

## ESTABILIDAD DE VARIEDADES PROMISORIAS DE SOYA (*GLYCINE MAX L. MERR.*)

Zoila Fundora Mayor, Yanisbell Sánchez, José Fresneda, Miriam González Valenzuela, Mercedes Hernández, Bernardo Dibut, Guillermo Brito, Haroldo Uranga, Gloria Acuña, Maricel Ortega, Luis Fey y Luz Divina Liñeiro.

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT), Calle 2, esquina a 1, Stgo. De las Vegas, Boyeros, CP 17200, Ciudad Habana, Cuba. Correo Electrónico: [zfundora@inifat.co.cu](mailto:zfundora@inifat.co.cu); [csiu@infomed.sld.cu](mailto:csiu@infomed.sld.cu) Teléfono: (53)7 6830093

### RESUMEN

Se realizó un estudio de la estabilidad de genotipos promisorios de soya en diferentes ambientes, especialmente referidos a la utilización de la fertilización biológica, para recomendar los mismos en una estrategia varietal en el cultivo. Se utilizaron cinco variedades procedentes de Brasil y una del programa de mejoramiento local, y además dos testigos comerciales, los que fueron evaluados en dos épocas de siembra (primavera y verano), bajo fertilización biológica y fertilización mineral, respectivamente; en una de las épocas de verano la evaluación fue desarrollada en manejo cero de la incidencia natural de insectos. Se utilizaron varios procedimientos para la estimación de la estabilidad del rendimiento y sus componentes, así como del número de nódulos producidos por las variedades. Los resultados indicaron que los tres procedimientos de cálculo empleados para la estimación de la estabilidad de los cultivares bajo estudio, mostraron resultados coincidentes. Las variedades **EMGOPA-306** y **BR-28** presentaron adaptabilidad a ambientes favorables. El cultivar **MSBR-34**, a pesar de resultar relativamente inestable para la mayoría de los atributos evaluados y no presentar valores superiores al testigo, presentó un buen comportamiento sólo en la época de primavera, por lo que pudiera utilizarse en estas condiciones. Se recomienda iniciar el ciclo de reproducción de la semilla original de las variedades **BR-28** y **EMGOPA-306**, así como también la **MSBR-34**, para comenzar los trabajos de regionalización.

**Palabras claves:** *soya; estabilidad; fertilización biológica*

## STABILITY OF PROMISING SORBEN VARIETIES (*GLYCINE MAX L. MERR.*)

### ABSTRACT

A study on the stability of promising soybean genotypes in different environments was performed, specially referred to biological fertilization, in order to recommend them in a varietal strategy for the crop. Five varieties from Brazil were included and one from the local breeding programme, and additionally two commercial checks; they were evaluated in two sowing seasons (spring and summer), under biological and mineral fertilization, respectively; one of the years, in summer season, the evaluation was developed without any management of the natural infestation with pests. Several procedures were used for the estimation of yield and its components stability, as well as the number of nodules produced in varieties' roots. The figures showed that the three procedures for the estimation of the stability of the genotypes under study, had coincident results. Varieties **EMGOPA-306** and **BR-28** had good adaptability to favourable environments. Cultivar **MSBR-34**, despite of being unstable for the majority of the evaluated attributes and do not have values higher than the check, had a good behaviour only in the spring season, so it would be used under these conditions. It was recommended to initiate the original seed

Revista Agrotecnia de Cuba  
reproduction for varieties **BR-28** and **EMGOPA-306**, as well as for **MSBR-34**, in order to initiate regional evaluations.

**Key words: soybean; stability; biological fertilization**

## INTRODUCCION

Para la incorporación de los cultivares promisorios identificados en el germoplasma en programas de mejoramiento o directamente en la producción, es imprescindible realizar la evaluación de los caracteres agronómicos de mayor importancia en diferentes ambientes, con el fin de comprobar su comportamiento en las diferentes condiciones y determinar para cuáles ambientes puede ser recomendada su siembra.

Se considera como **ambiente**, al conjunto de factores externos que comprende los referentes al clima, las condiciones del suelo, las prácticas culturales y los agentes bióticos, entre otros (Eisemann, 1981).

La problemática de la interacción del genotipo con el ambiente es muy compleja, y el enfoque más conocido y popular es el que considera que el comportamiento fenotípico sigue un comportamiento lineal con relación al ambiente (Comstock y Moll, 1963; Finlay y Wilkinson, 1963; Eberhart y Russell, 1966; Crossa *et al.*, 1995; Nyquist, 1991). Otros enfoques reconocen componentes no aditivos en el modelo de la interacción, los cuales introducen sesgos en la medida de la misma (Gálvez, 1997). Pero esto constituye la primera parte del problema, que se refiere a la detección y estudio de las interacciones; el segundo aspecto se refiere a la identificación de los patrones de interacción (Byth, 1981).

En esta segunda etapa, existe un gran número de metodologías para el análisis de tales datos, incluyendo el análisis de varianza y la regresión lineal conjunta (Finlay y Wilkinson, 1963; Eberhart y Russell, 1966), los que aún son muy usados (Fundora *et al.*, 1994 b.); los métodos de ordenación (Eisemann, 1981; Kempton, 1984), los análisis de *cluster* (Mungomery *et al.*, 1974; Lin y Butler, 1990; Ouyang *et al.*, 1995); los métodos de análisis de patrón, que combinan los *clusters* con los métodos de ordenación (Byth *et al.*, 1976; DeLacy y Cooper, 1990), y los métodos AMMI, que combinan el modelo aditivo con el de interacción multiplicativa. También se utilizan, la ecovalencia (Wricke, 1964; 1965), las correlaciones de los valores del mismo atributo en los diferentes ambientes (Itoh y Yamada, 1990), y la comparación de los valores promedio del carácter y su coeficiente de variación a través de los ambientes, en comparación con el promedio y el coeficiente de variación generales de todos los genotipos en todos los ambientes (Rodríguez, 1984).

El cultivo que nos ocupa, la soya (*Glycine max* L. Merr.), es una especie con una importante respuesta foteriódica y con una gran plasticidad reproductiva (Baigorri *et al.*, 1997). Para obtener altos rendimientos en esta especie es necesario un adecuado conocimiento del desarrollo y crecimiento del cultivo y la cuantificación adecuada de la influencia del genotipo y al ambiente, así como la interacción de ambos para la correcta elección de cultivares y la aplicación de las prácticas de manejo más convenientes en cada situación.

