CLASIFICACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE VARIEDADES DE TRIGO EN CUBA MEDIANTE EL MÉTODO DE ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

L. A. Iglesias y Lourdes Iglesias

ABSTRACT. A trial with 43 wheat varieties seeded on December 13, 1991, was conducted at "Los Palacios" Rice Research Station, with the objective to evaluate the degree of existing diversity, to know the relative contribution to the overall divergence observed in different morphoagronomical characters evaluated, as well as which of those better correlated with yield and to determine the most advisable varieties or varietal groups to be cultivated or used as parental lines in future breeding programs. Results from the analysis of main components revealed a great phenotypical diversity existing in this material; also, the divergence observed was not associated to genotypical geographic origin. The most contributive characters to the overall variation were yield, 1000-grain weight, full grains per spike and spike number per square meter, they being the most adequately correlated with yield. Likewise, it enabled to classify varieties into three groups and select the most promising cultivars from group I.

Key words: wheat, temperature, statistics, varieties, breeding, genetics

RESUMEN. Con el objetivo de valorar el grado de diversidad existente, conocer la contribución relativa a la divergencia total observada de los distintos caracteres morfoagronómicos evaluados, así como cuáles de ellos correlacionaban mejor con el rendimiento, y determinar qué variedades o grupos de variedades resultan más aconsejables para cultivar o emplear como líneas parentales en futuros programas de mejora, se desarrolló en la Estación Experimental del Arroz "Los Palacios" un ensayo con 43 variedades de trigo sembradas el 13 de diciembre de 1991. Los resultados obtenidos del análisis de componentes principales realizados, revelaron la gran diversidad fenotípica existente en el material, así como que la divergencia observada no estaba asociada con la procedencia geográfica de los genotipos. Los caracteres que más contribuyeron a la variación total fueron el rendimiento, el peso de mil granos, los granos llenos por espiga y el número de espigas por metro cuadrado, siendo también los que mejor correlacionaron con el rendimiento. Así mismo esto permitió clasificar las variedades en tres grupos y seleccionar a los cultivares del grupo I como los más promisorios en este estudio.

Palabras clave: trigo, temperatura, estadística, variedades, mejoramiento, genética

INTRODUCCIÓN

El trigo común (*Triticum aestivum* L. em Thell.) constituye uno de los cereales de mayor importancia alimenticia, que se cultiva extensivamente en una amplia gama de ambientes alrededor del mundo (Bushk y Wrigley, 1974, citado por Heyne, 1987).

La amplia tradición de consumo de trigo así como la necesidad de sustituir costosas importaciones, dieron lugar a que a partir de 1990 se iniciara en la Estación Experimental de Arroz un trabajo de evaluación de germoplasma introducido, con vistas a la selección de genotipos con buen comportamiento en las condiciones climáticas de Cuba, que se caracterizan por temperaturas y humedad relativa elevadas.

L. A. Iglesias, Investigador Agregado de la Estación Experimental del Arroz "Los Palacios", Pinar del Río, y Dra. Lourdes Iglesias, Investigador Titular del Departamento de Genética y Mejoramiento Vegetal, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal No. 1., San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

La valoración del grado de diversidad genética disponible para el mejorador en el material vegetal de partida, así como el estudio de la contribución relativa de los distintos caracteres a la divergencia total, constituyen dos temas de gran interés actual en el trigo.

Como complemento para los métodos tradicionales de estudio en diferentes cultivos, diversos autores (Harrington, 1940, citado por Ghaderi *et al.*, 1979; Somayajulu, Joshi y Murty, 1970; Marta Alvarez, 1987; Lourdes Iglesias, 1986; y María C. González *et al.*, 1991) han aplicado con éxito distintos métodos de análisis multivariados en la interpretación de sus resultados; es por ello, que teniendo todo lo anterior en cuenta se desarrolló el presente trabajo, con el objetivo de valorar el grado de diversidad existente en un grupo de variedades de trigo de reciente introducción al país, conocer la contribución relativa a la divergencia total observada de los distintos caracteres morfoagronómicos evaluados, así como cuáles de ellos correlacionaban mejor con el rendimiento, y determinar sobre la base de la adaptación mostrada en el área ecológica que nos

ocupa, qué variedades o grupos de variedades resultan más aconsejables cultivar o emplear como líneas parentales en futuros programas de mejora en el cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la Estación Experimental del Arroz "Los Palacios", ubicada a los 22°30'36" de latitud norte, a los 83°10'37" de longitud oeste y a 40 m sobre el nivel del mar, se estudió el comportamiento morfoagronómico de un grupo de variedades de trigo de reciente introducción al país (Tabla I), sembradas el 13 de diciembre de 1991 y germinadas entre el 18 y 20 del mismo mes.

