

EVALUACIÓN DE UNA COLECCIÓN DE GERMOPLASMA DE SOYA (*Glycine max* (L.) Merrill) EN CONDICIONES ABIÓTICAS ESTRESANTES

R. Ortiz, M. Ponce, A. Caballero y C. de la Fé

ABSTRACT. The wide soybean productive potential in spring sowings is affected by serious stressing conditions of high temperatures and strong rainfalls during all the cycle, which negatively influence on maturity and harvesting time within August-September period. In this sense, a great germplasm collection existing in Cuba was evaluated under such conditions, so as to find the most affected variables as well as which genotypes could be used as parents in a breeding program, to obtain adequate individuals for spring sowings. Qualitative and quantitative characters were evaluated and processed according to a multivariate analysis and a wide variability was recorded under the severe abiotic stress conditions. The most affected variables were: number of days until harvesting, plant dryness and leaf fall, pod number and yield per plant. 19 varieties were selected as possible parents, taking into account their yield, pod number per plant and uniform dryness.

Key words: plant genetic resources, soybean, abiotic stress

RESUMEN. El amplio potencial productivo del cultivo de la soya en siembras de primavera se ve afectado por las severas condiciones estresantes de altas temperaturas e intensas precipitaciones que ocurren en todo el ciclo y que influyen negativamente al momento de la madurez y la cosecha durante el período de agosto a septiembre. En tal sentido, se evaluó una gran colección del germoplasma existente en Cuba en esas condiciones de estrés para poder valorar las variables que más se afectan y cuáles de los genotipos podrían ser utilizados como progenitores en un programa de mejora, para obtener individuos adecuados para siembras de primavera. Se evaluaron caracteres cualitativos y cuantitativos, se procesaron por análisis multivariado y se encontró amplia variabilidad en las condiciones intensas de estrés abiótico. Los caracteres que más se afectaron fueron: días a la cosecha, secado de la planta y caída de sus hojas, número de vainas y rendimiento por planta. Se detectaron 19 variedades como posibles progenitores, por sus resultados en cuanto al rendimiento y el número de vainas por planta así como por su uniforme secado.

Palabras clave: recursos fitogenéticos, soya, estrés abiótico

INTRODUCCIÓN

La soya se caracteriza por su gran demanda de agua para formar biomasa, particularmente en algunas fases del crecimiento; sin embargo, es más resistente que otras especies de granos.

En las condiciones cubanas, el cultivo de la soya posee un amplio potencial productivo en siembras de primavera. Según Farias (1995), la lluvia es la principal fuente de agua para la mayor parte de la producción de la soya a nivel mundial. En las condiciones cubanas a finales de abril o principios de mayo, con el inicio de las intensas precipitaciones y la elevación de la temperatura, es posible producir eficientes volúmenes de granos sin la costosa técnica de riego, lo que podría significar un alto porcentaje del costo del cultivo.

Mota (1989) encontró que la soya puede tolerar períodos cortos de estrés hídrico, debido a que su sistema radical es profundo y su floración relativamente prolongada. Según Sharkey y Seemann (1989), el estrés moderado por falta de agua no afecta las reacciones de la fotosíntesis en los cloroplastos. Thomas y Raper (1981) encontraron que bajo temperaturas medias entre 26 y 30°C, se logran óptimos resultados en el crecimiento de la planta. Farias (1995) informó que la mejor tasa de desarrollo se logra con temperaturas diurnas alrededor de 30°C y temperaturas nocturnas entre 21 y 27°C son óptimas para el inicio de la floración en la soya.

En las condiciones cubanas, se registran temperaturas medias entre 26 y 28°C durante el período de primavera, que posibilitan el buen desarrollo del cultivo. Durante este período las intensas lluvias producen grandes pérdidas en las fases de madurez y cosecha, impidiendo en muchos materiales su secado y la caída de las hojas, lo que provoca grandes pérdidas que en ocasiones impiden la utilización de los granos.

El objetivo del presente trabajo ha sido evaluar una amplia colección de trabajo del germoplasma en las condiciones estresantes que se producen al final del ciclo

Dr.C. R. Ortiz, Investigador Titular, Ms.C. M. Ponce, Investigador Agregado y Dr.C. de la Fé, Investigador Auxiliar del departamento de Genética y Mejoramiento; Dr.C. A. Caballero, Investigador Auxiliar del departamento de Matemática Aplicada, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

del cultivo, cuando se siembra en el período de primavera, para conocer las potencialidades existentes en los materiales genéticos, detectando las variables más afectadas como base para el inicio de un programa de mejora con ese fin.