Por tal motivo, el objetivo del presente artículo fue conocer la estabilidad de genotipos promisorios de soya en diferentes ambientes, especialmente referidos a la utilización de la fertilización biológica, para recomendar los mismos en una estrategia varietal en el cultivo.

Se utilizaron 5 cultivares seleccionados en la colección de Brasil, una línea del programa de mejoramiento del INIFAT y 2 testigos comerciales cubanos (Tabla 1), los cuales fueron sembrados en áreas de la Sede Central del INIFAT, sobre suelo Ferralítico Rojo. El ensayo de evaluación se repitió en 5 ambientes, producto de la combinación de época de siembra x año x condición de siembra:

- **Verano 1999**, sin aplicar inoculación en las variedades (entre el 15 de agosto y el 1<sup>ero</sup> de septiembre)
- **Verano 1999**, aplicando inoculación a las variedades (igual fecha de siembra)
- **Verano 2000**, sin inoculación y sin aplicación de medidas de control para insectos (igual fecha de siembra)
- **Primavera 2001**, sin inoculación (entre el 1<sup>ero</sup> y el 15 de mayo)
- **Primavera 2001**, con inoculación (en la misma fecha que la anterior)

El marco de siembra empleado y las normas de fertilización y aplicación de pesticidas, fueron las recomendadas en el instructivo técnico del cultivo, excepto para el verano del 2000, donde no se fumigó y en los tratamientos donde se inocularon las variedades, donde se aplicó sólo un 30% de fertilizantes nitrogenados, según las prácticas usuales recomendadas para la aplicación eficiente de la biofertilización (Atkins, 1984; Venturi y Amaducci, 1985; González, 1994; González y Andreoli, 1996; Dibut, 2002, com. personal). Se utilizó la cepa **3412** para la inoculación de las variedades, aislada por Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes del MINAG. El inoculante en polvo (la cepa mezclada con turba) se mezcló con la semilla 2 ó 3 horas antes de la siembra, a razón de 1 kg/qq de semilla, procurando cubrir con éste toda la superficie de la misma (la cubierta de la semilla se debe tornar oscura; esto constituye un indicador de la calidad de la inoculación). Posteriormente se oreó la semilla sobre una manta durante unas horas antes de la siembra, para reforzar la seguridad de la eficiencia de este proceso.

Los tratamientos se dispusieron en parcelas de tres surcos de 5 m, separados 0.60 m, siguiendo un diseño de bloques completamente aleatorizados, replicados tres veces.

En este caso se registraron los valores de los siguientes atributos, en 10 plantas seleccionadas al azar del surco central de cada parcela: altura de las plantas (AP); altura hasta la primera vaina, medida en el campo (AV); número de vainas/planta (VP); número de semillas/planta (SP); peso de granos por planta, en g (PG); tamaño de la semilla, como el peso en g de 100 semillas (P100S) y número de semillas/vaina (SV). El rendimiento en t/ha (RHA) fue calculado en el surco central de cada parcela (3 m<sup>2</sup>) y luego llevado a t/ha.

Con los datos así obtenidos, y previa transformación de las VP, SP y SV por  $\sqrt{x}$ , se realizó un análisis de varianza bifactorial Variedad x Ambiente, utilizando el paquete estadístico francés STAT-ITCF. Se compararon los valores promedio de las fuentes variación que resultaron significativas, utilizando la prueba de comparación múltiple de Newman-Keuls.

Se estimó la estabilidad de los cultivares a través de los ambientes, sobre la base de cada variable, utilizando el método recomendado por Rodríguez (1984) y Fundora (1999), utilizando el paquete estadístico GERBANCO, desarrollado en el INIFAT (Cristóbal, 2000), a partir de los programas elaborados por Fundora *et al.* (1994 a). Se estimaron además los parámetros  $b_i$  de Finlay y Wilkinson (1963) y  $r^2$  de Bilbro y Ray y se realizó un análisis

Revista Agrotecnia de Cuba

de estabilidad tomando en cuenta simultáneamente todos los atributos, mediante el empleo de un ACP (Eismann, 1981); se procedió de igual manera que para el resto de los casos, en lo que se refiere a programa utilizado y criterios de evaluación de los resultados.

Se registró la nodulación de las diferentes variedades, en la raíz principal y en las secundarias (NRP y NRS respectivamente), en sólo cuatro ambientes: invierno 1998/99, con y sin inoculación y primavera 2001 en iguales condiciones. Estos datos fueron sometidos también a un análisis de varianza Variedad x Ambiente usando el STAT-ITCF, y los promedios comparados con el *test* de rangos múltiples de Newman-Keuls. Se calculó la estabilidad de las variedades en la expresión de la capacidad de nodulación y de la manifestación de este fenómeno a través de los ambientes empleados, de la misma forma que en el rendimiento y sus componentes.

Para la evaluación de la incidencia de plagas, se tomó una muestra de 15 folíolos en el surco central de cada parcela en las etapas vegetativa, a los 20 días (fv) y de fructificación, a los 75 días (ff), y se identificó la presencia de insectos (dañinos o controles biológicos), mediante el conteo de los insectos adultos y sus larvas, así como también de las ninfas, usando un microscopio estereoscópico con un aumento de 60 X. Con los datos así obtenidos, y previa transformación de los índices registrados por  $\sqrt{x}$ , se realizó un análisis de varianza bifactorial Variedad x Ambiente, utilizando el paquete estadístico francés STAT-ITCF.

Se registraron, por último, las temperaturas máxima, mínima y promedio en oC (Tmax, Tmin y TX), la humedad relativa promedio, en porcentaje (HR) y la precipitaciones acumuladas en mm (PP), en las décadas de cada uno de los meses que duraron las distintas campaña de siembra. Con estos datos se construyeron gráficos comparativos, que se encuentran reflejados en el Anexo 1.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

En la Tabla 2, aparecen los resultados del análisis de varianza de los datos obtenidos de la evaluación de variedades en los ambientes de prueba. Se puede apreciar claramente que existieron diferencias significativas al 0.1% entre las variedades, entre los diferentes ambientes y para las interacciones variedad x ambiente, para los atributos altura de las plantas, altura hasta la primera vaina, número de vainas y semillas/planta, peso de los granos/planta y rendimiento/ha. Igualmente hubo diferencias significativas al 0.1% entre variedades y para sus interacciones con el ambiente para el tamaño de las semillas, así como entre los diferentes ambientes y su interacción con las variedades para el número de semillas/vaina; las diferencias entre ambientes para el tamaño de la semilla y entre variedades para el número de semillas/vaina fueron sólo significativas al 1%. El coeficiente de variación general para el número de vainas/planta fue muy alto, lo que sugiere una alta heterogeneidad en la expresión de este carácter; fueron medios para el número de semillas/planta, el peso de los granos y el rendimiento/ha, y muy bajos para el resto de los caracteres.

