,1	63
		días	58	63	72	62	61		
Calland	III	ton/ha	2,5	2,1	1,1	1,7	1,5	1,7	65
		días	58	67	72	63	66		
Clark-63	IV	ton/ha	3,4	2,4	1,7	1,4	1,5	2,1	66
		días	59	70	72	62	65		
Davis	VI	ton/ha	2,6	1,9	2,4	1,8	1,5	2,0	67
		días	55	66	73	74	67		
Semmes	VII	ton/ha	2,1	---	1,8	1,3	1,4	1,6	69
		días	73	---	76	63	65		
Improved Pelican	VIII	ton/ha	---	2,2	1,8	1,4	1,4	1,7	64
		días	---	61	69	71	55		
Hampton	VIII	ton/ha	2,9	---	1,7	1,4	1,2	1,8	71
		días	69	---	73	74	69		
Júpiter	IX	ton/ha	2,3	1,9	1,9	2,1	1,0	1,8	74
		días	77	66	70	82	74		
Promedio		ton/ha	2,7	2,1	1,8	1,6	1,4	2,1	65
		días	64	56	72	69	65		

Cuadro 7. Evaluación fitosanitaria de quince cultivares de soya sembrados el 29 de mayo de 1974. Se midió la susceptibilidad a la pústula foliar causada por la bacteria *Xanthomonas phaseoli* var. *sojense* y a la infección fungosa de las vainas provocada por *Cercospora kikuchi*, *Colletotrichum* spp. Y *Phomopsis* spp.

Cultivar	Pústula bacteriana*	Porcentaje de infección fungosa**	Porcentaje de semilla sana
Improved Pelican	4	69	0,0
Hardee	1	69	0,0
Clark 63	1	58	98,4
Hampton	1	57	87,9
Calland	4	49	93,5
Davis	2	43	98,4
Tracy	1	42	63,3
Júpiter	2	40	64,3
Forrest	2	39	34,6
Bragg	1	37	63,0
Semmes	1	35	29,3
Bonus	3	32	94,0
Hill	1	32	72,3
Bossier	1	12	92,3
Williams	2	11	91,8

* En base al porcentaje de área necrótica o amarilla de las hojas, de acuerdo a las siguientes categorías: 1 = 1 a 10%; 2 = 11 a 25 % ; 3 = hasta 50% y 4 = más del 50% .

** Se colectaron, 20 días antes de la cosecha, vainas de 8 plantas por parcela. Luego se determinó el porcentaje de área manchada en 50 vainas.

RESUMEN

Se estudió las principales características agronómicas y el rendimiento de 31 cultivares de soya (*Glycine max* (L) Merr.) en cinco experimentos durante el cuatrienio 1973-76 en Guanacaste; sólo ocho de ellos se incluyeron en las cinco épocas de siembra estudiadas.

Todos los cultivares alcanzaron su máximo desarrollo vegetativo y dieron los más altos rendimientos cuando fueron sembrados en mayo, aunque

la variación del fotoperíodo es relativamente pequeña (69 minutos) entre junio y diciembre. No hubo relación inversa entre precocidad y capacidad de producción, pues los cultivares precoces, intermedios y tardíos produjeron rendimientos satisfactorios, excepto en la siembra de noviembre.

Si bien las siembras en días largos generalmente dieron las mayores cosechas, en esta época el ataque de enfermedades fue más severo, debido a la excesiva lluvia.

