

# ESTUDIO DE ADAPTABILIDAD DE VARIEDADES PROMISORIAS DE CEBADA EN LOS DEPARTAMENTOS DE CUNDINAMARCA Y BOYACA EN 1983\*

Luis E. Castiblanco G.\*\*  
Orlando Martínez W.

## 1. INTRODUCCION

Los materiales promisorios que producen los programas de mejoramiento en los centros de investigación, son seleccionados por su alto potencial de rendimiento, adecuado comportamiento agronómico y aceptada calidad, como resultado de su óptima respuesta a los ensayos de campo y laboratorio a que son sometidos durante varios semestres consecutivos. Sin embargo, dichos centros experimentales sólo representan un ambiente específico de los muchos que existen en las zonas de producción del cultivo.

Cuando el efecto ambiental representa una proporción notable de la expresión fenotípica, la eficiencia de la selección disminuye y el progreso del mejoramiento se hace lento. Esta relación ambiente-planta hace necesario probar los genotipos promisorios bajo diferentes localidades y años, para determinar su estabilidad fenotípica y adaptabilidad a la producción.

El proyecto de investigación "Mejoramiento Genético de la Cebada" que el Departamento de Fisiología de Cultivos de la Facultad de Agronomía de Bogotá, ha venido desarrollando desde el segundo semestre de 1975, ha producido en los últimos tres años líneas promisorias que deben ser evaluadas en pruebas regionales para establecer su adaptabilidad a las tres principales zonas de producción del país, como etapa final en el proceso de obtención de nuevas variedades mejoradas.

Es objeto del presente trabajo determinar el comportamiento de doce variedades promisorias de cebada y cuatro testigos comerciales a la interacción genotipo por localidad, en varios ambientes representativos de las áreas de producción de los departamentos de Cundinamarca y Boyacá.

## 2. REVISION DE LITERATURA.

Hasta antes de 1960, los mejoradores de plantas para incrementar el rendimiento de los cultivos sólo consideraban la superioridad *per se* de los genotipos, independientemente del efecto que los factores ambientales ejercen sobre ellos. Sin embargo, desde los trabajos

---

\* Contribución del Departamento de Fisiología de Cultivos de la Facultad de Agronomía de Bogotá.

\*\* Ingenieros Agrónomos M. Sc. y Ph. D., profesores asociados en D.E. y cátedra, respectivamente.

realizados por Johansen, Nilsson-Ehle, East y otros, se ha planteado la distinción entre el genotipo y el fenotipo y la relación que existe entre la expresión fenotípica y el efecto del ambiente sobre él.

Allard (1960), Eliot (1964) y otros autores recientes de libros sobre mejoramiento vegetal, representan el valor fenotípico de un carácter cuantitativo mediante el siguiente modelo lineal:

donde:  $Y = u + g + a + (g \times a)$   
Y=Valor numérico del fenotipo  
u=Valor promedio de la población  
g=Valor del efecto directo del genotipo  
a=Valor del efecto del ambiente  
(g x a)=Valor del efecto de la interacción del genotipo con el ambiente

Los autores puntualizan que el modelo se hace más perfecto cuando la media poblacional representa todos los genotipos y ambientes existentes y cuando la interacción genotipo x ambiente tiene un valor igual a cero, al comportarse todos los genotipos de igual manera en todos los ambientes. De la misma manera, cuando se logran identificar los efectos particulares de los factores que conforman el conjunto ambiental, estos factores pueden agruparse como localidades y años, o más detalladamente en replicaciones, localidades y años.

En los últimos veinticinco años la interacción genotipo por ambiente ha sido objeto de numerosas investigaciones tendientes a obtener información sobre tal relación.