Existieron además diferencias significativas al 0.1% entre variedades para el número de nódulos formados en las raíces secundarias, pero no así para la aparición de los mismos en la raíz principal, donde no existieron diferencias significativas (Tabla 3). Sin embargo, sí existieron diferencias significativas al 0.1% entre los diferentes ambientes para la nodulación de las variedades en la raíz principal y en las secundarias. Sólo existieron diferencias altamente significativas para las interacciones variedad x ambiente para el

número de nódulos formados en las raíces secundarias. Los coeficientes de variación para ambas variables fueron muy altos, indicando una gran heterogeneidad en la expresión de este atributo en las variedades evaluadas a través de los ambientes de prueba. Es un hecho demostrado que cualquier evento ambiental (un estrés térmico, la sequía, un anegamiento prolongado, etc.) puede comprometer la fijación biológica del nitrógeno (FBN) y con ello el rendimiento (González *et al*, 1997); además, la magnitud de las fuentes de nitrógeno orgánico en el suelo disponibles para mineralizar, influyen notablemente en la eficiencia de la FBN a distintos niveles, como por ejemplo, en la formación de nódulos, en la actividad de la enzima nitrogenasa y en la regulación de la síntesis del amonio asimilable, así como en el balance energético global de la planta (la planta gasta menos energía en la mineralización del nitrógeno del suelo que en la FBN). También la presencia de bajos niveles de fósforo asimilable, como es corriente en los suelos Ferralíticos Rojos, disminuye notablemente este proceso de FBN.

En ninguna de las variables biológicas analizadas se observaron diferencias significativas entre bloques, lo que sugiere la homogeneidad del área experimental utilizada.

### **Estabilidad estimada mediante el método de los coeficientes de variación**

En la Tabla 4 se aprecia que los cultivares Cubasoy-120, MSBR-34, EMBRAPA-30 y BR-28, resultaron estables y con adaptación específica a ambientes favorables para la altura hasta la primera vaina, por presentar un valor promedio en todos los ambientes, superior al valor promedio general de todas las variedades en todos los ambientes. El resto resultó inestable y de adaptación errática, ya que sus valores promedio y coeficientes de variación para este atributo, fueron inferiores al promedio y coeficiente de variación generales, respectivamente.

En cuanto a la altura de la planta, fueron estables y adaptados a condiciones favorables los cultivares INIFAT V-9, Cubasoy-120, EMGOPA-306 y BR-28. Los cultivares MSBR-34, EMBRAPA-19 y EMBRAPA-30, fueron inestables (Tabla 5). Para el número de vainas/plantas, sólo fue inestable el cultivar MSBR-34 (Tabla 6); considerando el número de semillas/planta, resultaron estables las variedades INIFAT V-9, EMGOPA-306, VEI-3 y BR-28 (Tabla 7).

En cuanto al peso de los granos/planta y el rendimiento/ha, sólo tres cultivares fueron estables: INIFAT V-9, EMGOPA-306 y BR-28 (Tablas 8 y 9). Si consideramos el tamaño de la semilla, por el contrario, se evidencia que los cultivares Cubasoy-120 y EMBRAPA-30 son los más estables (Tabla 10). El cultivar brasileiro BR-28 fue estable para la mayoría de los atributos evaluados, excepto para el tamaño de la semilla, donde presentó un comportamiento errático. Por último, fueron inestables para el número de semillas/vaina, las variedades INIFAT V-9, Cubasoy-120 y EMBRAPA-19 (Tabla 11).

Cuando se analizó la nodulación en la raíz principal, los cultivares INIFAT V-9, EMGOPA-306, MSBR-34 y EMBRAPA-30 clasificaron como estables y adaptadas a ambientes favorables, por producir mayor cantidad de nódulos que el promedio de producción de todas las variedades en todos los ambientes (Tabla 12); el resto fueron inestables y de comportamiento errático. Para el número de nódulos en las raíces secundarias, todas las variedades resultaron estables y adaptadas a ambientes favorables (Tabla 13).

## **Utilización de los criterios de Finlay y Wilkinson y de Bilbro y Ray para conocer la estabilidad.**

En general, la respuesta de casi todas las variedades a los cambios ambientales fue altamente lineal para la altura de la planta, la altura de la primera vaina, el número de vainas y semillas/planta, el peso de los granos, el número de semillas/vaina, el rendimiento/ha, y la presencia de nódulos en la raíz principal y en las raíces secundarias (Tabla 14), ya que los valores de los coeficientes de determinación no se alejaron significativamente de 1. No fue así para el tamaño de la semilla, donde todas las variedades mostraron un comportamiento no lineal. Las variedades EMBRAPA-19 y EMBRAPA-30 fueron las que con mayor frecuencia respondieron de manera no lineal a los cambios ambientales.

En cuanto al coeficiente de regresión (Finlay y Wilkinson, 1963), se muestra una variada respuesta de las variedades a las variaciones ambientales, pero en cuanto al peso de granos/planta y el rendimiento/área, todas las variedades tuvieron una estabilidad promedio, al presentar valores no diferentes de 1. La variedad BR-28 resultó según este criterio, adaptada a ambientes favorables (b significativamente mayor que 1), lo que coincidió con los resultados obtenidos mediante los coeficientes de variación; las variedades EMBRAPA-19 y VEI-3 resultaron adaptadas a ambientes desfavorables (b significativamente menor que 1).

### **Análisis de estabilidad de los cultivares mediante ACP.**

Los tres primeros componentes acumularon cerca del 90% de la variabilidad total de los atributos evaluados en las variedades probadas en diferentes ambientes (Tabla 15). El primer eje estuvo determinado por el rendimiento y sus principales componentes, los cuales estuvieron muy relacionados entre sí; el segundo corresponde casi exclusivamente a la altura hasta la primera vaina y el tercero al tamaño de la semilla.

Las variedades más rendidoras resultaron ser la BR-28, especialmente en los ambientes de primavera, la MSBR-34 y la INIFAT V-9, también en esos ambientes (Fig. 1); las mismas mostraron una relativa estabilidad al analizar simultáneamente todos los caracteres. Estos resultados, en términos generales, coinciden con los que se obtuvieron utilizando los métodos de los coeficientes de variación, de Finlay y Wilkinson y de Bilbro y Ray, respectivamente. Para la altura de la primera vaina, el cultivar de mejor comportamiento fue INIFAT V-9 en los ambientes de primavera.