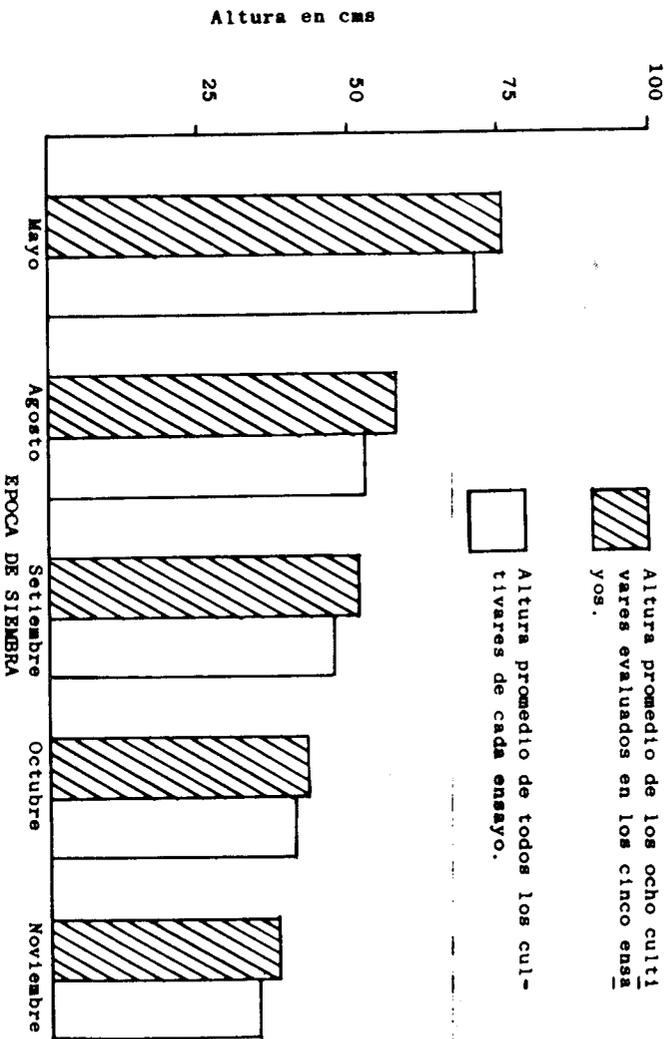


Fig. 1. Altura de planta promedio de los ocho cultivadores evaluados en las cinco épocas de siembra, comparada con la altura promedio de todos los cultivares de cada experimento.