Plaisted y Peterson (1959), y Plaisted (1960) desarrollaron métodos para calcular la contribución de los genotipos en la interacción genotipo x ambiente y para medir la adaptabilidad de los genotipos a la interacción genotipo x localidad, realizando análisis de varianza para todos los genotipos en todas las localidades en un año determinado y análisis combinados excluyendo cada vez un genotipo diferente, el valor de la interacción genotipo x localidad en cada uno de estos análisis combinados se compara con el que poseen todos los genotipos, de tal manera que el genotipo excluido que dé el valor más alto será el que aporte en menor valor a la interacción total y por tanto, la variedad de mejor adaptación.

Finlay y Wilkinson (1963), Eberhart y Russell (1966) y Perkins y Jinks (1968) utilizaron el análisis de regresión para estudiar la adaptabilidad de diferentes variedades en varios cultivos, introduciendo el coeficiente de regresión, el promedio de los genotipos y la desviación de la regresión como parámetros para definir la estabilidad fenotípica y la adaptabilidad general.

Sprague y Federer (1951), Rasmusson y Lambert (1961), Allard y Bradshaw (1974) y Goldsworthy (1974), estudiaron las implicaciones de la interacción genotipo x ambiente en sus varios aspectos. Anotaron que en el mejoramiento de plantas deben distinguirse las variaciones ambientales predecibles y no predecibles. Debido a que las fluctuaciones de año a año son impredecibles, las implicaciones para el fitomejorador con respecto a las interacciones genotipo por año, son muy diferentes a las interacciones genotipo x localidad. Plantean que la importancia relativa de las tres interacciones: genotipo x localidad, genotipo x año, y genotipo x localidad x año varía ampliamente entre zonas geográficas, así como entre especies.

Algunos autores como Sprague y Federer (1951) le dan más importancia al número de localidades y proponen disminuir el número de replicaciones por localidad para cubrir un

mayor número de sitios. Otros investigadores como Rasmusson y Lambert (1961) obtuvieron respuestas diferentes, cuando hallaron alta significancia en la interacción genotipo x localidad x año en variedades de cebada, la cual fué cuatro veces mayor que la interacción genotipo x año y sesenta veces mayor que la interacción genotipo x localidad.

Ortega, Cavelier y Urdaneta (1984) realizaron estudios de adaptabilidad de variedades promisorias de cebada en siete localidades de la Sabana de Bogotá y Simijaca durante el semestre 1983A. Empleando la metodología propuesta por Eberhart y Russell encontraron que cinco de las variedades promisorias tuvieron rendimientos superiores a los testigos con adecuada estabilidad promedio y adaptabilidad general para dos de ellas y adaptabilidad específica a ambientes favorables para las otras tres.

Varela y Franco (1974) y Castro y Martínez (1982), realizaron estudios de adaptabilidad en trigo en doce y nueve localidades del departamento de Cundinamarca, durante un año y tres años consecutivos respectivamente. De las dieciocho y nueve variedades promisorias ensayadas, siguiendo el método de Eberhart y Russell, encontraron que cuatro de ellas en cada investigación mostraron estabilidad promedio y adaptabilidad general al rendimiento, siendo superiores a los testigos comerciales.

Martínez, Torregroza y Martínez (1970) y Torregroza y Díaz (1979), realizaron estudios de estabilidad fenotípica en maíz. Los primeros usaron dos variedades parentales, el híbrido F1 y las generaciones F2 y F4, durante cinco años en el CNIA Tibaitatá; los segundos probaron cinco variedades sintéticas y un híbrido en nueve localidades distribuidas en la zona fría del país. Los resultados de la primera investigación mostraron que el híbrido F1 se caracterizó por su estabilidad promedio y adaptabilidad general a la variable número de mazorcas por planta, que fué el carácter que menos interacción mostró con el ambiente. En la segunda investigación, de los tres parámetros de estabilidad estudiados, el componente de interacción genotipo x ambiente y el coeficiente de regresión fueron los más adecuados en predecir el comportamiento de los genotipos en las localidades.