Para el tamaño de la semilla (Fig. 2), la variedad de mejor comportamiento resultó la EMBRAPA-30 en el verano del 2000 y en la primavera del 2001. El resto presentaron pocas diferencias en la expresión de este atributo en los diferentes ambientes.

### **Comportamiento de las variedades frente a las plagas**

Las especies de insectos que más frecuentaron en cultivo en todas las épocas evaluadas fueron *Thrips palmi* (adultos y ninfas), adultos de mosca blanca (*B. tabaci*) y varias especies de Crisomélidos. También frecuentaron las variedades, especies de coccinélidos (Coleoptera) y *Chrysopas* (Neuroptera).

Los índices de infestación encontrados no alcanzaron valores notorios. Las variedades no se diferenciaron en su grado de infestación por las diferentes plagas de no masticadores, cuando se realizó el análisis de varianza, así como tampoco hubo diferencias entre la fase vegetativa y la de fructificación, ni entre las épocas de siembra (datos no mostrados). Sin

embargo, podemos notar un ascenso bien definido de la incidencia de insectos no masticadores desde la etapa vegetativa a la de fructificación en las diferentes épocas evaluadas (Tabla 16); el promedio de infestación de las variedades fue muy similar, aunque algunas mostraron una tendencia a mayores índices, especialmente en algunas épocas. En cuanto a las distintas épocas, los índices de la primavera fueron ligeramente superiores a los de las dos campañas de verano.

Si consideramos las plagas de insectos masticadores (crisomélidos), la situación fue similar (Tabla 17); Todas las variedades presentaron, en las tres épocas evaluadas, un promedio de un 20% de afectación del follaje, y valores similares en la etapa de fructificación. La variedad EMBRAPA-19 presentó los valores más pequeños de afectación. También se notó una tendencia al aumento en los promedios de afectación de las variedades en la etapa de fructificación, con respecto a la fase vegetativa, sugiriendo ambos resultados que es esta la fase más sensible del cultivo frente al ataque de las plagas, por lo que se debe prestar más atención al control de las mismas en esa etapa. Para la época de siembra, también se observó una mayor afectación de las variedades en la primavera del 2001, que las encontradas para las dos campañas de verano.

Los resultados alcanzados, coinciden con los estudios realizados por Turnipseed y Kogan (1976), que indicaron que las afectaciones del rendimiento pueden ser muy severas cuando el ataque de las plagas se produce entre las etapas R4 y R6, siendo más severas cuando se produce al inicio de las fases reproductivas (R4); las pérdidas pueden alcanzar entonces hasta un 80%. Si el ataque se produce en etapas más avanzadas, las pérdidas disminuyen considerablemente, debido a que ya el ciclo del cultivo se ha completado prácticamente. Esto también coincide con lo reportado por Avilés (com. personal), quién afirmó que la etapa más sensible de la soya al ataque de los insectos plaga, para las condiciones de producción, era la de floración-fructificación.

Los reportes de la literatura mundial, indican que la época del año donde se presenta la mayor afluencia de las plagas de insectos similares a las que aparecieron en las campañas evaluadas, se movía en los meses de la primavera, y disminuía un tanto hacia las siembras de verano (Aragón, 1997).

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los tres procedimientos de cálculo empleados para la estimación de la estabilidad de los cultivares bajo estudio, mostraron resultados coincidentes

Las variedades **EMGOPA-306** y **BR-28** presentaron adaptabilidad a ambientes favorables. El cultivar **MSBR-34**, a pesar de resultar relativamente inestable para la mayoría de los atributos evaluados y no presentar valores superiores al testigo, presentó un buen comportamiento sólo en la época de primavera, por lo que pudiera utilizarse en estas condiciones

Se recomienda iniciar el ciclo de reproducción de la semilla original de las variedades **BR-28** y **EMGOPA-306**, así como también la **MSBR-34**, para comenzar los trabajos de regionalización.

**REFERENCIAS**

- Aragón, J. (1997):** Manejo integrado de plagas en la soja. Pag. 48-65. En: *Cuaderno de actualización técnica No. 58*. AACREA. Buenos Aires, Argentina.
- Atkins, C. A. (1984):** Efficiencies and inefficiencies in the legume/*Rhizobium* symbiosis. A review. *Plant and Soil*, 82: 273-284.
- Baigorri, H. E. J., M. L. Bodrero, E. N. Morandi, R. A. Martignone, F. H. Andrade, S. Meira y E. Guevara (1997):** Ecofisiología del cultivo. En: L. M. Giorda y H.E.J. Baigorri (eds.) *El cultivo de la soja en Argentina*. INTA, Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación. EDITAR, Córdoba: 30-50.
- Byth, D. E., R. L. Eisemann e I. H. DeLacy (1976):** Two way pattern analysis of a large data set to evaluate genotypic adaptation. *Heredity*, 37: 215-230.
- Byth, D. E. (1981):** A conceptual basis of genotypic x environment interaction for plant improvement. En: Interpretation of plant response and adaptation to agricultural environments. (Eds. D. E. Byth y V. E. Mungomery): 254-265: (Australian Institute of Agr. Sci., Queensland Branch, Brisbane).
- Comstock, R.E. y R. H. Moll (1963):** Genotype-environment interactions. En: *Statistical Genetics and Plant Breeding*. (Eds. W. D. Hanson y H. F. Robinson): 64-196 (NAS-NRC, Washington, D.C.).
- Cristóbal, R.; Z. Fundora Mayor y C. Reyna Orúe. (2000):** Consolidación y modificación de los programas estadísticos del B. De Germoplasma. *XIII Forum de ciencia y Técnica*: 10pp.
- Crossa, J., I. H. DeLacy & S. Thaba (1995):** The use of multivariate methods in developing a core collection. En: *Core collections of plant genetic resources*. (Hodgkin, T., A. H. D. Brown, Th. J. Van Hintum & E. A. V. Morales, eds): 77-92.
- DeLacy, I. H. y M. Cooper (1990):** Pattern analysis for the analysis of regional variety trials. En.: Genotype by environment interaction and plant breeding (Ed. M. S. Kang): 301-334 (Louisiana State Univ., Baton Rouge, Louisiana).
- Eberhart, S. A. y W. A. Russell (1966):** Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.*, 6(1): 36-40.
- Eisemann, R. L. (1981):** Two methods for ordination and their application in analysing genotype-environmental interactions. En: *Interpretation of plant response and adaptation to agricultural environments*. (Eds. D. E. Byth y V. E. Mungomery): 293-307 (Austr. Inst. of Agr. Sci., Queensland Branch, Brisbane).
- Finlay, K. W. y G. N. Wilkinson (1963):** The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Austr. J. Agr. Res.*, 14: 742-754.
- Fundora Mayor, Z., C. Reyna y A. Rodríguez Nodals (1994 a):** "ESTAB\_CV" programa para el cálculo de la estabilidad mediante el uso del coeficiente de variación. *IX FORUM de Ciencia y Técnica, INIFAT-MINAG*: 6pp.
- Fundora Mayor, Z., L. Castiñeiras, M. Díaz, T. Shagarodsky y M. Esquivel (1994 b):** The utilization of plant genetic resources in Cuba – The value of landraces for plant breeding. En: *Origin, evolution and diversity of cuban plant genetic resources*, Vol. 3: 705-718. (K. Hammer, M. esquivel y H. Knupffer, Eds.). Inst. für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung, Gatersleben, Germany.
- Fundora Mayor, Z. (1999):** *Obtención de variedades de maní (Arachis hypogaea L.) a partir de colecciones cultivadas de la especie*. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Ciudad de La Habana; 96pp.
- Gálvez, G. (1997):** La interacción G X E. Curso de Genética Cuantitativa para Maestría de la Facultad de Biología, Univ. de La Habana.