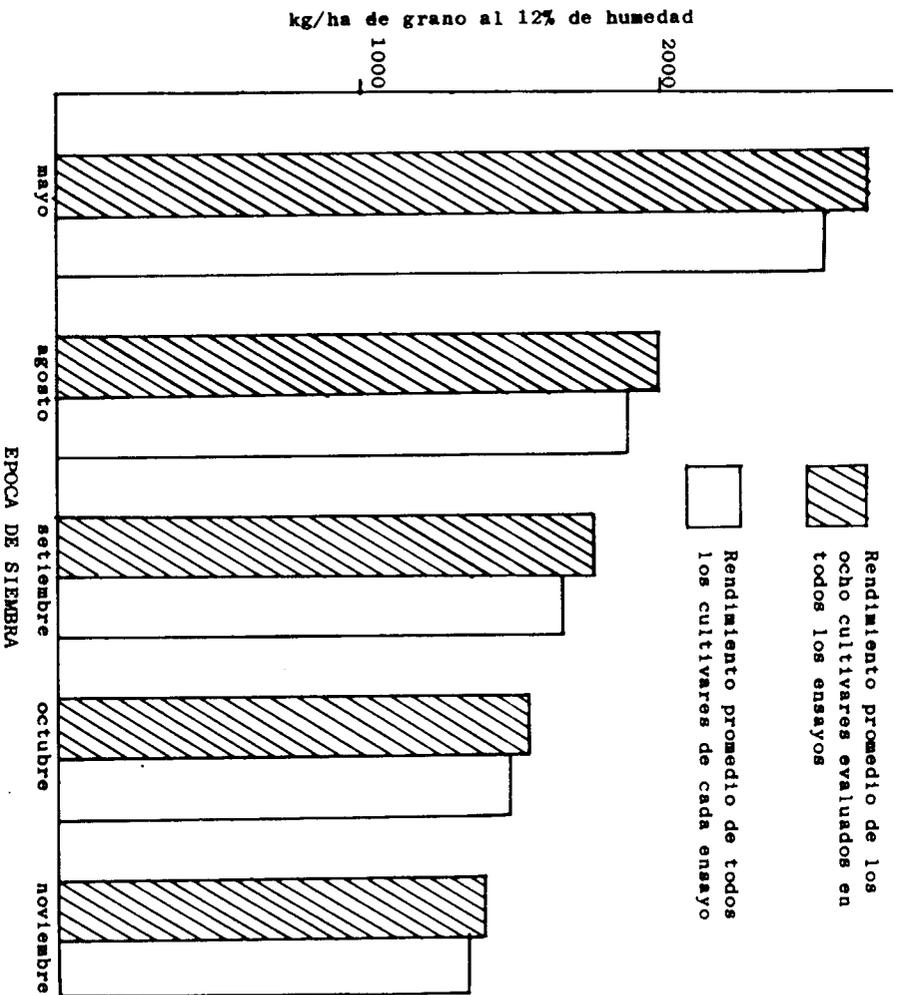


Fig. 2. Rendimiento de los ocho cultivares evaluados en las cinco épocas de siembra, comparados con el rendimiento de todos los cultivares de cada experimento.