MATERIALES Y MÉTODOS

Una colección del germoplasma de soya existente en el país, conformada por 80 genotipos comerciales de diversos orígenes, que se han utilizado en la producción de granos (Tabla I), se evaluó en condiciones estresantes de intensas precipitaciones entre mayo y octubre. Esta colección se plantó en áreas agrícolas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, en San José de las Lajas, provincia La Habana, a 23° 00' de latitud norte, 32° 12' de longitud oeste y 130 m sobre el nivel del mar, en un suelo Ferralítico Rojo compactado (Hernandez *et al.*, 1990).

Tabla I. Origen de la colección de trabajo

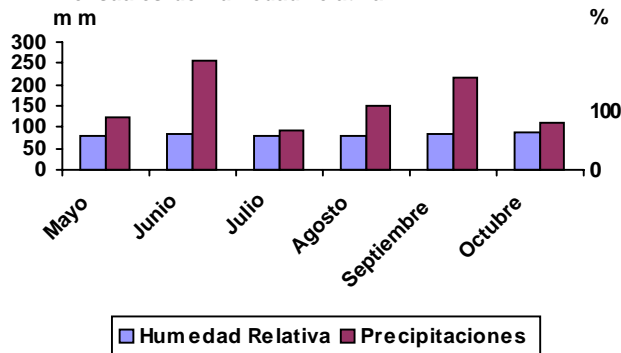
Países	Cantidad de variedades
Brasil	30
China	1
Corea	3
Cuba	3
Desconocido	9
Nigeria	13
USA	21
Total	80

Se montaron dos bloques con todos los genotipos en parcelas de cuatro surcos a 0.70 m entre calles y 4 m de largo a una densidad de 20 semillas por metro, siendo plantada la colección el 25 de abril de 1993. A partir de ese momento, se presentaron acumulados superiores a más de 100 mm mensuales, con temperaturas máximas de más de 30°C, medias superiores a 24°C y mínimas por encima de 20°C entre mayo y octubre (Figura 1).

A dicha colección se le evaluaron 14 caracteres durante todo el ciclo vegetativo, los que se llevaron a escalas de valores con diversas clases según descriptores usados en el banco mundial de germoplasma existente en Brasil (Verneti, 1982), todo lo cual aparece en la Tabla II, en los

caracteres días a floración y días a madurez se conformaron histogramas con los valores obtenidos en esta colección al ser evaluada en invierno, verano y primavera y su comparación con valores de la colección mundial existente en Brasil (Panizzi y Velloso, 1982). Se realizaron análisis de componentes principales con el objetivo de clasificar los genotipos con respecto a los caracteres más afectados por el estrés. Se efectuaron además análisis discriminantes aplicando la I-distancia de Ivanovic, ya que todas las variables están en escalas de 2 a 5 clases y presentan asociación muchas de ellas.