- González, N.; A. Peticari; B. Stegman de Gurfinkel y E. Rodríguez Cáceres (1997):** Nutrición nitrogenada. En: Giorda, L.M. y H.E.J. Baigorri (eds.). El cultivo de la soja en Argentina, 188-198.
- González, N. S. (1994):** *Dinámica de la fijación de nitrógeno en soja, en suelos con alta fertilidad nitrogenada.* Tesis de M.Sc. Programa de Post.Grado de Producción Vegetal. Fac. de Ciencias Agrarias. U.N. de Mar del Plata.
- González, N. S. Y Andreoli, Y. E. (1996):** Naturalización y compoetencia de *Bradyrhizobium japonicum* en los suelos de la Región Pampeana: 126-129. En: *Actas del Seminario MicroorganismosUtiles para la Agricultura y la Forestación.* INTA-INRA. La Pampa, 20-22 de mayo.
- Itoh, Y. y Y. Yamada (1990):** Relationships between genotype x environment interaction and genetic correlation of the same trait measured in different environments. *Theor. Appl. Genet.*, 80: 11-16.
- Kempton, R. A. (1984):** The use of biplots in interpreting variety by environment interactions. *J. Agr. Sci., Camb.*, 103: 123-135.
- Lin, C. S. y G. Butler (1990):** Cluster analysis for analysing two-way classification data. *Agr. J.*, 82: 344-348.
- Mungomery, V. E., R. Shorter y D. E. Byth (1974):** Genootype x environment interactions and environmental adaptation. I. Pattern analysis-application to soyabean populations. *Austr. J. Agric. Res.*, 25: 59-72.
- Nyquist, W. E. (1991):** Estimation of heritability and prediction of selection in plant populations. *Crit. Rev. Plant Sci.*, 10(3): 235-322. Nyquist, W. E. (1991): Estimation of heritability and prediction of selection in plant populations. *Crit. Rev. Plant Sci.*, 10(3): 235-322.
- Ouyang, Z., R. P. Mowers, A. Jensen, S. Wang y S. Zheng (1995):** Cluster analysis for genotype x environment interaction with unbalanced data. *Crop Sci.*, 35: 1300-1305.
- Rodríguez Nodals, A. (1984):** *Mejoramiento genético de los cultivos de raíces y tubérculos tropicales en la República de Cuba.* Tesis de Doctorado de la Univ. de Ciencias Agrícolas de Godollő, Hungría: 232pp.
- Turnipseed, S. y M. Kogan (1976):** Soybean entomology. *Ann. Rev. Entomology*, 21: 247-282.
- Venturi, G. y Amaducci, M.T. (1985):** *La soja.* Edagricole. Bologna, Italia: 225 pp.
- Wricke, G. (1964):** Zur Berechnung der Okovalenz bei Sommerweizen und Hater. *Z. Pflanz.*, 52: 127-138.
- Wricke, G. (1965):** Die erfassung der wechselwirkung zwischen genotip und umwelt bei quantitativem eigenschen genotip. *Z. Pflanz.*, 53: 226-343.

Tabla 1. Cultivares evaluados en los diferentes ambientes (épocas combinadas con bajos insumos)

No.	Nombre del cultivar	Procedencia
1	INIFAT V9	Cuba
2	Cubasoy 120	Cuba
3	EMGOPA-306	Brasil
4	MSBR-34, EMPAER-10	Brasil
5	EMBRAPA-19	Brasil
6	EMBRAPA-30	Brasil
7	VE-I-3 (Pelo Blanco)	Cuba
8	BR-28, BR-83 9291	Brasil

Tabla 2. Análisis de varianza para los diferentes atributos de las variedades evaluadas

Fuentes de variación	GL	CM						
		AP	AV	VP	SP	PG	TS	SV
Total	119	1198.52	14.11	2213.33	5831.52	69.44	9.96	0.08
Variedades	7	5278.68***	31.98***	14830.41***	43974.46***	370.07***	80.05***	0.11**
Ambientes	4	20619.73***	187.42***	22392.25***	43863.84***	527.42***	13.47**	0.69***
Variedad x Ambiente	28	741.41***	13.18***	2062.79***	5541.11***	84.68***	12.15***	0.11***
Bloques	2	71.08	4.63	90.77	819.31	27.64	0.19	0.06
Error	78	29.41	4.19	154.67	690.84	14.57	2.96	0.03
Desv. Est. General		5.42	2.05	12.44	26.28	3.82	1.72	0.18
Media General		70.12	10.72	19	117.88	14.94	13.42	1.86
Coefficiente de Variación (%)		7.7	19.1	65.41	22.3	25.5	12.8	9.8

Tabla 3. Análisis de varianza para la producción de nódulos en las variedades evaluadas

Fuentes de variación	GL	CM	
		NRP	NRS
Total	71	7.51	10.07
Variedades	5	7.67	29.31***
Ambientes	3	87.04***	92.54***
Variedad x Ambiente	15	0.97	11.13***
Bloques	2	11.32	0.12
Error	46	3.49	2.68
Desv. Est. General		1.87	1.64
Media General		3.42	2.33
Coefficiente de Variación (%)		54.6	70.3

Tabla 4. Estabilidad de los cultivares evaluados en diferentes ambientes para la altura de la primera vaina en diferentes ambientes.

