

AVANCES EN EL MEJORAMIENTO GENETICO DE LA SOYA EN COSTA RICA. II. CIGRAS-06 Y CIGRAS-10, DOS NUEVAS VARIEDADES TROPICALES¹

Enrique Villalobos^{2/}, Fausto Camacho**

RESUMEN

CIGRAS-06 y CIGRAS-10 son 2 nuevas variedades de soya desarrolladas y liberadas por el Centro de Investigaciones en Granos y Semillas de la Universidad de Costa Rica, a partir del cruce del cultivar Padre, portador del carácter de floración retardada en condiciones de días cortos, y Duocrop. Los 2 cultivares mejorados superaron a la variedad IAC-8 en un promedio de 500 kg/ha, según pruebas realizadas en Guanacaste (2 sitios), San Carlos y Alajuela en 1996-97. No hubo interacción genotipo X ambiente para producción de semilla y otras características agronómicas, y ambos genotipos ocuparon los 2 primeros lugares en producción consistentemente, en las localidades mencionadas. En condiciones fotoperiódicas decrecientes, ambos genotipos florecieron después de los 50 días, mostraron una altura de planta de más de 110 cm, una inserción de las primeras vainas a más de 30 cm y una alta resistencia al volcamiento. Ambos cultivares han sido protegidos bajo la marca comercial CIGRAS y se encuentran en proceso de inscripción en la Oficina Nacional de Semillas.

ABSTRACT

Advances in soybean improvement in Costa Rica. II. CIGRAS-06 and CIGRAS-10, two new tropical varieties. CIGRAS-06 and CIGRAS-10 are two recent soybean genotypes developed and released by the Grain and Seed Research Center (CIGRAS) of the University of Costa Rica, from the cross between Padre, with the unique character of delayed flowering under short-day conditions, and Duocrop. Both improved cultivars over-yielded the control genotype IAC-8 by 500 kg/ha in variety trials conducted in San Carlos, Guanacaste (two sites) and Alajuela in 1996-97. No genotype X environment interaction was detected for seed yield and other agronomic traits, and both cultivars consistently reached the two first places in those trials. Under decreasing photoperiodic conditions both cultivars flowered after 50 days from sowing, reached plant height of more than 110 cm, height to first pod of more than 30 cm and showed high resistance to lodging. Both genotypes have been protected under the commercial brand CIGRAS, and are being registered at the National Seed Bureau.

1/ Recibido para publicación el 13 de marzo de 1998.

2/ Autor para correspondencia.

* Centro de Investigaciones en Granos y Semillas (CIGRAS), Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

Correo electrónico: enriquev@cariari.ucr.ac.cr.

INTRODUCCION

La soya constituye la principal fuente de proteína para la preparación de los concentrados animales y una fuente importante de aceite para el consumo humano en Costa Rica. Las importa-

ciones anuales de esta leguminosa en el país superan los \$20 US millones de dólares. A finales de los años 70 y principios de los 80, la soya se cultivó comercialmente en Costa Rica. Sin embargo, las políticas para incentivar el cultivo fueron insuficientes debido a la indisponibilidad de semilla en la cantidad y calidad requeridas para iniciar proyectos significativos de desarrollo; esto desestimuló a los agricultores y, a partir de 1984, la soya se dejó de cultivar a nivel comercial en el país.

Los cultivares que se usaron en esa época fueron introducidos de regiones subtropicales y tropicales y seleccionados en el país tanto por el Ministerio de Agricultura y Ganadería como por el CIGRAS. No obstante, no hubo verdaderos programas de mejoramiento genético, que incluyeran la alternativa de aumentar la variabilidad genética mediante hibridación y que llevaran a seleccionar materiales bien adaptados al país. Algunos esfuerzos fueron ligeramente más allá de la simple introducción y evaluación de material genético y procuraron seleccionar poblaciones más productivas, a partir de los materiales introducidos sobresalientes, como Júpiter e IAC-8. Sin embargo, el intento de seleccionar material dentro de poblaciones con base genética reducida no dio resultados satisfactorios en Costa Rica ni en otros países del trópico americano. Esto a pesar de que la semilla de algunos cultivares, como Júpiter, fue distribuida en el trópico, como una población F-8, aún con un alto grado de variabilidad genética, con el propósito de facilitar la selección de genotipos con buena adaptación a diferentes localidades tropicales (Hinson 1972).