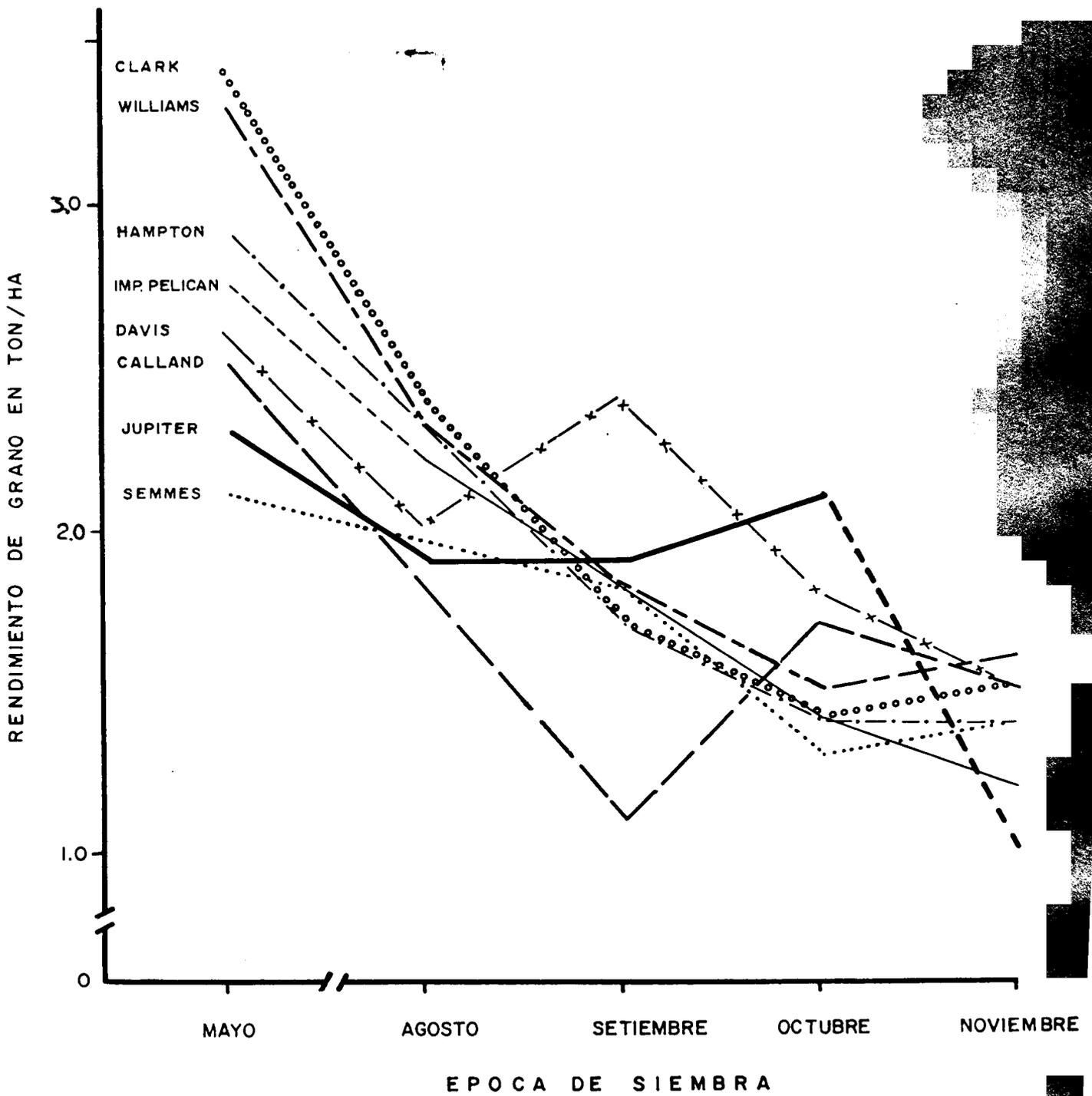


Fig. 3. Rendimiento de ocho cultivares de soya en cinco diferentes épocas.



Fig. 4. Cultivar Williams sembrado en mayo, con una altura promedio de 76 cm.; obsérvese la gran cantidad de vainas.

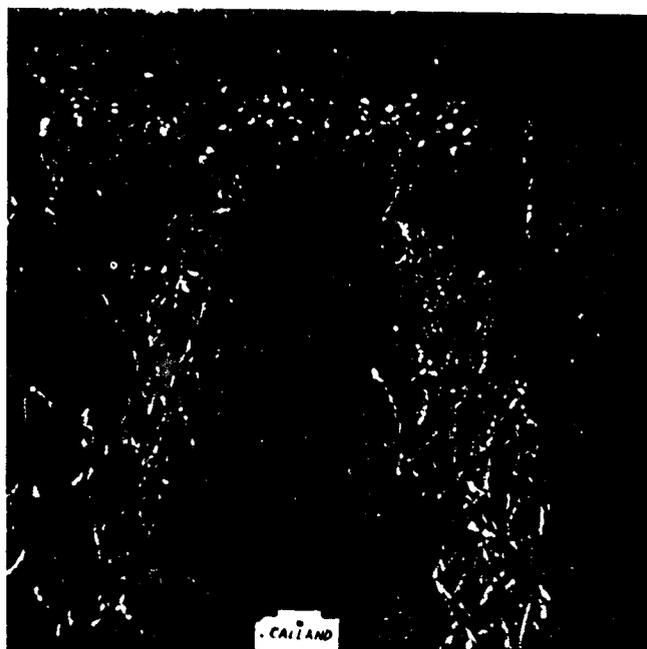


Fig. 6. Cultivar precoz Calland, sembrado en mayo. Compárese con los cultivares más tardíos, al fondo.