Cultivar	Promedio	CV	Clasificación
INIFAT V-9	8.6	0.582	Inestable, adaptación errática
Cubasoy 120	12.8	0.644	Estable ambientes favorables
EMGOPA-306	10.6	0.621	Inestable, adaptación errática
MSBR-34	12.2	0.648	Estable ambientes favorables
EMBRAPA-19	8.8	0.674	Inestable, adaptación errática
EMBRAPA-30	11.6	0.634	Estable ambientes favorables
VE-I-3 (Pelo Blanco)	10.4	0.617	Inestable, adaptación errática
BR-28	10.8	0.55	Estable ambientes favorables
Media general	10.72		
CV general	0.32		

Tabla 5. Estabilidad de los cultivares evaluados en diferentes ambientes para la altura de la planta.

Cultivar	Promedio	CV	Clasificación
INIFAT V-9	86.6	0.71	Estable ambientes favorables
Cubasoy 120	93.4	0.74	Estable ambientes favorables
EMGOPA-306	46.1	0.69	Estable ambientes favorables
MSBR-34	67.8	0.72	Inestable, adaptación errática
EMBRAPA-19	41.4	0.68	Inestable, adaptación errática
EMBRAPA-30	47.1	0.67	Inestable, adaptación errática
VE-I-3 (Pelo Blanco)	65.8	0.64	Inestable, adaptación errática
BR-28	85.8	0.71	Estable ambientes favorables
Media general	70.1		
CV general	0.59		

Tabla 6. Estabilidad de los cultivares evaluados en diferentes ambientes para las vainas por planta.

Cultivar	Promedio	CV	Clasificación
INIFAT V-9	79.87	0.72	Estable ambientes favorables
Cubasoy 120	49.16	0.69	Estable ambientes favorables
EMGOPA-306	82.25	0.68	Estable ambientes favorables
MSBR-34	55.61	0.79	Inestable, adaptación errática
EMBRAPA-19	50.01	0.69	Estable ambientes favorables
EMBRAPA-30	26.41	0.69	Estable ambientes favorables
VE-I-3 (Pelo Blanco)	55.21	0.59	Estable ambientes favorables
BR-28	129.21	0.81	Estable ambientes favorables
Media general	65.96		
CV general	0.71		

Tabla 7. Estabilidad de los cultivares evaluados en diferentes ambientes para las semillas por planta.

Cultivar	Promedio	CV	Clasificación
INIFAT V-9	135.61	0.71	Estable ambientes favorables
Cubasoy 120	89.21	0.67	Inestable, adaptación errática
EMGOPA-306	145.01	0.61	Estable ambientes favorables
MSBR-34	102.21	0.75	Inestable, adaptación errática
EMBRAPA-19	80.21	0.65	Inestable, adaptación errática
EMBRAPA-30	54.03	0.72	Inestable, adaptación errática
VE-I-3 (Pelo Blanco)	106.01	0.56	Estable ambientes favorables
BR-28	230.81	0.75	Estable ambientes favorables
Media general	117.88		
CV general	0.63		

Tabla 8. Estabilidad de los cultivares evaluados en diferentes ambientes para el peso de los granos por planta.

Cultivar	Promedio	CV	Clasificación
INIFAT V-9	15.8	0.65	Estable ambientes favorables
Cubasoy 120	13.6	0.71	Inestable, adaptación errática
EMGOPA-306	19.2	0.58	Estable ambientes favorables
MSBR-34	12.1	0.68	Inestable, adaptación errática
EMBRAPA-19	10.2	0.65	Inestable, adaptación errática
EMBRAPA-30	10.4	0.74	Inestable, adaptación errática
VE-I-3 (Pelo Blanco)	13.1	0.57	Inestable, adaptación errática
BR-28	25.1	0.77	Estable ambientes favorables
Media general	14.9		
CV general	0.53		

Tabla 9. Estabilidad de los cultivares evaluados en los diferentes ambientes para el rendimiento de granos/ha.

Cultivar	Promedio	CV	Clasificación
INIFAT V-9	1.58	0.64	Estable ambientes favorables
Cubasoy 120	1.36	0.71	Inestable, adaptación errática
EMGOPA-306	1.9	0.58	Estable ambientes favorables
MSBR-34	1.2	0.68	Inestable, adaptación errática
EMBRAPA-19	1.1	0.62	Inestable, adaptación errática
EMBRAPA-30	1.1	0.74	Inestable, adaptación errática
VE-I-3 (Pelo Blanco)	1.3	0.57	Inestable, adaptación errática
BR-28	2.5	0.77	Estable ambientes favorables
Media general	1.5		
CV general	0.51		

Tabla 10. Estabilidad de los cultivares evaluados en los diferentes ambientes para el tamaño de las semillas.

Cultivar	Promedio	CV	Clasificación
INIFAT V-9	12.6	0.53	Inestable, adaptación errática
Cubasoy 120	14.6	0.58	Estable ambientes favorables
EMGOPA-306	13.1	0.53	Inestable, adaptación errática
MSBR-34	12.2	0.54	Inestable, adaptación errática
EMBRAPA-19	12.8	0.55	Inestable, adaptación errática
EMBRAPA-30	18.4	0.61	Estable ambientes favorables
VE-I-3 (Pelo Blanco)	12.8	0.55	Inestable, adaptación errática
BR-28	10.6	0.56	Inestable, adaptación errática
Media general	13.4		
CV general	0.22		

Tabla 11. Estabilidad de los cultivares evaluados en diferentes ambientes para el número de semillas por vaina.

Cultivar	Promedio	CV	Clasificación
INIFAT V-9	1.8	0.61	Inestable, adaptación errática
Cubasoy 120	1.8	0.56	Inestable, adaptación errática
EMGOPA-306	2.1	0.55	Estable ambientes favorables
MSBR-34	2.1	0.55	Estable ambientes favorables
EMBRAPA-19	1.8	0.58	Inestable, adaptación errática
EMBRAPA-30	2.1	0.55	Estable ambientes favorables
VE-I-3 (Pelo Blanco)	2.1	0.55	Estable ambientes favorables
BR-28	2.1	0.55	Estable ambientes favorables
Media general	1.9		
CV general	0.14		

Tabla 12. Estabilidad de los cultivares evaluados en diferentes ambientes para el número de nódulos en la raíz principal.