Cuando se introduce soya de otras localidades a las condiciones de fotoperíodos cortos del trópico, se induce una mayor precocidad, lo que conlleva a un menor desarrollo de las plantas y a una menor productividad. Además, la soya debe sembrarse, preferiblemente, de manera que la cosecha coincida con días sin lluvia, con el fin de obtener una semilla de buena calidad. Lamentablemente, la siembra en estas condiciones (julio, agosto en Guanacaste), también coincide con condiciones fotoperiódicas descendentes, que aceleran la floración y reducen la productividad (Villalobos et al. 1991). Además, en muchos ca-

sos, debido a lo impredecible del comienzo de la época seca, ésta puede coincidir con el llenado de las vainas, reduciendo aún más la producción (Cure et al. 1983).

Los países tropicales, en general, no dispusieron de materiales de soya mejorados a los que pudieran echar mano, en la época de los 70. El Programa Internacional de Soya de la Universidad de Illinois, tampoco tuvo efectos muy positivos en la producción de soya en Costa Rica y en otras condiciones tropicales, en gran parte porque sus investigaciones consistieron en la evaluación de material introducido de latitudes no tropicales o de materiales poco productivos del trópico (Jacobs et al. 1984). Hartwig (1973), describió los materiales de soya mejor adaptados a las condiciones tropicales en la época como "predominantemente indeterminados con características agrónomicas pobres"; este autor consideró que un genotipo de soya bien adaptado al trópico debería florecer al menos 45 días después de la siembra para que pueda alcanzar un desarrollo y una producción aceptables (Hartwig 1970).

En un trabajo anterior (Villalobos et al. 1991), donde se analizó el desarrollo y la producción de la soya en condiciones fotoperiódicas ascendentes (siembra en mayo), en comparación con el comportamiento de los mismos genotipos en condiciones fotoperiódicas descendentes (siembra en setiembre), se concluyó que los materiales que se seleccionen en Costa Rica, para dar una producción aceptable en condiciones fotoperiódicas descendentes, deben mostrar una precocidad similar a la que presentan en condiciones de fotoperíodo ascendente: iniciar la floración (R1) a los 50 ó 55 días después de la siembra y la madurez fisiológica (R7) entre los 105 y los 115 días.

En los años 70 dieron comienzo muchos trabajos de mejoramiento genético en varios países del trópico en América Latina, Asia e incluso en Africa (Nigeria) (Hartwig 1973). Esto ha generado muchos materiales bien adaptados a estas condiciones a partir de los años 80. No obstante, en nuestro país no se han aprovechado esos materiales en programas locales de hibridación, básicamente porque la soya se convirtió, a partir de 1984, en un cultivo de poco interés para nuestros

agricultores. Prueba de ello es que las variedades que aún aparecen registradas en la Oficina Nacional de Semillas, son las mismas que se cultivaron por última vez en ese año.

El costo relativamente alto de las importaciones de soya de los Estados Unidos para producir concentrados y aceite, la existencia de una planta procesadora para la extracción del aceite y las expectativas favorables de producir variedades altamente productivas, con base en la información básica existente en el país y en el descubrimiento reciente en el sur de los Estados Unidos, de los genes que retardan la floración en condiciones de días cortos, motivaron el inicio de este trabajo en 1990. El objetivo de esta investigación fue producir cultivares más productivos y con mejores características agronómicas que los existentes en ese momento en el país, mediante el uso de la variedad Padre, como donadora del carácter de floración retardada en condiciones tropicales (Hartwig et al. 1988), en el programa de hibridación propuesto. Esta característica es recesiva y está controlada, aparentemente, por 3 genes (Hartwig y Kihl 1979).

MATERIALES Y METODOS

En 1990 el Centro para Investigaciones en Granos y Semillas (CIGRAS) de la Universidad de Costa Rica inició un programa de mejoramiento genético de soya (*Glycine max.* L. Merr.). Se solicitó semilla e información sobre algunas variedades nuevas que se habían generado en el Sur de los Estados Unidos, algunas de ellas con un período de juvenilidad muy prolongado. El descubrimiento de estos genes constituía una excitativa para dar inicio a un programa de hibridación en condiciones tropicales. El Dr. Edgar Hartwig de la Universidad Estatal de Mississippi, envió a los autores semilla del cultivar Padre e hizo ver que el cruzamiento de esta variedad con cualquier otra disponible en nuestro medio daría una segregación lo suficientemente amplia como para seleccionar material bien adaptado y con alta productividad en nuestras condiciones.

