

# ALGUNOS PARÁMETROS DE ESTABILIDAD FENOTÍPICA EN LA EVALUACIÓN POR CALIDAD EN TRIGO PANADERO

Rodrigo Britto M. I.A. Ph.D \*

## RESUMEN

Cuatro genotipos de trigo de los 25 incluidos en las pruebas regionales del altiplano Cundiboyacense, en el primer semestre de los años 1966 a 1977, a excepción de 1972, fueron usados para determinar la estabilidad fenotípica a través de 21 ambientes (localidad por semestre), de cinco características de calidad por medio de cinco metodologías, para precisar cuál o cuáles de ellas guardaban mayor relación con el procedimiento empleado por el programa de trigo del ICA, y para comparar el promedio a través de todos los ambientes con el promedio de testigos, para decidir la comercialización de un genotipo dado. Para todas las características, dos o más de los cinco métodos estudiados fueron coincidentes en identificar el genotipo de mejor estabilidad. Los cinco métodos para los factores peso hectolítrico y extracción de harina, y los métodos de la ecovalencia, de Finlay y Wilkinson y de Eberhart y Russell para la característica de volumen del pan, siempre incluyeron a Samacá 68 como uno de los genotipos deseados por su estabilidad. Los tres últimos factores de calidad mencionados son los más importantes desde el punto de vista industrial. Los métodos de Finlay y Wilkinson y de Eberhart y Russell también clasificaron a la variedad Samacá 68 como de adaptabilidad general para las variables extracción de harina y volumen del pan. La selección de Samacá 68 por su estabilidad y adaptabilidad fue, entonces, bastante concordante con lo realizado por el Programa de Trigo del ICA, ya que esta variedad fue por mucho tiempo el testigo nacional de calidad.

**Palabras claves adicionales:** Estabilidad fenotípica, adaptabilidad, interacción genotipo-ambiente, calidad

## ABSTRACT

### SOME PHENOTYPIC STABILITY PARAMETERS FOR THE QUALITY EVALUATION IN BREAD WHEAT

To determine the phenotypic stability of quality characteristics over 21 environments (localities x semesters) four bread wheat genotypes and five different methodologies were used. The four genotypes were taken from 25 genotypes studied in the regional trials in the Cundinamarca and Boyaca states, from 1966 to 1977, without including the 1972 year. The main objective was to define which methodologies maintained a better relationship with the normal procedure used by the ICA wheat program, the average of a given genotype over environments compared to the average of a check, to decide its release. Two or more of the five methods coincided in identifying the genotype with best stability in all characters. The five methods always included Samacá 68 as one of the most stable genotypes for the characters weight and flour yield. However, only the ecovalence, the Finlay and Wilkinson and the Eberhart and Russell methods pointed out this same genotype as stable for the loaf volume factor. The Finlay and Wilkinson and Eberhart and Russell methods also indicated that Samacá 68 variety had general adaptability for flour yield and loaf volume variables. The selection of Samacá 68 for its stability and adaptability matched

---

\* Grupo Multidisciplinario de Trigo ICA CI Tibaitatá A A 151123 Eldorado Santafé de Bogotá

with the practice carried out by ICA wheat program This variety was the Colombian quality check until it became very susceptible to leaf rust

Additional key words: Phenotypic stability, adaptability, genotype-environment interaction, quality.

En el refinamiento de las metodologías para medir la estabilidad fenotípica de los genotipos a través de los ambientes, se han concentrado muchos de los esfuerzos del mejoramiento de plantas. En efecto, desde tiempo atrás procedimientos y parámetros se han ideado para determinar tal estabilidad. La varianza de un genotipo a través de los ambientes, el coeficiente de variación convencional, (Fancis y Kannenberg, 1978), la ecovalencia de Wricke (Becker, 1981; Wricke, 1962; Wricke y Weber, 1986), el coeficiente de regresión de Finlay y Wilkinson (1963), el coeficiente de regresión y el cuadrado medio de las desviaciones de la regresión de Eberhart y Russell (1966), el promedio de los componentes de varianza de la interacción genotipo x ambiente, para todos los pares de genotipos que incluyen el genotipo en mención (Plaisted y Peterson, 1959), el componente de varianza de la interacción genotipo x ambiente al excluir el genotipo requerido (Plaisted, 1960), y los valores  $\alpha_i$  y  $\lambda$  de Tai (1971) son, entre otros, algunos de los parámetros utilizados.