Tabla I. Variedades ensayadas y su procedencia

No.	Variedad	Procedencia
1	Tapejara	Brasil
2	Caeté	Brasil
3	Candeias	Brasil
4	Anahuac	Brasil
5	Guiza 155	Egipto
6	BR-8	Brasil
7	BR-10	Brasil
8	BR-12	Brasil
9	BR-16	Brasil
10	BR-18	Brasil
11	BR-23	Brasil
12	BR-24	Brasil
13	BR-25	Brasil
14	BR-26	Brasil
15	BR-33	Brasil
16	BR-34	Brasil
17	BR-35	Brasil
18	BR-36	Brasil
19	BR-37	Brasil
20	BR-38	Brasil
21	BR-39	Brasil
22	BR-43	Brasil
23	IAC-5	Brasil
24	IAC-21	Brasil
25	IAC-24	Brasil
26	IAC-60	Brasil
27	IAC-162	Brasil
28	IAC-227	Brasil
29	IAC-287	Brasil
30	MG-1	Brasil
31	Anahuac-75	Brasil
32	BH-1146	Brasil
33	Cacatú	Brasil
34	Mirin	Brasil
35	Nahuac	Brasil
36	Chimborazo	Ecuador
37	Cotopaxi	Ecuador
38	Cespo	Ecuador
39	Isobamba	Ecuador
40	Tungurahua	Ecuador
41	Cojitambo	Ecuador
42	Altar	Ecuador
43	Antisama	Ecuador

La siembra se efectuó en condiciones de campo, sobre un suelo Hidromórfico Gley Ferralítico cuarcítico laterizado (Hernández *et al.*, 1975). Se sembró en parcelas de 0.9 m^2 con seis surcos de un metro de largo a chorrillo y con 0.15 m de separación entre ellos, sin repeticiones (Cuba. MINAGRI, 1988). Los análisis de fertilidad del suelo permitieron comprobar que existían condiciones de homogeneidad en la pequeña superficie dedicada al experimento.

La densidad de siembra fue de 135.5 $kg.ha^{-1}$. La fertilización empleada fue de 70 kg de nitrógeno por hectárea, fraccionándose en dos aplicaciones: la primera se realizó a los cinco días de la germinación a razón de 30 $kg.ha^{-1}$ y la segunda se efectuó en el ahijamiento a razón de 40 $kg.ha^{-1}$. El fósforo y el potasio se aplicaron a 60 y 40 $kg.ha^{-1}$ respectivamente, según OCEPAR (1989).

Los riegos se efectuaron por aniego con intervalos de ocho a 10 días en dependencia de la humedad del suelo.

El control de plantas indeseables se realizó con una aplicación de Surcopur + Aminol (4 + 0.75 $L.ha^{-1}$) al inicio del ahijamiento. Las restantes malezas que fueron emergiendo se eliminaron manualmente. Durante la cosecha, se realizaron las siguientes evaluaciones en el área de cálculo de cada parcela experimental:

- altura (A)
- longitud de la espiga (LE)
- granos llenos por espigas (G/E)
- espigas por metro cuadrado (E/m^2)
- peso de 1 000 granos (P 1 000)
- rendimiento (R)
- ciclo (C)

Los valores medio obtenidos por cada carácter examinado se procesaron estadísticamente por análisis de componentes principales (Gladys Linares, 1990), partiendo de una matriz de correlaciones fenotípicas entre las variables analizadas.

Para corroborar si el agrupamiento formado a partir del análisis de componentes principales era o no efectivo, se realizó un análisis factorial discriminante (Gladys Linares, 1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, las tres componentes obtenidas explicaron el 76.7 % de la variación total (Tabla II). Los caracteres que más contribuyeron a la primera componente fueron: el rendimiento, el peso de 1 000 granos y los granos llenos por espiga; y en el caso de la segunda componente fueron: el ciclo y el número de espigas por metro cuadrado. La tercera componente estuvo determinada por la altura de la planta.

Tabla II. Matriz de valores y vectores propios

	Componentes principales		
	C1	C2	C3
Valores propios	3.1094	1.1955	1.0625
Contribución total (%)	44.4 %	17.1 %	15.2 %
Acumulado (%)	44.4 %	61.5 %	76.7 %
Altura	0.0093	0.0168	**0.8984**
Longitud de la espiga	-0.3531	0.3014	0.2811
Ciclo	0.2445	**-0.5472**	0.3173
Espigas/m^2	-0.3531	**-0.4926**	-0.1029
Granos llenos/espiga	**-0.4469**	0.4054	0.04558
Peso 1 000 granos	**-0.4444**	-0.4394	-0.0139
Rendimiento	**-0.5419**	-0.0960	0.0161

La distribución de los individuos, tomando como base las dos primeras componentes (Figura I), difirió como era de esperar, dado el marcado efecto ejercido por las condiciones climáticas sobre la expresión de los caracteres analizados.