El trabajo de cruza y selección de materiales se desarrolló inicialmente, hasta la genera-

ción F5, en la Estación Experimental Fabio Baudrit ubicada en Alajuela, a una altitud de 800 m. Para este efecto se cruzó la variedad Padre con algunas variedades de la colección del CIGRAS. Las poblaciones con mejor habilidad combinatoria se originaron del cruce de Padre con DUOCROP, Júpiter e IAC-8.

En la generación F2 se seleccionaron plantas similares a IAC-8 en maduración o hasta 40 días más tardías que ésta. La variedad IAC-8 fue una que se usó como referencia, por estar autorizada por la Oficina Nacional de Semillas, para la explotación comercial en Costa Rica. También se usó como testigo la variedad Padre. En la F3 las poblaciones de plantas muy tardías a madurez (15-40 días más que IAC-8) presentaron problemas severos de volcamiento, por lo que fueron descartadas. Se continuó evaluando las poblaciones en forma masal hasta la generación F5, y sólo las plantas de maduración similar, o alrededor de 10 días más tardías que IAC-8, fueron seleccionadas.

A partir de la generación F5 las plantas sobresalientes de las diferentes poblaciones se reprodujeron en surcos individuales y fueron sometidas a un riguroso proceso de selección visual en la Estación Experimental Fabio Baudrit y en la finca de la Sede Regional de Guanacaste, de la Universidad de Costa Rica, ubicada en Liberia, lo que permitió reducir el material seleccionado a nueve líneas F8 denominadas CIGRAS-5, 6, 7, 8, 10, 14, 15, 16 y 17, provenientes del cruce entre las variedades Duocrop X Padre y una línea, denominada CIGRAS-19, proveniente del cruce de Padre X Júpiter.

En 1996 y 1997, las líneas (F9) se evaluaron en 4 diferentes localidades del país: Liberia (Guanacaste) 10° 38' N., 85° 26' O; altitud 144 m; Carrillo (Guanacaste) 10° 26' N., 85° 33' O; altitud 17 m; Estación Experimental Fabio Baudrit (Alajuela) 10° 01' N; 84° 16' O; altitud 800 m; y la Fortuna de San Carlos (Alajuela) 10° 28' N; 84° 39' O; altitud 253 m.

Se usó un diseño experimental de bloques completos al azar con 4 repeticiones según el procedimiento que estableció el Programa Internacional de Soya, de la Universidad de Illinois (Jackobs et al. 1984). La densidad de siembra

aproximada fue de 250.000 plantas/ha en parcelas de 5 surcos de 5 m de longitud x 50 cm de ancho entre surcos. En todos los casos se usó IAC-8 como control, por ser uno de los progenitores y por ser una variedad recomendada por la Oficina Nacional de Semillas. En algunos casos se incluyó también la variedad Júpiter. Se agregó a la siembra 230 kg/ha de fertilizante 12-24-12 y la semilla se inoculó con *Rhizobium japonicum* de la marca comercial Probiol, producido por el Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica, a razón de 0.5 g/100 semillas, aproximadamente.

Se evaluaron las siguientes características: días a floración, número de nudos a la floración, altura de la planta a la cosecha, número de nudos a la madurez, altura de inserción de las primeras vainas, volcamiento, producción de semilla/ha, y el peso de 100 semillas. Además, se hizo una descripción de algunas características cualitativas de los genotipos, como el color de la flor, el color de la pubescencia y del hilum. Los materiales fueron constantemente supervisados por su respuesta a enfermedades y plagas. Como resultado de las pruebas regionales se seleccionaron las líneas más promisorias como posibles futuras variedades de soya comercial para Costa Rica.

RESULTADOS Y DISCUSION

Al cruzar Padre X Duocrop, se obtuvo una variabilidad genética muy alta. En la generación F2 hubo plantas que florecieron a los 29 días de edad, mientras que otras producto del mismo cruce florecieron a los 90 días y crecieron más de 2 m, mostrando la apariencia de arbustos, semejantes a *Cajanus* spp (frijol de palo).