Saeed y Francis (1983) estudiaron la estabilidad del rendimiento y de sus componentes en 54 genotipos de sorgo a lo largo de 48 ambientes de Nebraska y Kansas. Encontraron que cuando los genotipos bajo prueba manifiestan una gran variabilidad en la maduración, ésta a su vez puede enmascarar el efecto de la interacción genotipo por ambiente en la determinación de la estabilidad del rendimiento y sugieren agrupar los genotipos de acuerdo a su madurez para efectuar los estudios de adaptabilidad dentro de los grupos respectivos. Obtuvieron que los sorgos de maduración temprana e intermedia son más estables que los de maduración tardía.

Mekni (1977) realizó ensayos para determinar el efecto del macollamiento sobre la estabilidad del rendimiento de genotipos semienanos y altos en cebada. Las diferencias en estabilidad de las líneas fueron bajas y no se asociaron con la capacidad de rendimiento en la población de genotipos altos. En los genotipos semienanos, los de bajo macollamiento mostraron tendencia a tener desviaciones de la regresión más pequeñas que las de alto macollamiento y menor suma de cuadrados de la interacción genotipo x ambiente.

Camacho (1968), evaluó la estabilidad y adaptabilidad al rendimiento de dos grupos de líneas homocigotas de frijol en diferentes semestres bajo las condiciones ambientales del Valle del Cauca, usando la metodología de Plaisted y de Eberhart y Russell. En este trabajo, los valores de los componentes de la interacción genotipo x ambiente fueron similares dentro de cada grupo de líneas y los coeficientes de regresión estuvieron cerca de la unidad para la mayoría de los genotipos, indicando que aunque algunos de ellos pueden ser sensibles a cambios ambientales, sin embargo, un número apreciable de ellos muestra estabilidad promedio.

El mismo autor, comparó los dos semestres de cada año y observó menor variabilidad en el segundo semestre que en el primero y asociada con un mayor rendimiento. Esto indica que la selección en el segundo semestre sería más eficiente. Sin embargo, la aplicación de este criterio puede conducir a la obtención de variedades específicamente adaptadas a ambientes favorables.

### 3. MATERIALES Y METODOS

Se realizaron once pruebas regionales de un total de trece sembradas en nueve localidades del departamento de Cundinamarca y cuatro en el departamento de Boyacá, cuya situación geográfica y épocas de siembra se resumen en el siguiente cuadro.

TABLA 1. Localización y fecha de siembra de las Pruebas Regionales.

No. de Orden	Nombre del Predio o Finca	Localización Municipio.	Fecha Siembra
P.R. 1	Texmeralda	Muña - Soacha	Marzo 20/83
P.R. 2	Las Huertas	Soacha	Marzo 20/83
P.R. 3	Las Mercedes	Bosa	Abril 9/83
P.R. 4	La Granja	Subachoque	Marzo 26/83
*P.R. 5	El Valle	Briceño - Sopó	Marzo 31/83
*P.R. 6	Aposentos	Tibitó - Sopó	Abril 2/83
P.R. 7	Boyero	Simijaca	Marzo 26/83
P.R. 8	CNIA - Tibaltatá	Mosquera	Abril 21/83
P.R. 9	CAM - Marengo	Mosquera	Abril 16/83
P.R. 10	UPTC - Agronomía	Tunja	Abril 9/83
P.R. 11	Ins. Agr. - ITA	Toca	Marzo 29/83
P.R. 12	Particular	Sotaquirá - Paipa	Abril 2/83
P.R. 13	CNIA - Surbatá ICA	Paipa - Duitama	Marzo 30/83

\* Pruebas perdidas por encharcamiento.

Se emplearon doce genotipos promisorios obtenidos por el Proyecto de Mejoramiento de Cebada de la Facultad de Agronomía Bogotá, y los cuatro testigos comerciales "124", Mochacá, Surbatá y Quinberás. El siguiente cuadro contiene la genealogía y procedencia de las variedades bajo prueba.

TABLA 2. Genealogía de las Líneas promisorias de Cebada en Pruebas Regionales en Cundinamarca y Boyacá en 1983-A U. N. Facultad de Agronomía Bogotá.