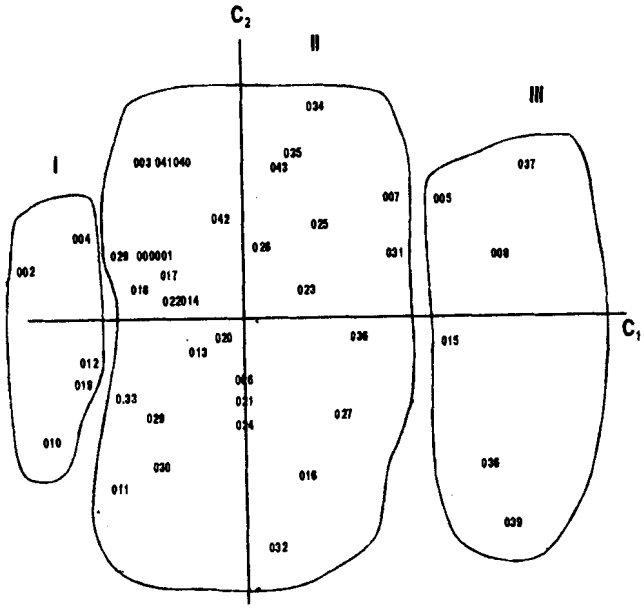

Figura 1. Distribución de los individuos según los componentes considerados

Así sobre esta base, se clasificaron los genotipos evaluados en tres grupos.

Esta clasificación se sometió a un análisis factorial discriminante, dando como resultado que el 88.4 % de los individuos estuvieron bien clasificados, por lo que concluimos que los tres grupos formados están bien estructurados.

Los resultados obtenidos revelaron que a medida que nos alejamos del origen en el eje X (C1) de derecha a izquierda, se encuentran las variedades con mejor comportamiento en cuanto a rendimiento, peso de 1 000 granos y granos llenos por espiga. Así, las variedades Caeté, Anahuac, BR-18, BR-24 y BR-37 pertenecientes al grupo I resultaron las más promisorias en este estudio.

Estos resultados coinciden con lo obtenido en los ensayos preliminares realizados por Iglesias (1992), quien informó que las variedades Caeté y Anahuac mostraban un buen comportamiento durante el período poco lluvioso (invierno) en la localidad de Los Palacios, con respecto a los mismos caracteres.

Asimismo, en el eje Y (C2) a medida que nos alejamos del origen hacia abajo, se encontraron las variedades con el mejor comportamiento para las variables ciclo y espigas por metro cuadrado.

Los patrones de agrupamiento obtenidos en cada caso, permitieron comprobar la no existencia de una demarcación regular de las variedades, de acuerdo con sus orígenes geográficos, de forma tal que variedades con características similares aunque separadas geográficamente, se presentaron juntas en un mismo grupo.

Algunos autores como Molls, Salhuana y Robinson (1962), y Ram y Panwar (1970) han indicado la existencia de una asociación entre las diversidades geográfica y genética, aunque la mayoría de los investigadores concuerdan en señalar que la diversidad geográfica no es un índice adecuado de la diversidad genética (Sharan, Subramanian y Kulfarni, 1979; Singh *et al.*, 1980; Sidhu y Pandita, 1980;Chandel y Joshi, 1981; y Lourdes Iglesias, 1986).

Cabe asimismo significar que los resultados obtenidos del análisis de la asociación de los caracteres (Tabla III), reveló la existencia de una elevada correlación entre el rendimiento, el peso de 1 000 granos, los granos llenos por espiga y las espigas por metro cuadrado, siendo el peso de 1 000 granos y los granos llenos por espiga los caracteres que mejor correlación mostraron con el rendimiento.

Tabla III. Matriz de correlaciones fenotípicas de las variables activas

	A	LE	C	E/m^2	G/E	P1000	R
A	1.000						
LE	0.078	1.000					
C	0.094	-0.192	1.000				
E/m^2	-0.035	0.202	-0.131	1.000			
G/E	-0.000	0.553	-0.440	0.190	1.000		
P1000	-0.033	0.290	-0.074	0.574	0.368	1.000	
R	0.005	0.465	-0.315	0.555	0.756	0.830	1.000

Diversos autores (Sheoran, Luthra y Kunad, 1986; Shamsuddin, 1987 y Acevedo, Nachit y Ortiz, 1991) han encontrado resultados similares en cuanto a la alta correlación existente entre el rendimiento y los caracteres citados anteriormente.