A- Acumulados mensuales de precipitación y medias mensuales de humedad relativa



B- Temperaturas medias mensuales durante el ciclo evaluativo

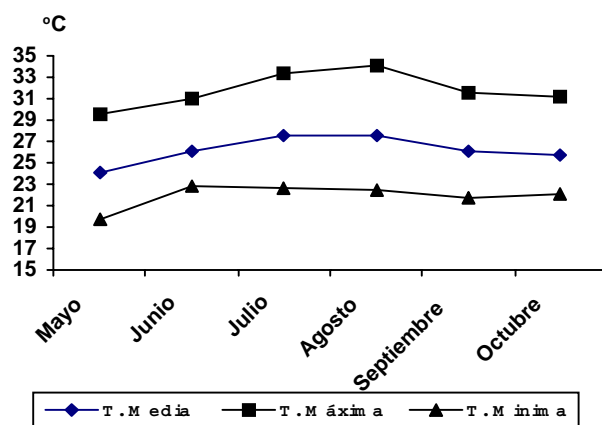


Figura 1. Condiciones climáticas presentadas

Tabla II. Escalas y clases utilizadas en los diversos caracteres evaluados

Orden	Carácter	Clases				
		1	2	3	4	5
1	Color de la flor	Blanca	Violeta	-	-	-
2	Color hipocotilo	Verde	Púrpura	-	-	-
3	Color pubescencia	Leonado	Gris	-	-	-
4	Densidad pubescencia	Densa	Normal	-	-	-
5	Días a la floración	Precoz <45	Media 45-55	Tardía >55	-	-
6	Días a madurez	Precoz <110	Media 110-130	Tardía >130	-	-
7	Altura planta (cm)	Pequeña <80	Media 80-130	Alta >130	-	-
8	Hábito de crecimiento	Erecto	Medianamente erecto	Poco erecto	Medianamente acamado	Acamado
9	Secado planta	Uniforme	Poco uniforme	No uniforme	Sin secado	-
10	Caída de hojas	Buena	Regular	Mala	-	-
11	Número vainas por planta	Alto >60	Medio 40-60	Bajo <40	-	-
12	Rendimiento por planta	Alto >15 g	Medio 15-8 g	Bajo <8 g	Sin rendimiento	-
13	Carga de la planta	Muy alta	Alta	Media	Baja	-
14	Vigor general	Vigorosa	Medianamente vigorosa	Poco vigorosa	Vagamente vigorosa	Sin vigor

Se seleccionaron como posibles progenitores para las condiciones estresantes de primavera, los genotipos que se agruparon en los de mejor comportamiento (valores de clase 1 y 2) para el rendimiento por planta, número de vainas por planta y el secado de la planta según el análisis de componentes principales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se observa en la Figura 1, las condiciones climáticas en la primavera posibilitaron un buen desarrollo de los genotipos sin necesidad del riego, debido a que en mayo, junio y julio se registraron 572 mm (190.6 mm/mes), suficiente para asegurar una satisfactoria germinación y un crecimiento adecuado; sin embargo, en agosto y septiembre, cuando las plantas debían iniciar su secado y la caída de las hojas se registraron 368 mm, con un promedio mensual de 184 mm, que mantuvo el suelo con gran humedad continuamente; además, en estos meses se inició la disminución de la temperatura ambiental, media y máxima, y el aumento de la humedad relativa, factores que ayudaron a mantener el sobrehumedecimiento creado por las intensas precipitaciones. La distribución de los caracteres frente a los efectos del estrés aparecen en la Tabla III.

Como se observa, la variable días a la floración presentó una distribución a favor de las precoces. En el histograma para días a la floración (Figura 2), se denota un comportamiento muy similar cuando la colección se evaluó en las épocas de invierno y verano; en la primavera se alargó el período juvenil de la planta previo a la floración en más de un 50 % con respecto al verano y un 35 % respecto al invierno, debido posiblemente a que es el período en Cuba donde existen los días más largos y podrían llegar a ser críticos para un determinado número de genotipos. Además las altas temperaturas y precipitaciones de mayo a julio podrían ayudar a alargar el período juvenil de las variedades, es decir, podría presentarse una acción conjunta de estos importantes factores agroclimáticos. La colección evaluada está constituida por individuos catalogados como precoces y medios para este carácter dentro de la colección mundial, por ser los que más posibilidades tienen en las condiciones cubanas.

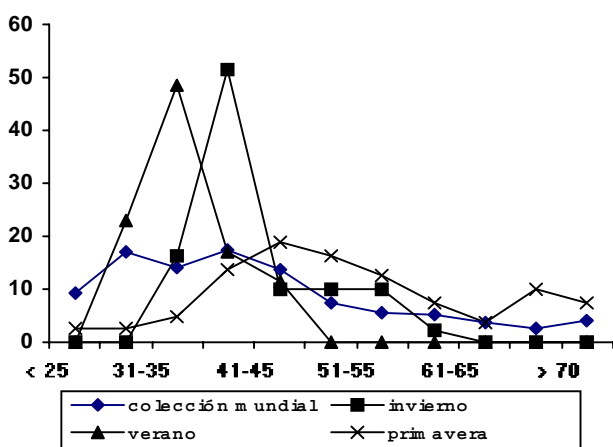


Figura 2. Histograma para días a la floración de la colección evaluada en las tres épocas

Según Baigorri *et al.* (1997a), las altas temperaturas alargan el período juvenil y pueden en gran medida afectar el desarrollo de la planta.