Var.No.	GENEALOGIA	Exp.	PROCEDENCIA 82 B	
			Var.	P. Chica.
V 1	"124"			
V 2	"Surbatá"			
V 3	"Mochacá"			
V 4	"Quibenrás"			
V 5	(CI 3906-IX124) X (CI2376X Surb) II UN 95-20m-1m-1m.	I	6	6
V 6	CI 1237 X 124 II UN 7-16m-1m.	I	8	8
V 7	STB. 12 X Moch <sup>2</sup> IV UN 49-21m-1m-1m.	I	21	21
V 8	CI 3908- 1 <sup>2</sup> X Moch <sup>2</sup> IV UN 29-12m-1m-1m.	I	25	25
V 9	CI 3908- 1 <sup>2</sup> X Moch <sup>2</sup> IV UN 31-8m-1m-1m.	II	42	37
V10	CI 1237 X P.A. 6 II UN 42-29m-1m-1m.	I	11	11
V11	CI 11713 X Moch <sup>2</sup> II UN 16-17m-1m-1m.	I	12	12
V12	CI 1237 X P.A. 6 II UN 42-9m-3m-1m-1m.	I	17	17
V13	(CI 3908-1X124) X (CI1243XMoch) II UN 96-2m-1m.	I	20	20
V14	STB. 12 X Moch <sup>2</sup> IV UN 49-8m-1m-1m.	II	43	38
V15	Desconocida, Masal F <sub>7</sub> .	II	46	41
V16	Desconocida, Masal F <sub>7</sub> .	II	56	46

EL diseño experimental usado fué el de bloques completos al azar con cuatro replicaciones. La parcela se compuso de tres surcos de cinco metros de longitud y distanciados a treinta centímetros, con un tamaño de 4.5 m<sup>2</sup> de área. Se aplicaron técnicas de campo y laboratorio específicas para el manejo de materiales en investigación en fitomejoramiento.

Para la evaluación de la adaptabilidad se estudiaron las siguientes variables:

- Rendimiento. Representa la variable principal y se determinó por el peso de grano obtenido en la cosecha de la totalidad de plantas de la parcela, que luego se llevó a toneladas por hectárea.

- Componentes de Rendimiento:
  - Puntaje; Peso de mil granos; Peso Bushell; Número de espigas por planta; Número de granos por espiga; y Longitud de espiga, consideradas como variables componentes de rendimiento. Las tres primeras determinadas de muestras de grano tomadas de los rendimientos de cada parcela, las tres últimas de muestras al azar de cinco plantas por parcela, en las cuatro replicaciones.
- Componentes Fitosanitarios:
  - Reacción e incidencia a las enfermedades roya amarilla, roya parda, manchas foliares, carbonos, BYDV, etc., que se consideran prevalentes y limitantes del cultivo. Se tomaron lecturas en dos épocas diferentes y solamente en dos de las cuatro replicaciones, de acuerdo a las escalas internacionales para evaluación de enfermedades.
- Componentes Agronómicos:
  - Número de días a espigamiento, altura de planta, volcamiento, vaneamiento y hábito de crecimiento del follaje y la espiga, consideradas como variables de comportamiento agronómico y determinadas en dos de las cuatro replicaciones.
- Componentes de Calidad:
  - Color de grano, tipo de cutícula, tamaño y forma de grano, porcentaje de extracto, porcentaje de proteínas y contenido de amilasa potencial, como variables de calidad física externa y química industrial. Se determinaron de una muestra de grano representativa de la mezcla de las cuatro replicaciones.