En Colombia, en cuanto a calidad de trigo, muy poco se han utilizado estos modelos y la sólo comparación del promedio de los factores más importantes de esta calidad, a través de todos los ambientes muestreados, con el promedio de testigos (variedades ya comerciales) determina el lanzamiento al mercado de un nuevo genotipo de trigo. Para la entrega a los agricultores de las variedades Bonza 63 y Sugamuxi 68, todavía cultivadas en los altiplanos Cundiboyancense y Nariñense, y de Tiba 63 y Samacá 68, ya retiradas del mercado, se siguió tal procedimiento. Los datos utilizados de años pasados fueron los que determinaron en su momento, en parte, el lanzamiento

al mercado de los cuatro genotipos como variedades comerciales; por tanto, permiten una mayor confianza y validez en la comparación de los métodos de estabilidad fenotípica. En consideración a lo anterior, el presente trabajo buscó determinar la estabilidad de cinco características de calidad en las cuatro variedades de trigo antes citadas, por cinco métodos diferentes para precisar cuál o cuáles guardaban más relación con el procedimiento hasta ahora usado para la comercialización de las líneas de trigo en Colombia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las cuatro variedades del estudio fueron extraídas de las 25 líneas y variedades de trigo evaluadas por el programa respectivo del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, en pruebas regionales, en 21 ambientes (localidad x semestre) del Altiplano Cundiboyancense. Estas 21 siembras se realizaron durante el primer semestre de 1966 a 1997, con excepción del año 1972, y los cuatro genotipos se seleccionaron por ser comunes a los 21 ambientes y por haberse constituido en variedades comerciales. Algunas características generales de las siete localidades aparecen en la Tabla 1.

Los genotipos fueron sembrados en un diseño lattice simple 5 x 5 con cuatro repeticiones. La parcela o unidad experimental consistió en tres surcos de cinco m de largo, separados 30 cm. Las prácticas culturales durante el desarrollo del cultivo fueron las recomendadas por el programa de trigo del ICA para el manejo de sus ensayos de rendimiento y consistieron, principalmente, en la utilización de 200 kg/ha del fertilizante compuesto 10-30-10, y en la

aplicación de algunos de los siguientes herbicidas: Dinitro orto secundario butil fenol o Diuron, en dosis de 10 litros/ha y 800 g/ha, respectivamente, casi siempre acompañada esta aplicación de una desyerba manual para el control de malezas. La recolección o corte se ejecutó manualmente con hoz, para trillar posteriormente cada manojo en una trilladora estacionaria

Con el grano de las cuatro repeticiones se hizo una mezcla para sacar una muestra de más de un kilogramo, la cual, después de limpiada en una trilladora sopladora convencional estándar para trigo, para eliminar impurezas, granos partidos y/o dañados, se empleó para determinar los cinco siguientes factores de calidad física, molinera y panadera.

**Peso Hectolítrico:** La evaluación se hizo en una balanza Shopper, de un cuarto de litro, modelo M.L.D. 100, de acuerdo con el método 55-10 de la American Association of Cereal Chemists (AACC). Este factor expresa el peso específico del grano por unidad de volumen en kilogramos por hectolitro

**Peso de mil granos:** Está en función del tamaño, densidad y uniformidad del grano; se evaluó tomándose de la muestra general dos submuestras de 100 granos

El promedio del peso de las dos submuestras se multiplicó por 10.

**Extracción de harina:** Una vez acondicionado el grano, se realizó la molienda en un molino experimental BRABENDER QUADRUMATIC JUNIOR, con muestras de 700 gramos. La extracción de harina se expresó en porcentaje en base a sustancia seca.

**Absorción de agua:** Este factor se calculó de los resultados obtenidos en el análisis geológico elaborado en el farinógrafo Brabender, según el método de panificación 10-10 de la AACC, con 200 gramos de harina

**Volumen del pan:** Determinado en el volúmetro estándar de 1 100 c.c, empleado para pan, tomando el promedio de dos panes horneados, de cada muestra

**Análisis Estadístico.** Para la determinación de los distintos parámetros de estabilidad,  $X_{ij}$  representa el promedio observado del genotipo  $i$  ( $i = 1, \dots, P$ ) en el ambiente  $j$  ( $j = 1, \dots, q$ ) y  $X_i$ ,  $X_j$  y  $X$ , denotan los promedios marginales del genotipo  $i$ , del ambiente  $j$  y el promedio general, respectivamente

TABLA 1. Altura sobre el nivel del mar y tres características ambientales de las siete localidades experimentales. \*

Localidad	Altura m.s.n.m.	Temperatura °C	Promedio	
			Precipitación anual m.m	Humedad relativa (%)
Mosquera	2543	13 0	751 0	80
Duitama	2485	14 3	758 3	74
Soacha	2900	11 5	784 6	82
Subachoque	2590	12 1	881 0	80
Bojacá	2603	13 1	636 0	-
Sopó	2650	-	835 9	-
Suba	2650	13 3	863 5	-

\* Tomado de los boletines agrometeorológicos del Instituto Colombiano de Hidrología y Adecuación de tierras, Himat

Los cinco parámetros de estabilidad usados fueron:

- La varianza de un genotipo a través de los ambientes:

$$S_i^2 = \sum_{j=1}^q (X_{ij} - \bar{X}_i)^2 / (q-1)$$

- El coeficiente de variabilidad convencional usado por Francis y Kannenberg (1978):

$$CV_i = S_i / \bar{X}_i \times 100$$

- La ecovalencia de Wricke (Becker, 1981, Wricke, 1962, Wricke y Weber, 1986):

$$W_i^2 = (b_i - 1)^2 S_q^2 = S^2 d_i$$

donde  $b_i$  = coeficiente de regresión del genotipo  $i$ .