En días a la madurez (Tabla III), se invierte la tendencia a favor de las tardías con el 67.4 %, lo que hace suponer que las intensas condiciones climáticas afectaron este importante carácter. En la Figura 3 se presenta el histograma para días a la madurez, donde se denota un comportamiento muy diferente de los genotipos en la primavera con respecto a su comportamiento en verano e invierno y al comportamiento de la colección mundial donde ellos están representados; ello probablemente se deba al efecto inicial de la falta de inducción floral, por ser críticas las horas luz que se presentan en mayo y junio para un determinado número de genotipos y de las altas precipitaciones presentadas al final del ciclo, así como la alta humedad relativa y la disminución de las temperaturas medias, máximas y mínimas que crearon condiciones intensas de estrés por sobrehumedecimiento e impidieron el desarrollo normal de los estadios del período reproductivo de un alto porcentaje de las variedades de la colección de trabajo.

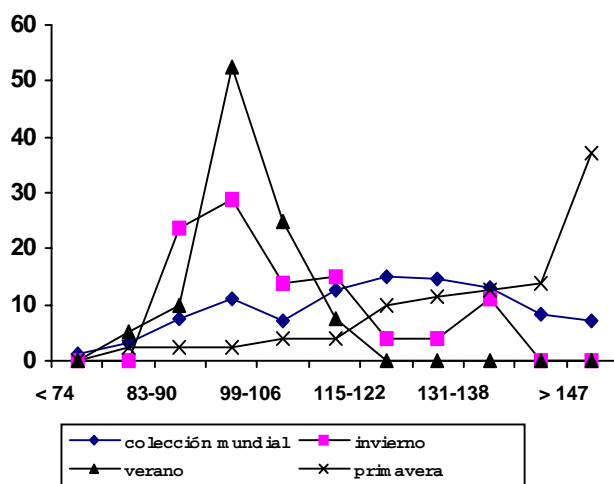


Figura 3. Histograma para días a la madurez de la colección evaluada en las tres épocas

Esa tendencia negativa se observa también en el secado de la planta, como aparece en la Tabla III, donde la mitad de los genotipos no secan sus hojas, cuestión atípica de esta especie, donde los genotipos al llegar al estadio R8 del período reproductivo secan toda el área foliar y desprenden sus hojas.

En el caso del rendimiento, se observó que el 37.5 % no logró ninguna producción de granos, lo cual se puede achacar al intenso estrés existente.

Todo ello fundamenta la afirmación de que este comportamiento es la respuesta de los genotipos a las condiciones estresantes existentes; los regímenes térmico de la época y de precipitaciones pueden afectar en alta medida la longitud del ciclo de los cultivares. Baigorri *et al.* (1997b) plantean que el régimen térmico de cada región afecta la longitud del ciclo de los cultivares, lo cual coincide en parte con los criterios anteriores.

Tabla III. Distribución de los genotipos en clases en los diversos caracteres

Carácter	Clasificación según clases. Cantidad de genotipos (%)
Color de la flor	42 (52.5 %) blancas y 38 (47.5 %) violetas
Color hipocotilo	43 (53.8 %) verdes y 37 (46.2 %) púrpuras
Color pubescencia	39 (48.8 %) leonado y 41 (51.2 %) grises
Densidad pubescencia	18 (22.5 %) densas y 62 (77.5 %) normales
Días a floración	35 (43.8 %) precoces, 23 (28.8 %) medias y 24 (27.4 %) tardías
Días a madurez	13 (16.3 %) precoces, 13 (16.3 %) medias y 54 (67.4 %) tardías
Altura planta	27 (33.7 %) pequeñas, 40 (50 %) medianas y 13 (16.3 %) altas
Hábito crecimiento	44 (55 %) erectos, 11 (13.8 %) m. erectos, 13 (16.3 %) semi-erectos, 9 (11.3 %) m. acamado y 8 (10 %) acamado
Secado planta	18 (22.4 %) uniformes, 11 (13.8 %) poco uniformes, 11 (13.8 %) no uniformes y 40 (50 %) sin secado
Caída de hojas	4 (5%) buenas, 9 (11.3 %) regulares y 67 (83.7 %) malas
Número vainas	8 (10 %) altos, 26 (32.5 %) medias y por planta 46 (57.5 %) malos
Rendimiento por planta	11 (13.8 %) altos, 17 (21.2 %) medios, 22 (27.5 %) bajos y 30 (37.5 %) sin rendimiento
Carga de la planta	1 (1.2 %) muy alta, 11 (13.8 %) altas, 60 (75 %) medias y 8 (10 %) bajas
Vigor general	2 (2.1 %) vigorosas, 9 (11.3 %) medianamente vigorosas, 45 (56.3 %) poco vigorosas, 5 (6.3 %) sin vigor