Se desarrolló la siguiente metodología estadística en la obtención de resultados:

- Análisis de varianza individuales para cada localidad y para las variables rendimiento y componentes de rendimiento.
- Análisis combinados de varianza de las variables anteriores, para determinar la significancia de la interacción genotipo X localidad.
- Determinación de los parámetros de estabilidad fenotípica de las variables que presenten significancia en los análisis combinados, de acuerdo al procedimiento propuesto por Eberhart y Russell.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

Considerando en conjunto la totalidad de las variables analizadas en las once pruebas regionales, se puede establecer en términos generales, que se obtuvieron respuestas significativas y altamente significativas de las variedades promisorias al efecto de las variables estudiadas y del ambiente representado por las localidades, en el 80% de los casos.

- Respuesta al Rendimiento.

Se hallaron diferencias significativas de las variedades al rendimiento en 7 de las 11 localidades al efectuar los análisis de varianza individuales. La Tabla 3, presenta los promedios

TABLA 3 Rendimientos promedios (Kg/Ha) de variedades promisorias de cebada en Pruebas Regionales en la Sabana de Bogotá y el Departamento de Boyacá, sembradas en el semestre de 1983-A.

Número de Variedad	Localidades de la Sabana de Bogotá				Promedio para la Sabana			Localidades en Boyacá			Promedio General			
	Sibaté	Soacha	Bosa	Tibatátá	Marengo	Subac.	Simij.	Tunja	Toca	Sotaq.	Surbata	Boyacá	Variedad	
"124	2464	2441	2217	2422	1151	3381	1369	2206	4522	4142	2825	2857	3586	2708
Surbatá	2305	2511	1964	2043	721	2518	1514	1939	3952	3618	2925	2486	3245	2414
Mochacá	2548	1860	1209	2302	1296	3815	1234	2037	4227	3572	2746	2493	3259	2482
Qulbenras	3630	2395	3039	1064	297	2263	1698	2052	3663	3203	3213	2659	3184	2567
V5	3743	2129	1871	3585	1810	4619	1492	2749	4530	3273	3196	2489	3372	2976
V6	3099	2694	2459	3073	1402	4412	1471	2658	3479	3719	2974	3081	3313	2897
V7	2585	2161	2283	2352	790	2887	1390	2064	3703	3968	2948	2691	3327	2523
V8	1728	1765	1962	1166	235	3061	1056	1567	2656	2526	2972	1281	2358	1855
V9	3826	2372	2038	2607	872	4498	1444	2522	4038	3730	2915	2576	3314	2744
V10	3760	2115	2267	2312	1137	4181	1217	2427	3961	3712	2893	2992	3389	2777
V11	3146	1595	2317	1988	516	3442	1166	2024	4393	3589	2853	2857	3423	2533
V12	2864	2210	2561	1458	672	3003	1414	2026	2936	3070	2558	2803	2841	2323
V13	2892	2066	1875	2490	626	3258	1403	2087	3721	3371	2756	2085	2983	2414
V14	3793	1877	2280	2210	807	2427	1532	2132	3325	3841	3480	3008	3412	2640
V15	3456	1553	2177	2430	1162	3864	1032	2239	4246	3915	3017	2439	3404	2664
V16	3694	1883	1686	2619	1624	4917	1243	2523	3630	3843	2938	2108	3129	2744
Σ Localidad.	3096	2102	2138	2239	969	3520	1354	2203	3811	3568	2950	2556	3221	2578



de rendimiento de las variedades para cada localidad, región, y el promedio general. La Tabla 4, presenta los cuadrados medios del análisis combinado de varianza para el rendimiento. Se observan diferencias altamente significativas para todas las fuentes de variación, en particular, la interacción genotipo por ambiente, resultado que justifica continuar con la estimación de los parámetros de estabilidad de acuerdo al modelo propuesto por Eberhart y Russell y que aparece en la Tabla 5.

TABLA 4. Cuadrados medios del análisis combinado de varianza para el rendimiento, puntaje y peso de mil gramos.