$S_q^2$  = varianza ambiental.

$S^2 d_i$  = varianza de las desviaciones de la regresión del genotipo  $i$

- El coeficiente de regresión de Finlay y Wilkinson (Finlay y Wilkinson, 1963).

$$b_i = \frac{\sum_{j=1}^q (X_{ij} - \bar{X}_i) (\bar{X}_j - \bar{X})}{\sum_{j=1}^q (\bar{X}_j - \bar{X})^2}$$

- La varianza de las desviaciones de la regresión de Eberhart y Russell (Eberhart y Russell, 1966)

$$S^2 = \frac{1}{(q-2)} \left[ \sum_{j=1}^q (X_{ij} - \bar{X}_i)^2 - b_i^2 \sum_{j=1}^q (\bar{X}_j - \bar{X})^2 \right]$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Promedio ambiental

Para cada una de las cinco características de calidad, aparecen en la Tabla 2 tanto el promedio ambiental como el promedio a través de los 21 ambientes

Cada característica encontró un ambiente diferente para su mejor expresión. Para el peso helectrolítico, lo fue Soacha-

1967 con 81.4 kg/hl; para peso de 1000 granos, Duitama (Surbatá)- 1966 con 46.7 g; para extracción de harina, Duitama (Surbatá)-1969 con 74.1%; para absorción de agua, Mosquera (Tibaitatá)-1976 con 86.2% y para volumen del pan, Mosquera (Tibaitatá)-1967 con 1030 c.c.

De estos ambientes, Mosquera (Tibaitatá)-1967, además de presentar el mayor promedio en el factor ya mencionado, sobresalió por el promedio del peso de 1000 granos. El ambiente Mosquera (Tibaitatá) 1973, mostró tres variables: extracción de harina, absorción de agua y volumen del pan, con los promedios más bajos, indicando que aunque, en general, los ambientes afectaron diferentemente los distintos caracteres, algunos de ellos podrían estar modificando con la misma intensidad a varias de estas variables.

### Parámetros de estabilidad fenotípica

La Tabla 3 muestra los valores para los cinco parámetros de estabilidad fenotípica empleados, con la posición relativa de los genotipos en los tres primeros métodos, al aceptar como más estable el de menor varianza, a través de todos los ambientes, menor coeficiente de variación o menor ecovalencia (Becker, 1981; Francis y Kannenberg, 1978; Lin *et al*, 1986; Wricke, 1962, Wricke y Weber, 1986). Con el cuarto parámetro, el coeficiente de regresión, Finlay y Wilkinson (1963) aseguran que un genotipo tendrá una estabilidad promedio a través de todos los ambientes, cuando este coeficiente sea igual a 1, mientras que el último parámetro, varianza de las desviaciones de la regresión, Eberhart y Russell (1966) lo asocian con el coeficiente de regresión para definir como genotipo estable aquel con coeficiente de regresión estadísticamente igual a 1, y una varianza de las desviaciones de la regresión tan pequeña como sea posible.

Con estos parametros, los cinco métodos o sistemas para definir la estabilidad

TABLA 2. Promedio ambiental, con cuatro variedades, de cinco características de calidad.

Ambiente <sup>1</sup>			Peso hectolítrico	Peso 1.000 granos	Extracción harina	Absorción agua	Volumen pan
			kg/hi	g	%	%	c.c
Mosquera	(Tibaitatá)	1966	77.3	44.7	69.1	75.0	883.7
Duitama	(Surbatá)	1966	77.6	46.7	70.3	73.7	843.7
Mosquera	(Tibaitatá)	1967	78.3	45.7	68.4	77.0	1030.0
	Soacha	1967	81.4	41.2	69.8	73.2	740.0
	Subachoque	1967	74.3	31.0	70.4 <sup>2</sup>	70.0 <sup>2</sup>	710.0 <sup>2</sup>
Mosquera	(Tibaitatá)	1968	76.4	42.7	67.7	75.5	795.0
Duitama	(Surbatá)	1968	77.1	38.5	68.3	72.0	783.7
	Bojacá	1968	78.4	43.7	71.5	75.0	755.0
	Subachoque	1968	70.0	41.2	64.9	75.5	868.7
	Sopó	1968	78.1	39.7	70.7	71.7	851.2
	Suba	1968	75.5	40.0	69.1	75.2	803.7
Mosquera	(Tibaitatá)	1969	76.9	40.7	71.6	74.2	967.5
Duitama	(Surbatá)	1969	77.5	38.0	74.1	71.0	870.0
Mosquera	(Tibaitatá)	1970	77.2	44.0	69.7	69.7	812.5
Duitama	(Surbatá)	1971	77.5	38.0	67.5	76.5	790.0
Mosquera	(Tibaitatá)	1973	73.8	44.5	67.1	66.2	643.0
Mosquera	(Tibaitatá)	1974	76.8	40.2	68.4	75.0	766.2
Mosquera	(Tibaitatá)	1975	74.9	43.0	69.4	79.0	803.0
Duitama	(Surbatá)	1975	77.4	43.5	71.9	75.0	761.7
Mosquera	(Tibaitatá)	1976	76.4	38.0	68.5	86.2	889.7
Mosquera	(Tibaitatá)	1977	79.3	38.7	73.9	81.7	781.7
Promedio			76.7	41.0	69.6	74.9	819.7