Cultivar	Promedio	CV	Clasificación
INIFAT V-9	3.91	0.82	Estable ambientes favorables
EMGOPA-306	3.51	0.68	Estable ambientes favorables
MSBR-34	4.38	0.76	Estable ambientes favorables
EMBRAPA-19	2.85	0.79	Inestable, adaptación errática
EMBRAPA-30	3.77	0.66	Estable ambientes favorables
BR-28	2.15	0.78	Inestable, adaptación errática
Media general	3.43		
CV general	0.66		

Tabla 13. Estabilidad de los cultivares evaluados en diferentes ambientes para el número de nódulos en las raíces secundarias.

Cultivar	Promedio	CV	Clasificación
INIFAT V-9	1.59	1.01	Estable ambientes desfavorables
EMGOPA-306	1.39	0.81	Estable ambientes desfavorables
MSBR-34	2.71	0.98	Estable, de adaptabilidad general
EMBRAPA-19	1.65	0.81	Estable ambientes desfavorables
EMBRAPA-30	5.35	0.98	Estable, de adaptabilidad general
BR-28	1.32	0.83	Estable ambientes desfavorables
Media general	2.33		
CV general	1.25		

Tabla 14. Análisis de la estabilidad de los cultivares utilizando el coeficiente de determinación. \*: coeficientes diferentes de 1 al 5%; \*\*: coeficientes diferentes de 1 al 1%; \*\*\*: coeficientes diferentes de 1 al 0.1%.

Cultivares	AP		AV		VP		SP		PG	
	bi	r2								
EMGOPA-306	1.13	0.9668	1.02	0.6762	1.23*	0.8172	0.97	0.5781**	1.03	0.3173***
BR-28	1.39**	0.9071	0.07***	0.0103***	2.71***	0.9451	3.07***	0.8194	2.89***	0.8519
MSBR-34	1.01	0.9541	1.25*	0.6203	1.05	0.8081	1.29*	0.7563	0.98	0.6031
EMBRAPA-19	0.49***	0.8601	1.04	0.6692	0.21***	0.1249***	0.33***	0.2856***	0.07***	0.0097***
EMBRAPA-30	0.35***	0.4821***	1.32*	0.7532	0.01***	0.0001***	0.61*	0.8025	1.01	0.7371
INIFAT V-9	1.39**	0.9624	0.31***	0.2632***	1.15	0.8278	1.04	0.5373**	1.06	0.7612
VEI-3	0.63**	0.8109	1.06	0.6744	0.45***	0.5942**	0.25***	0.1007***	0.03***	0.0001***
Cubasoy-120	1.65***	0.9402	1.56***	0.7443	0.69**	0.8752	0.79*	0.7502	0.96	0.6127

Cultivares	TS		SV		RHA		NRP		NRS	
	bi	r2	bi	r2	bi	r2	bi	r2	bi	r2
EMGOPA-306	1.91***	0.2147***	1.51**	0.7957	1.03	0.3175***	0.89	0.5322**	0.48**	0.6433
BR-28	0.31***	0.0712***	1.19	0.4808**	2.91***	0.8529	0.72	0.7261	0.49**	0.5061**
MSBR-34	1.23*	0.4564**	0.87*	0.5211**	0.97	0.6048	1.31**	0.8158	1.04	0.6145
EMBRAPA-19	1.46*	0.4541**	0.91	0.5177**	0.07***	0.0098***	0.84	0.4635**	0.61*	0.7591
EMBRAPA-30	0.43***	0.0212***	0.83*	0.1735***	1.01	0.7348	0.81	0.5514**	2.62***	0.8301
INIFAT V-9	1.31**	0.1625***	1.53**	0.7154	1.06	0.7634	1.42**	0.8019	0.77	0.7681
VEI-3	1.23*	0.3237***	1.61**	0.7832	0.01***	0.0001***	-	-	-	-
Cubasoy-120	0.47***	0.0702***	1.16	0.7811	0.96	0.6084	-	-	-	-

Tabla 15. Valores y vectores propios de las variables evaluadas en ocho variedades en diferentes ambientes.

	Componente 1		Componente 2		Componente 3	
Varianza	4.5153		1.5602		1.0899	
% de Contribución	56.41		19.51		13.61	
% Acumulado	56.41		75.92		89.53	
Variab.originales	Autovec.	r	Autovec.	r	Autovec.	r
Altura planta	-0.3559	0.7564	-0.4241	0.5296	0.0965	0.1007
Altura vaina	-0.1161	0.2466	<b>-0.6431</b>	<b>0.8033</b>	0.3908	0.4081
Vainas/planta	<b>-0.4188</b>	<b>0.8899</b>	0.2481	0.3098	-0.1711	0.1786
Semillas/planta	<b>-0.4526</b>	<b>0.9618</b>	0.0953	0.1191	-0.2031	0.2121
Peso granos/plant.	<b>-0.4528</b>	<b>0.9622</b>	0.1891	0.2362	0.0883	0.0922
Tamaño de semilla	-0.0429	0.0911	0.3112	0.3887	<b>0.8571</b>	<b>0.8947</b>
Semillas/vaina	-0.2674	0.5681	-0.4061	0.5071	-0.1291	0.1346
Rendimiento/ha	<b>-0.4486</b>	<b>0.9532</b>	0.1965	0.2454	0.0928	0.0968

Tabla 16. Insectos que se presentaron en el cultivo en la caracterización preliminar del germoplasma.

Especie/género	Orden	Estadio	Clasificación
<i>Triphs palmi</i>	Tysanoptera	Adultos	Dañino
<i>Triphs palmi</i>	Tysanoptera	Ninfas	Dañino
<i>Bemisia tabaci</i>	Homoptera	Adultos	Dañino
<i>Diabrotica balteata</i>	Coleoptera	Adultos	Dañino
<i>Andrector ruficornis</i>	Coleoptera	Adultos	Dañino
<i>Coccinelidos</i>	Coleoptera	Adultos	Control biológico
<i>Crysopas</i>	Neuroptera	Adultos	Control biológico

Tabla 17. Incidencia general de las especies de insectos presentes en las diversas fases del cultivo, en la caracterización preliminar.