F. de V.	G. L.	CUADRADOS MEDIOS		
		Rendimiento	Puntaje	Peso de mil granos
Rep/ambiente	33	3.14**	124.08**	38.37**
Ambiente	10	53.03**	16717.44**	1394.09**
Genotipos	15	3.05**	1565.65**	532.86
Amb. x Genotipos	150	0.77**	128.38**	25.14**
Error	491	0.34	19.77	15.35
C. V. (%)		22.63	5.91	9.02

\*\* Significativo al nivel = 0.01

Los genotipos de mayor rendimiento promedio fueron V5, V6, V10, V9 y V16 respectivamente y todos los superiores a los cuatro testigos, mientras que los de menor rendimiento fueron V8 y V12. Los coeficientes de regresión de estos cinco genotipos fueron todos significativamente diferentes a cero y estadísticamente iguales a uno, lo cual es una condición ideal para estabilidad promedio. En cuanto al parámetro desviaciones de la regresión " $S^2d$ ", se aceptó la hipótesis nula, que la varianza de las desviaciones de la regresión es igual a cero ( $H_0: S^2d = 0$ ) para estos cinco genotipos.

Para una representación más objetiva del comportamiento de los genotipos promisorios en los diferentes ambientes, en la figura 1 se muestran las líneas de regresión del rendimiento sobre el índice ambiental para los genotipos V5, V6, V10, V12 y V8. Los genotipos V5, V6 y V10 tienen estabilidad promedio y adaptabilidad general, aunque el genotipo V10 en ambientes desfavorables su rendimiento es menor. En ambientes favorables los tres genotipos tienen un comportamiento similar, como es el de producir altos rendimientos.

Los genotipos V5 y V6 tienen como progenitor común al testigo comercial variedad "124" al cual superaron en rendimiento y estabilidad, significando que el proceso de selección ha sido efectivo. Por otra parte, el genotipo V5 proviene de un cruce doble en el que los cuatro progenitores tienen diferente origen geográfico, lo que le concede una amplia base genética la cual contribuyente a la disminución de la interacción genotipo por ambiente. Este hecho ha sido reportado por otros investigadores.

- Respuesta a los componentes de rendimiento.



TABLA 5. Valores estimados de los parámetros de estabilidad para el rendimiento, puntaje y peso de mil granos

Genotipo	Rendimiento (t/ha)			Puntaje (%)			Peso mil granos (gr)		
	$\bar{X}$	b	S <sup>2</sup> d	$\bar{X}$	b	S <sup>2</sup> d	$\bar{X}$	b	S <sup>2</sup> d
1 124	2.71	1.04	0.15	78.0	0.92*	2.7	47.5	1.23	2.8
2 Surbatá	2.42	0.88	0.18	75.4	1.16*	12.8	41.7	1.13	2.9
3 Mochacá	2.48	1.07	0.17	77.7	1.16	20.9	42.3	1.03	17.6
4	2.57	0.90	0.53	73.3	1.17	78.2	43.2	1.57*	11.4
5	3.00	1.02	0.35	82.7	0.82*	15.3	48.0	0.95	2.1
6	2.90	0.89	0.14	83.5	0.70**	5.5	49.1	0.87	3.4
7	2.52	0.94	0.10	76.0	0.93	7.3	41.2	1.04	1.1
8	1.86	0.83	0.24	75.3	1.15	71.6	39.1	0.91	3.4
9	2.75	1.20	0.09	72.0	1.12	8.4	42.0	0.81	3.3
10	2.78	1.13	0.07	81.1	0.92*	3.2	46.0	1.10	2.5
11	2.53	1.22	0.07	69.6	0.90	64.2	43.0	0.97	15.2
12	2.32	0.77	0.15	67.7	1.25	34.0	43.9	1.16	7.0
13	2.41	0.98	0.04	65.7	1.04	10.6	41.3	0.93	2.6
14	2.64	0.92	0.28	85.6	0.54**	15.0	48.5	0.84	12.6
15	2.67	1.20	0.07	68.0	1.17*	9.1	37.6	0.79*	1.0
16	2.74	1.11	0.34	72.0	1.00	9.1	40.0	0.84	2.2

La Tabla 6 presenta los promedios generales y regionales de los testigos comerciales y los genotipos promisorios para los seis componentes de rendimiento estudiados.