1 Localidad y año de siembra

2 Sólo incluye las variedades Bonza 63 y Tiba 63

de las cinco características de las cuatro variedades serían: el de la varianza, el del coeficiente de variación, el de la ecovalencia de Wricke, el Finlay y Wilkinson y el de Eberhart y Russell.

Para el peso hectolítico, los tres primeros y el quinto método de Eberhart y Russell discriminaron muy bien las dos primeras variedades, ya que en los cuatro métodos, Samacá 68 y Bonza 63 fueron las más estables por sus menores valores de la varianza, coeficiente de variación y ecovalencia, y por presentar un coeficiente de regresión igual a 1 y las menores varianzas de la desviación de la regresión.

En la diferenciación de las otras variedades, Tiba 63 y Sugamuxi 68, también coincidieron los dos primeros métodos al colocarlas en el tercer y cuarto lugar por su estabilidad, respectivamente. Igualmente, el método de Wricke, el de Eberhart y Russell concordaron en la clasificación de estas dos variedades, pero en sentido contrario a lo mencionado con la varianza y el coeficiente de variación. Con el empleo del sólo coeficiente de regresión de Finlay y Wilkinson, todas las variaciones serían igualmente estables al mostrar un valor igual a 1.

Con la varianza y el coeficiente de variación, Tiba 63 y Sugamuxi 68 presentaron el

TABLA 3. Promedio y algunos parámetros de estabilidad de cinco características de calidad en cuatro variedades de trigo.

Variedad	Promedio	Parámetro de estabilidad <sup>1</sup>				
		Varianza (S <sup>2</sup> )	Coef. Variación (CVi)	Ecovalencia (Wi <sup>2</sup> )	Coef. regresión (bi)	Varianza de las desviaciones (S <sup>2</sup> di)
<b>1. Peso hectolítrico, kg/hl</b>						
Bonza 63	76.5	10.0 (2)	4.1 (2)	3.7 (2)	1.1	3.7
Tiba 63	76.3	10.3 (3)	4.2 (3)	7.7 (4)	0.8	7.5
Sugamuxi 68	77.9	12.3 (4)	4.5 (4)	5.7 (3)	1.2	5.5
Samacá 68	76.3	7.4 (1)	3.6 (1)	3.3 (1)	0.9	3.3
<b>2. Peso 1000 granos, g</b>						
Bonza 63	38.9	34.1 (2)	15.0 (4)	22.5 (3)	0.9	22.5
Tiba 63	42.8	32.3 (1)	13.3 (1)	19.0 (2)	1.0	19.0
Sugamuxi 68	40.1	35.5 (3)	14.8 (3)	26.3 (4)	0.9	26.0
Samacá 68	42.4	37.2 (4)	14.4 (2)	17.2 (1)	1.2	16.0
<b>3. Extracción de harina, %</b>						
Bonza 63	68.0	10.5 (3)	4.8 (3)	5.7 (2)	1.0	5.7
Tiba 63	70.6	9.7 (2)	4.4 (2)	5.8 (3)	0.9	5.8
Sugamuxi 68	69.5	12.5 (4)	5.1 (4)	7.0 (4)	1.1	6.9
Samacá 68	70.5	9.0 (1)	4.2 (1)	4.6 (1)	0.9	4.6
<b>4. Absorción de agua, %</b>						
Bonza 63	70.9	52.6 (4)	10.2 (4)	22.8 (3)	1.3	20.6
Tiba 63	71.9	50.9 (3)	9.9 (3)	17.8 (1)	1.4*	14.5
Sugamuxi 68	74.9	16.9 (1)	5.5 (1)	32.4 (4)	0.1**	17.7
Samacá 68	81.9	37.7 (2)	7.5 (2)	21.9 (2)	1.0	21.9
<b>5. volumen del pan, c.c</b>						
Bonza 63	795.5	8332.4 (1)	11.5 (1)	9114.6 (3)	0.5*	6986.1
Tiba 63	809.5	29639.6 (4)	21.3 (4)	13517.6 (4)	1.6*	10837.8
Sugamuxi 68	809.4	13254.1 (2)	14.2 (3)	8958.8 (2)	0.8	8717.0
Samacá 68	864.7	13940.7 (3)	13.6 (2)	5577.8 (1)	1.1	5522.5

1 Entre parentesis, numero que indica la posición relativa de los genotipos por su estabilidad fenotípica  
 1 = Mayor estabilidad 4 = Menor estabilidad

\*,\*\* Estadísticamente diferente de 1 al nivel del 5 y 1% respectivamente

mismo grado de estabilidad para el peso de los 1000 granos en los dos métodos, ocupando primera y tercera posición, respectivamente. Igual correspondencia se dio para las cuatro variedades al usar la ecovalencia y la metodología de Eberhart y Russell, donde Samacá 68 fue la variedad más estable y Sugamuxi 68 la más inestable. Como en el caso del peso hectolítrico, con el coeficiente de regresión todas las variedades presentaron la misma estabilidad promedio para el peso de 1.000 granos.