Fases	Indice de infestación	
	Invierno 98/99	Verano/99
Vegetativa	0 - 0.55	0.3 - 0.84
Floración	0 - 0.66	0.22 - 1.11
Formación de vainas	0 - 1.83	0.22 - 1.55

Fig. 1. Distribución de las variedades evaluadas en ambientes de bajos insumos

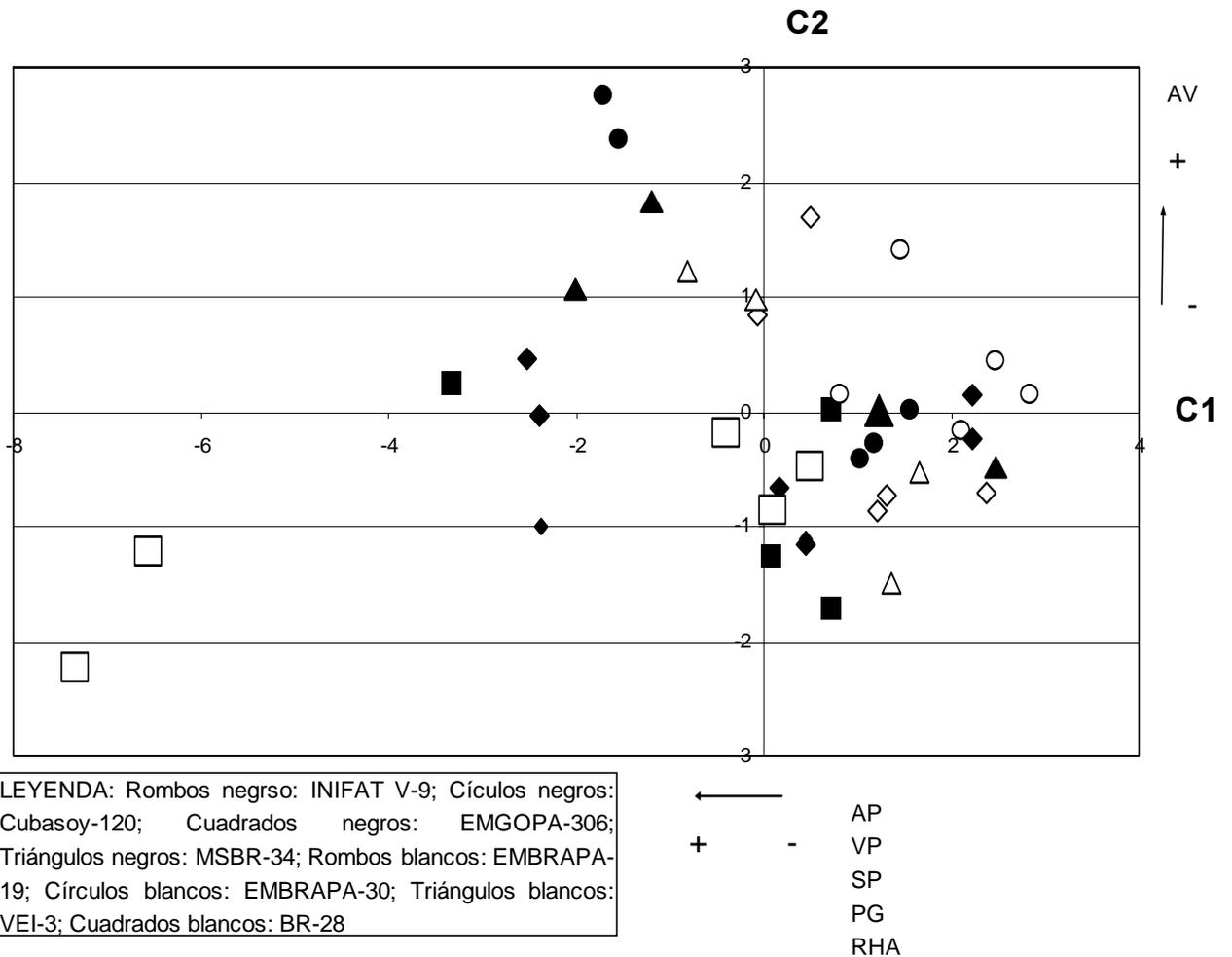
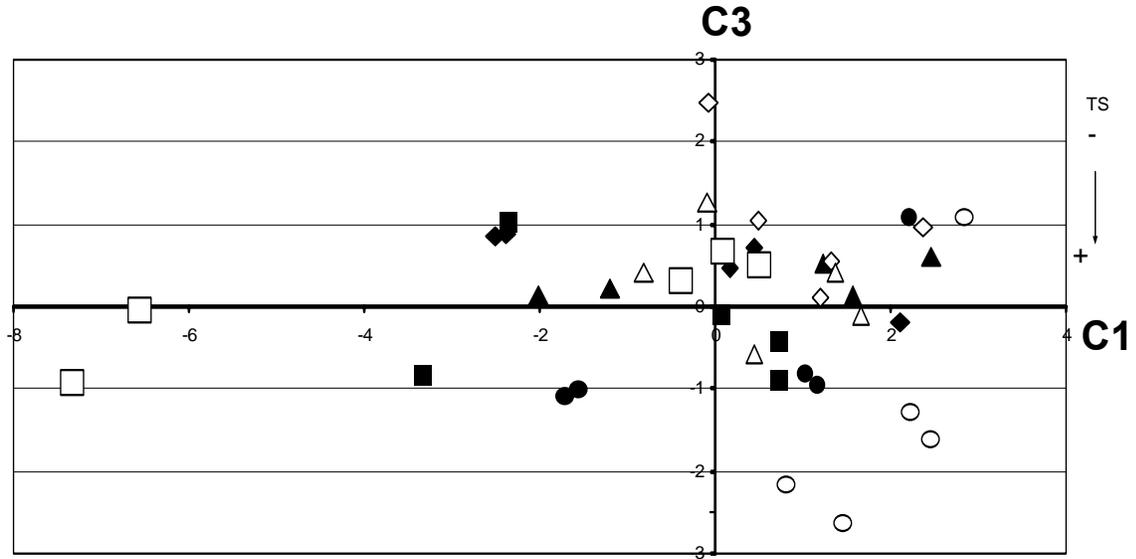


Fig. 2. Distribución de las variedades en los diferentes ambientes, según el plano C1-C3



LEYENDA: Rombos negros: INIFAT V-9; Círculos negros: Cubasoy-120; Cuadrados negros: EMGOPA-306; Triángulos negros: MSBR-34; Rombos blancos: EMBRAPA-19; Círculos blancos: EMBRAPA-30; Triángulos blancos: VEI-3; Cuadrados blancos: BR-28

← AP  
 VP  
 SP  
 + - PG  
 RHA