Los caracteres que más marcaron los efectos del estrés fueron:

- Días a la cosecha: 67.5 % de los genotipos presentaron más de 130 días de ciclo.
- Secado de la planta: 50 % de los genotipos no secaron sus hojas.
- Caída de las hojas: 83.8 % de los genotipos no desprendieron sus hojas.
- Número de vainas por planta: 57.5 % de los genotipos presentaron bajo número de vainas/planta.
- Rendimiento por planta: 27.5 % de los genotipos presentaron muy bajos rendimientos y 37.5 % no produjeron ningún rendimiento, por lo que el 65 % de los genotipos tuvieron un mal comportamiento para ese importante carácter.

Según los resultados de la tabla anterior, se observa que las condiciones estresantes abióticas fueron intensas para la mayoría de las variedades evaluadas, afectando fundamentalmente a las variables relacionadas con su productividad.

El exceso de agua puede ser nocivo y muy marcado entre genotipos (Gomes *et al.*, 1989 y Santos *et al.*, 1989). Según Neumaier y Nepomuceno (1995), el exceso o la falta de agua influyen en la actividad biológica y disposición de los nutrientes; además, está demostrado que existen diferencias entre cultivares en cuanto a la tolerancia al exceso de agua, cuestión que se demuestra en estos resultados. El factor climático de mayor influencia sobre la producción de grano del cultivo son las precipitaciones (Baigorri *et al.*, 1997b).

A partir del análisis de componentes principales realizado con el objetivo de describir el comportamiento de la colección de trabajo en las condiciones estresantes de primavera (Tabla IV), utilizando siete variables, se observa que el eje C_1 extrajo el 47.66 % de la variación, estando representadas en la zona de la derecha las variedades sin secado de la planta, rendimiento depresivo, tardías a la floración y con menor número de vainas por planta. Atendiendo a la contribución de los caracteres en el eje C_2 , las variedades con mayor altura de la planta, se encuentran hacia la zona inferior del eje; este eje extrajo el 18.15 % de la variación.

Tabla IV. Valores y vectores propios, porcentaje de contribución de las variables en los componentes C_1 y C_2 y correlaciones entre las variables

Contribución	C_1	C_2				
% de contribución	47.66	18.15				
% acumulado	-	65.81				
Vectores propios						
Días a la floración (DF)	0.7145	-0.3874				
Días a la madurez (DM)	0.5736	-0.4271				
Altura de la planta (AP)	0.3220	-0.7557				
Secado de la planta (SP)	0.8831	0.0944				
Caída de las hojas (CH)	0.5613	0.4676				
Número de vainas por planta (NV)	0.7292	0.2821				
Rendimiento por planta (R)	0.8753	0.2440				
Correlación entre variables						
	DF	DM	AP	SP	CH	NV
DM	0.43					
AP	0.39	0.27				
SP	0.50	0.58	0.13			
CH	0.18	0.25	0.07	0.48		
NV	0.41	0.04	0.18	0.56	0.33	
R	0.52	0.30	0.13	0.75	0.46	0.74

Como se puede apreciar, esta colección de trabajo presenta amplia variabilidad, siendo los caracteres: secado de la planta, rendimiento por planta, días a la floración, número de vainas por planta y la altura de la planta, las variables que más contribuyen al análisis de los componentes principales.

Las variables que más correlacionaron con el rendimiento (Tabla IV) en estas condiciones fueron: secado de la planta, número de vainas por planta y días a la floración.

En el gráfico del análisis (Figura 4), se evidencia la formación de grupos relacionados con las clases creadas para el rendimiento por planta. En la figura se observa que las variedades con mayor rendimiento, mayor número de vainas y secado uniforme de la planta se agruparon claramente en el sector izquierdo del gráfico, lo que refuerza la existencia de variabilidad del germoplasma evaluado.