Samacá 68 fue la variedad más estable para la extracción de harina en cuatro de los cinco métodos: varianza, coeficiente de variación, ecovalencia, y método de Eberhart y Russell. Sin embargo, con el coeficiente de regresión todas las cuatro variedades se considerarían igualmente estables.

Sugamuxi 68 sobresalió por su mayor estabilidad en el porcentaje de absorción de agua, seguida por Samacá 68, al considerar la varianza y el coeficiente de

TABLA 4. Variedades preferidas por su estabilidad fenotípica en cada característica de acuerdo al método de determinación.

Características	Método				
	Varianza	Coefficiente de variación	Ecovalencia	Finlay y Wilkinson	Eberhart y Russell
Peso hectolítrico	Samacá 68	Samacá 68	Samacá 68	Cualquiera de las cuatro	Samacá 68
Peso 1000 granos	Tiba 63	Tiba 63	Samacá 68	Cualquiera de las cuatro	Samacá 68
Extracción de harina	Samacá 68	Samacá 68	Samacá 68	Cualquiera de las cuatro	Samacá 68
Absorción de agua	Sugamuxi 68	Sugamuxi 68	Tiba 63	Bonza 63 Samacá 68	Bonza 63
Volumen del pan	Bonza 63	Bonza 63	Samacá 68	Sugamuxi 68 Samacá 68	Samacá 68

variación. Samacá 68 siguió siendo la segunda variedad más estable con el parámetro de la ecovalencia, lo que no sucedió con Sugamuxi 68 que ocupó el último lugar. Por tener coeficientes de regresión iguales a 1, únicamente Samacá 68 y Bonza 63 mostrarían una estabilidad promedio; pero, al examinar conjuntamente este parámetro con la varianza de las desviaciones de la regresión, Bonza 63 tendría una mayor estabilidad. Este resultado de Bonza 63 con los dos últimos métodos fue un poco contrario al observado con los tres primeros, donde ocupó los últimos sitios por su estabilidad.

En la última característica, volumen del pan, mientras Bonza 63 fue la variedad más estable según la varianza y el coeficiente de variación, Samacá 68 lo fue conforme a la ecovalencia y la metodología de Eberhart y Russell. Conviene mencionar que Tiba 63 se manifestó como el genotipo más sensible a los ambientes, en todos los cinco sistemas.

Aunque es difícil tener un concepto unificado acerca de la respuesta de un genotipo a los ambientes, que es multivariada, con estos procedimientos que transforman dicha respuesta en univariada a través de un índice de estabilidad (Lin *et al*,

1986), algunos de ellos fueron coincidentes en identificar el genotipo preferido por su estabilidad, tal como se aprecia en la Tabla 4.

De estos cinco métodos, el de Finlay y Wilkinson (1963), y el de Eberhart y Russell (1966), son los únicos que involucran el promedio de la característica para definir como variedad de adaptabilidad general (1963) o variedad deseada (1966), a aquella que, cumpliendo las condiciones de estabilidad requeridas en cada caso, tenga además un promedio por encima del promedio general en todos los ambientes. Las líneas de regresión de las Figuras 1 a 5, definirían así tal variedad en las cinco características en los dos sistemas (Tabla 5)

Puesto que la calidad de una variedad de trigo se juzga, principalmente, por la apreciación conjunta de los factores de porcentaje de extracción de harina y volumen del pan, que interesan al agricultor, al molinero y al panadero, respectivamente, Samacá 68 sería la variedad a escoger por su estabilidad en los métodos de la varianza, del coeficiente de variación, de la ecovalencia y de Eberhart y Russell, por haber presentado dos o tres de las variables mencionadas con la estabilidad deseada en cada método (Tabla 4) Al consi-

TABLA 5. Variedad deseada o de adaptabilidad general en cinco características de calidad para dos métodos de determinación.

Características	Métodos	
	Eberhart y Russell	Finlay y Wilkinson
Peso hectolítico	Ninguna	Sugamuxi 68
Peso 1 000 granos	Tiba 63	Tiba 63
Extracción de harina	Samacá 68	Samacá 68
		Tiba 63
Absorción de agua	Ninguna	Samacá 68
Volumen del pan	Samacá 68	Samacá 68

derar el promedio, Samacá 68 sería también la variedad a seleccionar con los métodos de Finlay y Wilkinson y Eberhart y Russell, por presentar dos de las tres características: extracción de harina y volumen del pan, con un promedio por encima del promedio general en todos los ambientes (Figuras 3, 5 y Tabla 5).