Con base en los resultados de las pruebas regionales, se seleccionaron las líneas CIGRAS-6 y CIGRAS-10. Estas 2 líneas mostraron un comportamiento similar al que se había señalado que debería mostrar un cultivar de soya con un buen potencial productivo para Costa Rica (Villalobos et al. 1991). Ambos genotipos fueron los mejores en los diferentes ensayos que se llevaron en las diferentes localidades del país (Cuadro 1). Esto, desde luego, es ventajoso para efectos de

producir semilla certificada, ya que la reproducción de 1 ó 2 variedades satisface las necesidades del país y reduce los riesgos de contaminación. Ambas líneas tienen características muy similares entre sí, tanto en su comportamiento agronómico como en su fenología y en otros rasgos fácilmente visibles de las plantas y las semillas (Cuadros 1 a 3). Es importante encontrar alguna o algunas características fácilmente visibles que permitan diferenciarlas, para efectos de pruebas de pureza varietal. Además de buena producción de semilla, ambas líneas poseen características agronómicas deseables, como su resistencia al volcamiento y la altura de la inserción de las primeras vainas (Cuadro 1). Este aspecto es muy importante de tomar en cuenta para la cosecha mecánica (en esta investigación se realizó la cosecha en forma manual, la cual favorece aquellos materiales que tienden a volcarse más; con estos se dificultaría la recolección mecánica de la semilla).

IAC-8 aparece con el grado menor de volcamiento, sin embargo, cuando hay condiciones de humedad, que inducen un mayor crecimiento de la planta, como se presentó en Alajuela, el volcamiento en esta variedad se incrementa. En cambio, las líneas CIGRAS-06 y CIGRAS-10 mantuvieron un alto grado de resistencia al volcamiento, aún en condiciones de abundante lluvia, como ocurrió en esa localidad. En otras palabras, la ventaja de las 2 líneas CIGRAS en cuestión, es que no solamente superan a IAC-8 en 500 kg/ha, sino también en la expresión de una buena producción en condiciones de alta humedad. IAC-8 aparece con un nivel bajo de volcamiento porque en las siembras experimentales en San Carlos y en Carrillo hubo problemas con el déficit hídrico que redujo su crecimiento y consecuentemente el grado de acame.

Tanto por las características de la terminación del tallo (Bernard 1972) como por el incremento de nudos después de la floración (Cuadro 2) (Thseng 1974), CIGRAS-06 y CIGRAS-10 son de crecimiento semi-determinado, razones que influyen también positivamente a reducir el crecimiento excesivo y el volcamiento en condiciones de excesiva precipitación pluvial.

Cuadro 1. Promedios de producción de semilla y otras características agronómicas de 10 líneas de soya CIGRAS y 2 variedades testigo evaluadas en 4 localidades de Costa Rica en 1996-97.

Genotipo	Producción (kg/ha)	Acame (Esc. 1-5)	Altura de planta (cm)	Altura de 1ª vaina (cm)	Peso de 100 sem.(g)
IAC-8	2692 bcd	1.5 d	77 f	26 ef	16.3 a
PADRE	2302 d	2.5 b	96 d	29 de	12.3 d
CIGRAS-05	2891 abc	1.8 bcd	114 abc	32 abcd	16.4 a
CIGRAS-06	3161 a	1.7 cd	112 bc	31 bcd	15.3 ab
CIGRAS-07	2752 bc	3.3 a	80 f	24 f	13.1 cd
CIGRAS-08	2961 abc	1.8 bcd	97 d	30 cde	16.0 a
CIGRAS-10	3200 a	1.7 cd	115 abc	34 abc	15.8 ab
CIGRAS-14	2905 abc	2.3 bc	94 d	29 de	14.1 bc
CIGRAS-15	2592 cd	2.5 b	86 e	26 ef	13.3 cd
CIGRAS-16	2667 bcd	2.2 bcd	110 c	31 cd	15.1 ab
CIGRAS-17	3009 ab	1.8 bcd	118 ab	35 ab	16.1 a
CIGRAS-19	2673 bcd	2.1 bcd	118 ab	36 a	15.9 a

ANDEVA

Localidad (A)	**	**	**	**	**
Genotipo (B)	**	**	**	**	**
A X B	ns	ns	**	**	ns

a,b,c,d= Tratamientos en una misma columna con distintas letras difieren significativamente ($P \leq 0.05$).