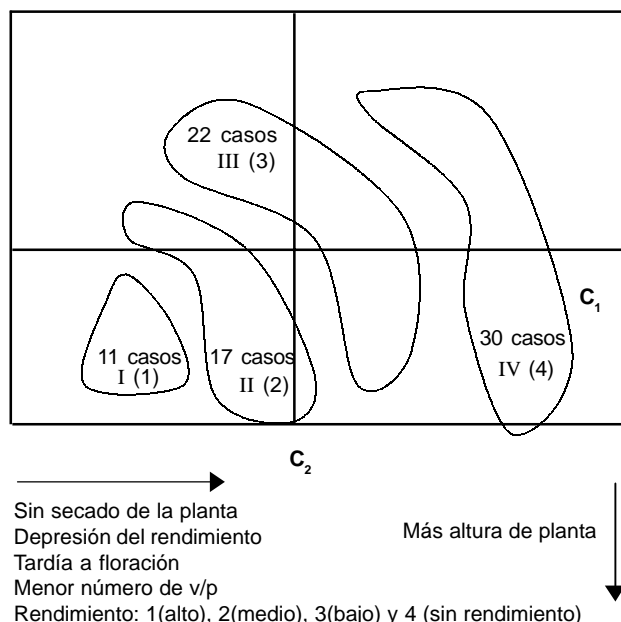


Figura 4. Los genotipos y su valor, según las clases utilizadas para el rendimiento

Según los análisis discriminantes efectuados (Tabla V), se denota que las plantas que florecen antes de los 45 días de germinadas, tienden a ser más pequeñas y las que florecen antes de los 56 días, tienden a tener más rendimiento por planta en estas condiciones. Moseley, Hernández y Ayala (1997) informaron que bajo siembras de verano, la variedad que se destacó por su precocidad fue la de más rendimiento, lo que coincide con estos resultados.

Las plantas con ciclos de cosecha menor a 110 días, tienden a secar muy uniformemente y las que su ciclo está entre 110 y 130 días, tienden a tener mayor número de vainas por planta y logran, en general, florecer más temprano.

Las plantas que no secan son, en general, de más de 55 días a la floración y dan los rendimientos más bajos.

Entre las variedades de secado uniforme están las de más rendimiento.

Se detectaron por su comportamiento en estas condiciones estresantes, que se refleja en los grupos donde clasificaron, según el análisis de componentes principales realizado, los progenitores que aparecen en la Tabla VI.

Ponce y Florido (1997) y Ponce *et al.* (1998) informaron el comportamiento satisfactorio de variedades de soja en condiciones de primavera, que han sido seleccionadas de variaciones naturales detectadas de algunos genotipos destacados en este trabajo.

REFERENCIAS

- Baigorri, *et al.* Ecofisiología del cultivo. El cultivo de la soja en Argentina. INTA, Argentina, 1997a.
- Baigorri, *et al.* Elección de cultivares. El cultivo de la soja en Argentina. INTA, Argentina, 1997b.
- Farias, J. R. B. El cultivo de la soja en los trópicos. Cap. Condiciones climáticas. Colección FAO: Producción y protección vegetal. 1995, no. 27, p. 24-30.
- Gomes, A. S. *et al.* Identificación de genotipos de soja tolerantes al estrés de humedad en el suelo. Memoria IV conferencia mundial del cultivo de la soja, Buenos Aires, Argentina 5-9 marzo de 1989: 369-375.
- Hernández, A. *et al.* Clasificación de los suelos de Cuba. ATLAS Nacional, 1990.
- Moseley, E., Hernández, T. y Ayala, A. Comportamiento de variedades de soja procedentes de Brasil en condiciones de verano. Memorias del evento "Producción de cultivos en condiciones tropicales". 24-27 nov./ 97, La Habana, Cuba, 1997, p.22-23.
- Mota, F. S. Condiciones climáticas y producción de soja en el sur de Brasil. En F.J. Verneti, ed. Soja: planta, clima, plagas, molestias e invasoras, vol 1, p 93-126. Campinas, SP, Brasil, Fundación Cargill. 1983.

Tabla V. Resultados de los análisis discriminantes efectuados

Variable de agrupamiento	Sig	Variables que más pesaron
Días a la floración	++	AP y R Plantas precoces a la floración son en general más pequeñas; las precoces y medias a la floración presentaron en general mayor rendimiento
Días a la cosecha	++	SP, NV, DF y R Plantas precoces a la cosecha secan en general muy uniformemente. Las medias a la cosecha tienen mayor NV que las tardías y las precoces Las plantas medias a la cosecha tienen una tendencia a tener menor cantidad de días a la floración que las precoces Las plantas medias a la cosecha presentan en general más rendimiento
Altura de la planta	+	DF y NV Las plantas con menor altura, en general, fueron más precoces en la floración Las plantas clasificadas como pequeñas y medianas presentaron valores medio semejantes, con respecto al número de vainas por planta y las clasificadas como altas presentaron menor número de vainas por planta
Secado de la planta	++	R y DF Las plantas que no secan son tardías a DF, dan los rendimientos más bajos Entre las variedades de secado uniforme están las de mayor rendimiento
Número de vainas por planta	+	SP y DF Plantas con mayor NV son, en general, las variedades de secado más uniforme Plantas con regular NV son las variedades más precoces a la floración