Bajo las consideraciones anteriores de calidad en los modelos de estabilidad estudiados, las dos variedades del año 1963

Bonza y Tiba, posiblemente no se hubieran lanzado al mercado y de las dos del año 1968 se hubiera preferido Samacá. Empero, esto no es completamente cierto, puesto que los ambientes incluidos no fueron los considerados para decidir la comercialización de las variedades de 1963 y representan sólo una muestra de los ambientes donde se evaluaron las de 1968, ya que las pruebas regionales del presente estudio cobijaron exclusivamente los años de 1966 a 1977. De otro lado, la estabilidad de un

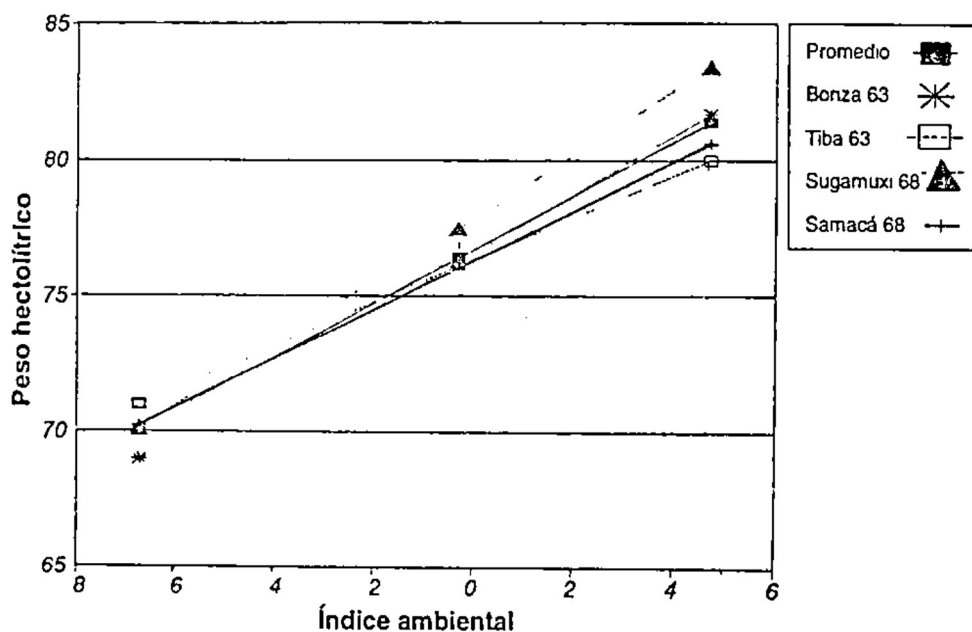


FIGURA 1. Líneas de regresión (peso hectolítico vs. índice ambiental) para cuatro variedades de trigo.

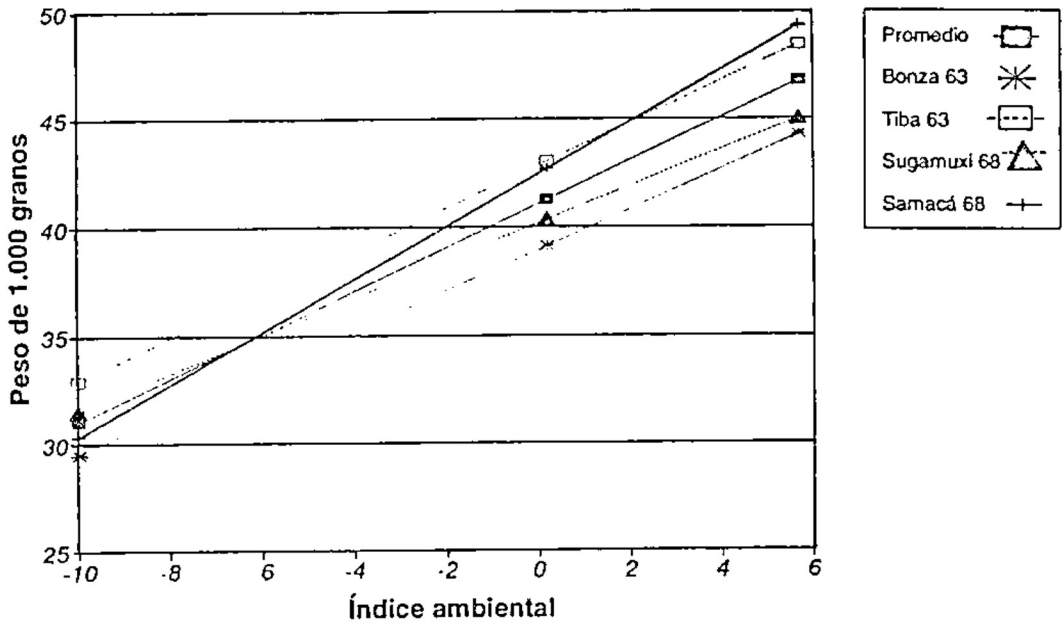


FIGURA 2. Líneas de regresión (peso de 1000 granos vs índice ambiental) para cuatro variedades de trigo.