A modo de conclusión, se puede señalar que la existencia de diferencias varietales sustanciales en el germoplasma de trigo evaluado, brinda una base genética para el desarrollo de los programas de selección en las condiciones de Cuba.

Esta selección se realizaría teniendo en cuenta el grado de divergencia genética y alto potencial productivo mostrado por las variedades que mejor comportamiento agronómico presentaron en este estudio y los caracteres que más alta correlación tuvieron con el rendimiento.

BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, E. Effects of Heat Stress on Wheat and Possible Selection Tools for Use in Breeding from Tolerance. /E. Acevedo, M. Nachit, G. Ortiz.- **En**: Wheat for the Nontraditional Warm Areas. C. México : CIMMYT, 1991.

Alvarez, Marta. Mejoramiento del tomate , Lycopersicon esculentum Mill, para siembra de primavera,/Marta Alvarez.- Tesis de grado (Candidato a Doctor en Ciencias Agrícolas); INCA, 1987.- 91 h.

Chandel, K. P. S. y B. S. Joshi. Genetic Divergence in Yellow-Seeded Pea. Indian Journal of Agriculture Sciences (Nueva Delhi)51:718-722, 1981.

Cuba. MINAGRI. Instructivo técnico para el cultivo del arroz.- La Habana, 1988.- 291 p.

Ghaderi, A. /et al./ Multivariate Analysis of Genetic Diversity for Yield and Its Components in Mung Bean. J. Am. Soc. Hort. Sci. (Alexandria)104:728-731, 1979.

González, María C. /et al./. Análisis de la variabilidad originada por el cultivo in vitro de semillas de arroz de la variedad Amistad 82 en condiciones salinas. Cultivos Tropicales (La Habana)12 (3):83-85, 1998.

Hernández, A./et al./. Segunda clasificación genética de los suelos de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba. Suelos (La Habana)23:1-25,, 1975.

Heyne, E. G. Wheat and Wheat Improvement./E. G. Heyne.- Wisconsin : University of Wiconsin, 1987.

Iglesias, L. A. Primer ensayo sobre el comportamiento de seis variedades de trigo (Triticum aestivum L.) durante diferentes fechas de siembra en suelos dedicados al arroz en Cuba. Cultivos Tropicales (La Habana)13(2-3):82-88, 1992.

Iglesias, Lourdes. Estudio de la variabilidad morfoagronómica y bioquímica en soya. /Lourdes Iglesias.-Tesis de grado (Doctor en Ciencias Agrícolas), INCA, 1986.

Linares, Gladys. Análisis de datos./Gladys Linares.-La Habana : Universidad de la Habana, 1990.-590 p.

Molls, R. H., W. S. Salhuana y H. F. Robinson. Heterosis and Genetic Diversity in Variety Crosses of Maize. Crop Science (Madison)2:197-198, 1962.

OCEPAR. Recomendaciones técnicas para el cultivo del trigo en el estado de Paraná. OCEPAR Boletín Técnico (Cascavel) 24:29, Brasil, 1989.

Ram. J. y D. V. S. Panwar. Intraspecific Divergence in Rice. Indian J. Genet. Pl. Breed. (Nueva Delhi)30: 1-10, 1970.

Shamsuddin, A. K. M. Path Analysis in Bread Wheat. Indian Journal of Agricultural Sciences (Nueva Delhi)57(1):47-49, 1987.

Sharan, P. A., A. Subramanian y R. S. Kulfarni. Multivarate Analysis in Cowpea. Genet. Agr. (Roma)33:131-132, 1979.

Shoeran, I. S., O. P. Luthra y M. S. Kuhad. Association of Physiological and Biochemical Characters with the Yield of Rainfed Wheat. Indian Journal of Agricultural Sciences 56(2):71-74, 1986.

Shidu, A. S. y M. L. Pandita. Genetic Divergence for Yield and its Components in Potato (Solanumtuberosum). Genet. Agr. 34:235-244, 1980.

Singh, A. /et al./ Studies on Genetic Divergence in Rice. Genet. Agr. 34:49-58, 1980.

Somayajulu, P. L., N. A. B. Joshi y B. R. Murty. Genetic Divergence in Wheat. Indian J. Genet. Pl. Breed. 30:47-58, 1970.

Recibido: 16 de enero de 1995
Aceptado: 25 de enero de 1995