Tabla VI. Genotipos en los grupos de mejor comportamiento, según componentes principales

Variedad	País	Destacada según		
		Rendimiento por planta	Número de vainas por planta	Secado planta
BR-24	Brasil	X	X	X
BR-32	Brasil	XX	XX	XX
CS-23	Cuba	X	X	XX
Davis	USA	XX	X	XX
Doko	Brasil	XX	XX	X
Doucrop	USA	X	X	X
EMBRAPA 1	Brasil	X	X	X
EMBRAPA 2	Brasil	XX	XX	XX
FT-2	Brasil	XX	XX	XX
FT-3	Brasil	X	X	X
FT-10	Brasil	XX	XX	XX
FT-20	Brasil	XX	X	XX
G7R315	Desconocido	X	-	-
IAC-8	Brasil	XX	XX	XX
IAC-12	Brasil	XX	XX	XX
INIFAT-70	Cuba	X	XX	X
OCEPAR-4(Iguapo)	Brasil	XX	X	XX
RS-9 (Iauba)	Brasil	XX	XX	-
Williams 82	USA	X	-	X

X medianamente destacado (agrupado en los genotipos con valor de clase 2)

XX destacado (agrupado en los genotipos con valor de clase 1)

Neumaier, N. y Nepomuceno, A. L. El cultivo de la soya en los tropicos. Cap. Manejo del agua, colección FAO: *Producción y Protección Vegetal*, 1995, no. 27, p. 153-160.

Panizzi, M. C. y Velloso, M. M. Caracterización y evaluación del germoplasma de soja. Catálogo de germoplasma de soja. EMBRAPA y Centro Nacional de Recursos Genéticos (CENARGEN). Brasilia, Brasil, 1882.

Ponce, M. y Florido, M. Evaluación de ocho nuevas variedades de soya bajo condiciones de primavera y verano en Cuba. Memorias del evento "Producción de cultivos en condiciones tropicales" 24-27 nov./ 97, La Habana, Cuba, 1997 p.22-23.

Ponce, M., *et al.* Evaluación de nuevos cultivares de soya para bajos insumos. Memorias del XI Seminario Científico del INCA, 17-20/nov., 1998 p. 143.

Santos, S. C., *et al.* Comportamiento estomático y rendimiento de cinco genotipos de soya sometidos a diferentes niveles de humedad en el suelo. Memoria IV conferencia mundial del cultivo de la soya, Buenos Aires, Argentina 5-9 marzo de 1989: 383-390.

Sharkey, T. D. y Seemann, J. R. Mild water stress effects on carbon-reduction-cycle intermediates, ribulose biphosphate carboxylase activity, and spatial homogeneity of photosynthesis in intact leaves. *Plant Physiol.* 1989, vol. 89, p. 1060-1069.

Thomas, J. F. y Raper, C. D. Jr. Day and night temperature influence on carpel initiation and growth in soybean. *Bot. Gaz.*, 1981, vol. 142, p. 183-184.

Verneti, F. J. Simbología genética de los descriptores usados en el banco activo de germoplasma de soja. EMBRAPA y Centro Nacional de Recursos Genéticos (CENARGEN). Brasilia, Brasil, 1882.

Recibido: 29 de junio de 1999

Aceptado: 24 de septiembre de 1999

INSTITUTO NACIONAL
DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

MAESTRÍA

“Nutrición de las plantas y biofertilizantes”

Duración: 2 años
Fecha de comienzo: febrero
Precio: 5000.00 USD
Coordinador: Dr.C. Ramón Rivera Espinosa

Para más información dirijase a:

Dr.C. Walfredo Torres de la Noval
Dirección de Educación y Relaciones Públicas
Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)
Gaveta Postal 1, San José de las Lajas,
La Habana, Cuba CP 32700
Telf: (53)(64) 6-3867, 6-3773
Fax: (53)(64) 6-3867
e-mail: posgrado@inca.edu.cu