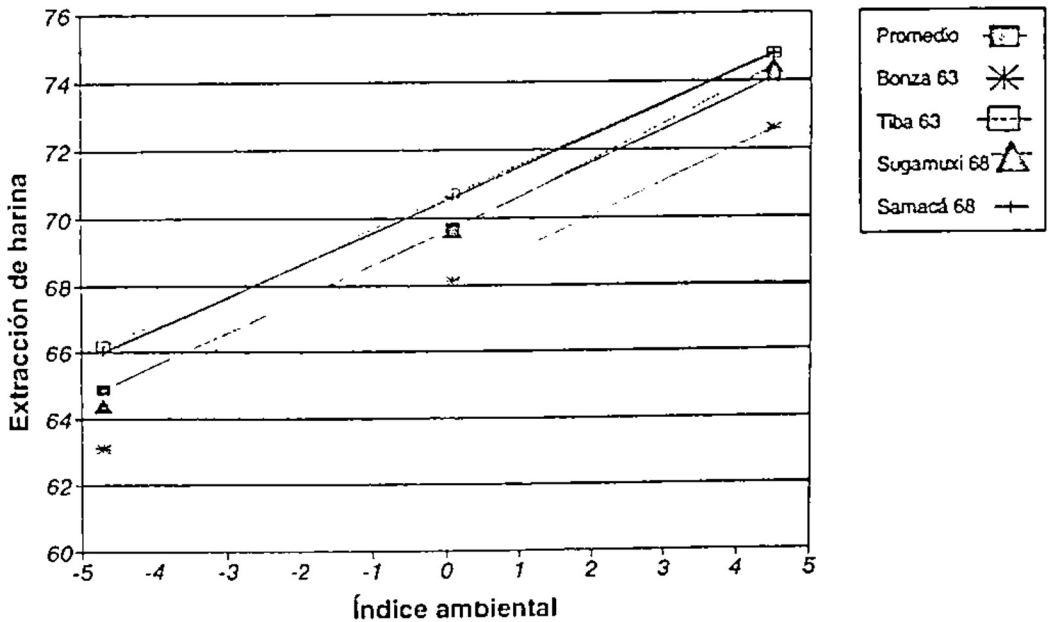


FIGURA 3. Líneas de regresión (extracción de harina vs índice ambiental) para cuatro variedades de trigo.

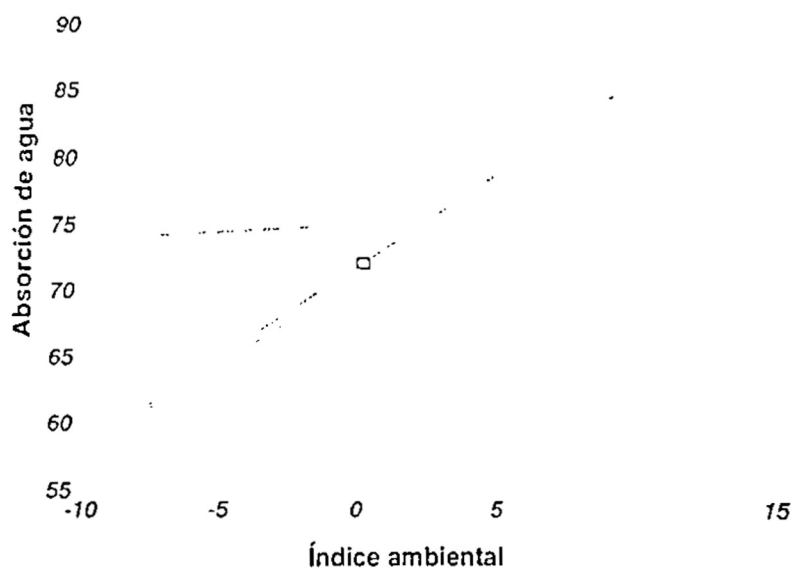


FIGURA 4. Líneas de regresión (absorción de agua vs índice ambiental) para cuatro variedades de trigo.