*,** Nivel de significancia ($P \leq 0.05$ y 0.01 , respectivamente).

ns= no significativo ($P \leq 0.05$).

Cuadro 2. Promedios de algunas características fenológicas de 10 líneas experimentales de soya CIGRAS y 2 variedades testigo evaluadas en 4 localidades de Costa Rica en 1996-97.

Genotipo	Días a la floración	Nudos a la floración	Días a la madurez	Nudos a la madurez
IAC-8	43 g	10 e	89 d	12 h
PADRE	50 de	12 ab	107 bc	15 e
CIGRAS-05	54 b	11 bcd	109 ab	17 ab
CIGRAS-06	51 cd	11 bcd	108 bc	17 cd
CIGRAS-07	46 f	10 e	102 c	13 g
CIGRAS-08	50 de	11 bcd	107 bc	14 fg
CIGRAS-10	51 d	12 a	106 bc	16 cd
CIGRAS-14	49 e	11 bcd	109 ab	15 e
CIGRAS-15	52 c	11 bcd	107 bc	15 e
CIGRAS-16	50 de	11 bcd	106 bc	16 d
CIGRAS-17	54 b	11 bcd	107 bc	17 bc
CIGRAS-19	56 a	12 a	115 a	18 a

ANDEVA

Localidad (A)	**	**	**	ns
Genotipo (B)	**	**	**	**
A X B	**	**	*	ns

a,b,c,d= Promedios en la misma columna con distintas letras difieren significativamente ($P \leq 0.05$)

*,** Nivel de significancia $P \leq 0.05$ y 0.01 respectivamente).

ns= no significativo ($P \leq 0.05$).

Cuadro 3. Algunas características cualitativas y cuantitativas de las líneas experimentales de soya CIGRAS-06 y CIGRAS-10.

Genotipo	Color de la flor	Color de la pubescencia	Color de la semilla	Color del hilum	Contenido de aceite	Nodulación con <i>Rhizobium</i>
CIGRAS-06	Blanco	Dorado	Crema	Negro	20.1	Muy buena
CIGRAS-10	Blanco	Dorado	Crema	Negro	21.8	Muy buena

La variedad Padre se originó del cruzamiento de la variedad Forrest X D77-12480 (Hartwig et al. 1988); según estos autores, Padre es casi idéntica a Forrest, con la diferencia única de que posee el carácter de floración retardada bajo condiciones de día corto. La variedad Forrest pertenece al grupo de madurez V de los Estados Unidos (Jackobs et al. 1980-81) y fue evaluada por el CIGRAS y el MAG en los años 70 en diferentes partes de Costa Rica, donde mostró una producción muy baja y un comportamiento agronómico muy pobre debido a la precocidad inducida por los días cortos. El hecho de que Padre florezca a los 50 días (en promedio) y que produzca más de 2 t experimentalmente (Cuadros 1 y 2) se debe evidentemente, a la presencia de los genes de floración retardada (Hartwig y Kiihl 1979). Resulta interesante, también, que los mejores cruzamientos se originaron del cruce de Padre X Duocrop. De hecho, de las líneas evaluadas en esta investigación, solamente CIGRAS-19 corresponde al cruzamiento de Padre X Júpiter; esta última es originaria de Florida, se ubica en el grupo de madurez IX (Hinson 1972) y dio resultados mucho mejores que Duocrop, cuando se evaluó en diferentes localidades del país (Jackobs et al. 1980, 1981, 1984). Duocrop fue desarrollada en Georgia, pertenece al grupo de madurez VII y su comportamiento en condiciones tropicales de Africa, Asia y América fue pobre (Jackobs et al. 1984).

CIGRAS-06 y CIGRAS-10 también han mostrado buenas características como variedades forrajeras, cuando fueron evaluadas para este propósito en diferentes localidades del país (Villalobos et al., datos sin publicar). Hintz et al. (1992) han concluido que las mejores forrajeras son también aquellas variedades que producen más semilla. Dado el interés que existe en el país por el uso de la soya como forraje para vacas le-

cheras principalmente, es una gran ventaja, desde una perspectiva de producción de semilla, que las variedades seleccionadas para la producción de grano comercial también tengan potencial forrajero, puesto que una demanda alta es un incentivo para los productores de semilla. CIGRAS-06 y CIGRAS-10 han sido registradas bajo la marca comercial CIGRAS por la Unidad de Transferencia de Tecnología de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica. Actualmente se hacen las gestiones para su registro en la Oficina Nacional de Semillas de Costa Rica y se hacen pruebas comparativas en Chinandega, Nicaragua, para su registro en la Dirección de Semillas de ese país.