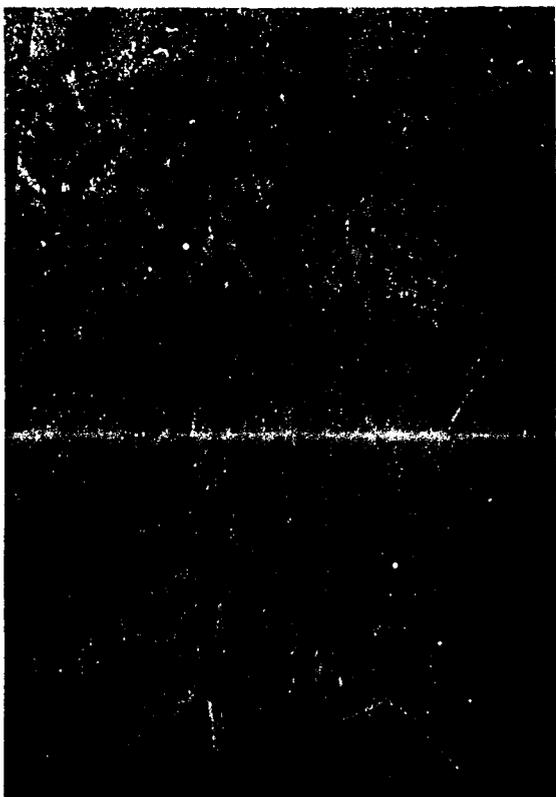


Fig. 5. Cultivar William sembrado en noviembre, con una altura promedio de 35 cm.; obsérvese la escasa producción de vainas por planta.

LITERATURA CITADA

1. ARJONA, A. Rendimiento y calidad de variedades de soja (*Glycine max* (L) Merr.) comparada en Cañas, Liberia y Alajuela. Tesis Ing. Agr., San Pedro de Montes de Oca, Universidad de Costa Rica, 1968. 51 p.
2. ECHANDI, Z. R. La soja (*Glycine max* (L) Merr.) como cultivo de valor potencial para la agricultura de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, Universidad de Costa Rica, 1974. 9 p. (mimeo).
3. GARNER, W. W. y ALLARD, H.A. Photoperiodic responses of soybeans in relation to temperature and other environmental factors. *Journal of Agricultural Research*. 41: 730-734. 1930.
4. GONZALEZ, J.M., ELIAS, L.G. y BRESSANI, R. Posibilidades del cultivo del frijol de soja en el Altiplano de Guatemala. In XXI Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano, (PCCMCA), San Salvador, El Salvador, 1975. 497 p.
5. GONZALEZ V.,R. Investigación sobre el frijol de soja en Cañas, Guanacaste. Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección de Investigaciones Agronómicas. Boletín Técnico No. 55.1969 20 p.

6. HAMNER, K.C. Interrelation of light and darkness in photoperiodic induction. Botanical Gazette. 101: 658. 1940.
7. HARTWIG, E.E. Growth and reproductive characteristics of soybeans (*Glycine max* (L) Merr.) grown under short-day conditions. Tropical Science 12: 47-53. 1970.
8. HINSON, K. Jupiter, a new soybean variety for tropical latitudes. Florida Agricultural Experimental Stations and Center for Tropical Agriculture Sciences, University of Florida. Circular S-217. 1972. 11 p.
9. JOHNSON, H.W. y BERNARD, R.C. Soybean genetics and breeding. Advances in Agronomy 14: 149-221. 1962.
10. LENG, E. University of Illinois International Soybeans Program. In MILNER, M., comp. Nutritional Improvement of Food Legumes by Breeding. Protein Advisory Group of the United Nations System. 1973. pp 247-248.
11. OSORIO, G.,F.D. Evaluación de épocas de siembra para la soya (*Glycine max* (L) Merr.) en el Valle del Zamorano, Honduras. In: XXI Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano, (PCCMCA). San Salvador, El Salvador. 1975. pp 519-522.
12. ROMERO F.,J. Progresos en mejoramiento de soya, 1974. In XXI Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, (PCCMCA). San Salvador, El Salvador. 1975. pp 167-170.
13. SEDIYAMA, T., CARDOSO, A.A., ALMEIDA, A.M.R. Estudio do comportamento de variedades e linhagens de soja (*Glycine max* (L) Merr) Seiva (Brasil) 31: 257-266. 1971.
14. SLOAM, R.F. Result of Field Crop Test in 1961. Costa Rica, Ministerio de Agricultura e Industrias, 1963. s.p. (mimeo).
15. SOLERA, L.A. Estudio sobre cultivares y fertilizantes en soya (*Glycine max* (L) Merr.) en Parrita, Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San Pedro de Montes de Oca, Universidad de Costa Rica, 1972. 65 p.