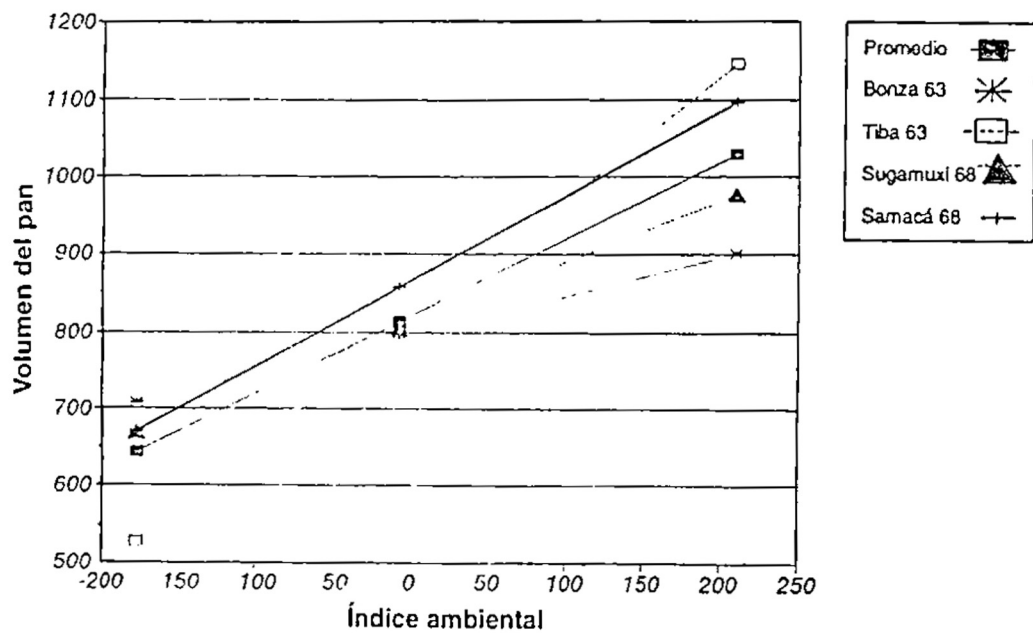


FIGURA 5. Líneas de regresión (volumen del pan vs índice ambiental) para cuatro variedades de trigo.

genotipo, especialmente en los métodos de Finlay y Wilkinson y de Eberhart y Russell, es una medida relativa que depende de los genotipos incluidos en la prueba, al tomar el promedio general de todos como una respuesta estándar para determinar cada índice ambiental (Eberhart y Russell, 1966; Finlay y Wilkinson, 1963), y en el presente estudio sólo hay dos de los 25 de 1963 y dos de los 25 de 1968.

### CONCLUSIONES

A pesar de las limitaciones expuestas, todos los métodos fueron eficientes en discriminar a la variedad Samacá 68 por la estabilidad de dos o tres de los factores más importantes en calidad: peso hectolítrico, extracción de harina y volumen del pan.

Puesto que el mayor interés es conseguir características estables con altos promedios en todos los ambientes, los métodos de Finlay y Wilkinson y Eberhart y Russell fueron también funcionales para catalogar a Samacá 68 como de adaptabilidad general por la extracción de harina y volumen del pan. Tanto los resultados de estabilidad como de adaptabilidad de Samacá 68 fueron bastante coincidentes con la selección practicada por el Programa de Trigo, basándose en el promedio de testigos comerciales, ya que esta variedad fue durante mucho tiempo el testigo nacional por calidad (ICA, 1978; ICA, 1979), hasta que se volvió altamente susceptible a la roya de la hoja, *Puccinia recondita*.

En consecuencia, la comparación de promedios de factores más importantes de calidad, líneas promisorias vs variedad comercial a reemplazar, puede seguir empleándose, quizá complementando tal procedimiento con uno de los dos métodos de

estabilidad, Finlay y Wilkinson o Eberhart y Russell, últimamente citados.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Becker, H.C. 1981 Correlations among some statistical measures of phenotypic stability *Euphytica* 30 835-840
2. Eberhart, S.A.; Russell, W.A. 1966 Stability parameters for comparing varieties *Crop Sci* 6 36-40
3. Finlay, K.W.; Wilkinson, G.N. 1963 The analysis of adaptation in a plant - breeding programme *Aust J Agric Res* 14 742-754
4. Francis, T.R.; Kannenberg, L.W. 1978 Yield stability studies in short - season maize 1 A descriptive method for grouping genotypes, *Can J Plant Sci* 58 1029-1034
5. Instituto Colombiano Agropecuario, 1978 Programa Nacional de Cereales Menores Informe anual 1977 Bogotá 128 p
6. Instituto Colombiano Agropecuario, 1979 Programa Nacional de Cereales Menores Informe anual 1979 Bogotá 114 p
7. Lin, C.S.; Binns, M.R.; Lefkovich, L.P. 1986 Stability analysis where do we stand? *Crop Sci* 26 894-900
8. Plaisted, R.L. 1960 A shorter method for evaluating the ability of selections to yield consistently over locations *Am potato J* 37 166-172
9. Plaisted, R.L.; Peterson, L.C. 1959 A Technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons *Am Potato J* 36 381-385
10. Tai, G.C.C. 1971 Genotypic stability analysis and its applications to potato regional trials *Crop Sci* 11 184-190
11. Wricke, G. 1962 Über eine Methode zur Erfassung der ökologischen Streubreite in feldversuchen *Z Pflanzanzucht* 47 92-96
12. Wricke, G.; Weber, W.E. 1986 Quantitative genetics and selection in plant breeding Walter de Gruyter, Berlin 406 p