AGRADECIMIENTOS

Los autores dejan patente su agradecimiento post-mortem al Dr. Edgar Hartwig con este artículo, no solamente por haber suministrado la semilla de la variedad Padre sino por haberlos exhortado a iniciar este proyecto. El Dr. Hartwig fue un reconocido fitomejorador de la Universidad Estatal de Mississippi, que no escatimó esfuerzos para cooperar con los programas tropicales de mejoramiento genético de la soya. El Dr. Hartwig y el Dr. Kuell Hinson, de la Universidad de Florida, creador de la variedad Jupiter, desarrollaron la variedad Padre junto con el Dr. A. Scott. Los Drs. Hartwig y Hinson fallecieron en 1996.

Se agradece también al personal de la Estación Experimental Fabio Baudrit en Alajuela; al MSc. Rafael Montero y a los trabajadores de campo de la Sede Regional de la Universidad de Costa Rica en Guanacaste; al Ing. Fermín Subirós y al personal de la Unidad de Investigación y Desarrollo de la Azucarera El Viejo y a los Hnos.

Rojas de Agua Azul de La Fortuna de San Carlos, por su colaboración durante la evaluación de las variedades en el campo.

También nuestro agradecimiento al MSc. Oscar Acuña y al personal del Laboratorio de Microbiología de Suelos del Centro de Investigaciones Agronómicas de la U.C.R., por la preparación del inoculante Probiol y por facilitar del equipo para cosechar la semilla.

LITERATURA CITADA

- BERNARD, R.L. 1972. Two genes affecting stem termination in soybeans. *Crop Science* 12:235-239.
- CURE, J.D.; RAPER, C.D.; PATTERSON R.P; JACKSON, W.A. 1983. Water stress recovery in soybeans as affected by photoperiod during seed development. *Crop Science* 23:110-115.
- HARTWIG, E.E. 1970. Growth and reproductive characteristics of soybeans (*Glycine max* L. Merr.) grown under short-day conditions. *Tropical Science* 12:47-53.
- HARTWIG, E.E. 1973. Varietal Development. *In: Soybeans: improvement, production and uses*. Ed. by B.E. Caldwell et al. *Agronomy* No.16. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. p. 187-210.
- HARTWIG, E.E.; HINSON, K; SCOTT, A. 1988. Registration of "Padre" soybean. *Crop Science* 28:1025.
- HARTWIG, E.E.; KIIHL, R.A.S. 1979. Identification and utilization of a delayed flowering character in soybeans for short-day conditions. *Field Crops Research* 2:145-151.
- HINTZ, R.; ALBRETCHT, K.; OPLINGER, E. 1992. Yield and quality of soybean forage as affected by cultivar and management practices. *Agronomy Journal* 84:795-798.
- HINSON, K: 1972. Jupiter: A new soybean variety for tropical latitudes. Florida Agricultural Experiment Station, Circular S-127.
- JACKOBS, J.; SMYTH, C.; ERICKSON, D. 1980-1981. International soybean variety experiment. VIII Report of Results, International Soybean Program Series. No26. College of Agriculture, University of Illinois, Urbana-Champaign, Illinois. 224 p.
- JACKOBS, J.; SMYTH, C.; ERICKSON, D. 1984. International soybean variety experiment. XI Report of Results, International Soybean Program Series No.29. College of Agriculture, University of Illinois, Urbana-Champaign, Illinois. 168 p.
- VILLALOBOS, E.; AVILA, G.; ECHANDI, C. 1991. Crecimiento determinado e indeterminado de la soja en 2 épocas de siembra en Costa Rica. *Turrialba* 41:412-422.
- THSENG, F.S. 1974. Significance of growth habit in soybean breeding. III. Genic constitution of degree of growth habit and its components. *Journal of Agriculture Association of China* 85:14-21.