Se obtuvieron diferencias significativas y altamente significativas entre los genotipos para todos los componentes en las once localidades. Tomando el peso de mil granos y el puntaje como componentes primarios de rendimiento que presentaron significancia a la interacción genotipo por localidad en el conjunto total de los once sitios, se calcularon los parámetros de

estabilidad únicamente para estos dos componentes. Las Tablas 4 y 5, presentan los análisis combinados de varianza y los valores estimados de los parámetros para el puntaje y el peso de mil granos.

La figura 2 presenta las líneas de regresión entre el puntaje y el índice ambiental. Se observa que las líneas de regresión de los genotipos V5, V6, V10 y V14 siempre están por encima de la línea promedio tanto en ambientes favorables como desfavorables y sus correspondientes coeficientes de regresión fueron estadísticamente menores que uno, lo que indica alta resistencia a cambios ambientales. Sobresale por su estabilidad el genotipo V14 que exhibió el mayor promedio para puntaje y las menores desviaciones de la regresión (Tabla 4), le siguen en orden de estabilidad los genotipos V6, V5 y V10. El genotipo V5 tiende a producir valores altos para el puntaje cuando las condiciones ambientales le sean favorables, incluso llega a superar en tales circunstancias a los genotipos V6 y V14. En contraste, los genotipos V12 y V13 presentaron el peor comportamiento en estabilidad, reflejado en sus bajos promedios de puntaje y altas desviaciones de la regresión, tal como se observa en la figura 2.

El puntaje además de considerarse un componente primario de rendimiento es también un carácter de expresión de calidad física y es factor importante en la determinación del valor de compra de la cebada. Debido a que el proceso industrial de maltaje se realiza únicamente con cebadas de primera y segunda clase, valores altos de puntaje permiten disminuir las pérdidas durante el proceso industrial del cereal.

La Figura 3, ilustra las ecuaciones de regresión entre el peso de 1.000 granos y el índice ambiental. Se obtuvo una respuesta igual a la observada para el puntaje. Los genotipos V5, V6, V10 y V14 presentan líneas de regresión por encima de la línea promedio en todas las localidades, sus coeficientes de regresión no fueron diferentes de uno y los valores de desviaciones de la regresión tampoco fueron significativamente diferentes de cero, por lo que se puede inferir que estos cuatro genotipos presentan una adecuada adaptabilidad general, o estabilidad promedio para el componente peso de mil granos. Por el contrario, los genotipos V8 y V15 mostraron líneas de regresión inferiores a la promedia para los ambientes en estudio.

Los resultados para los demás componentes de rendimiento fueron los siguientes: (Ver Tabla 6): Los genotipos con mejor estabilidad y altos promedios de peso bushel fueron V8, V14, V5, V15 y V10. Para el número de espigas por planta, el genotipo V8 presentó el más alto macollamiento; los genotipos V6 y V14 presentaron macollamiento intermedio pero superiores al promedio general; los genotipos V5, V9 y V10 presentaron promedios inferiores al promedio general.

En el número de granos por espiga el testigo comercial Quibentrás y los genotipos V15 y V14 presentaron los más altos valores. Los genotipos V9, V10 y V16 fueron estables con valores intermedios superiores al promedio general.

En cuanto a la longitud de espiga, los testigos comerciales Quibentrás y "124" fueron de espiga larga, los genotipos V14 y V10 de longitud de espiga media y el genotipo V5 de espiga corta. Cuando un genotipo logra equilibrar su macollamiento efectivo y el número de granos por espiga, para así obtener un alto peso de grano, es sobresaliente en rendimiento. Esta situación parece darse en el caso de los genotipos V5, V6, V9, V10 y V14.

- Respuesta a la incidencia de enfermedades.

Las Tablas 7, 8, 9 y 10 contienen los promedios de reacción de los genotipos a las enfermedades prevalentes durante el ciclo de los ensayos.

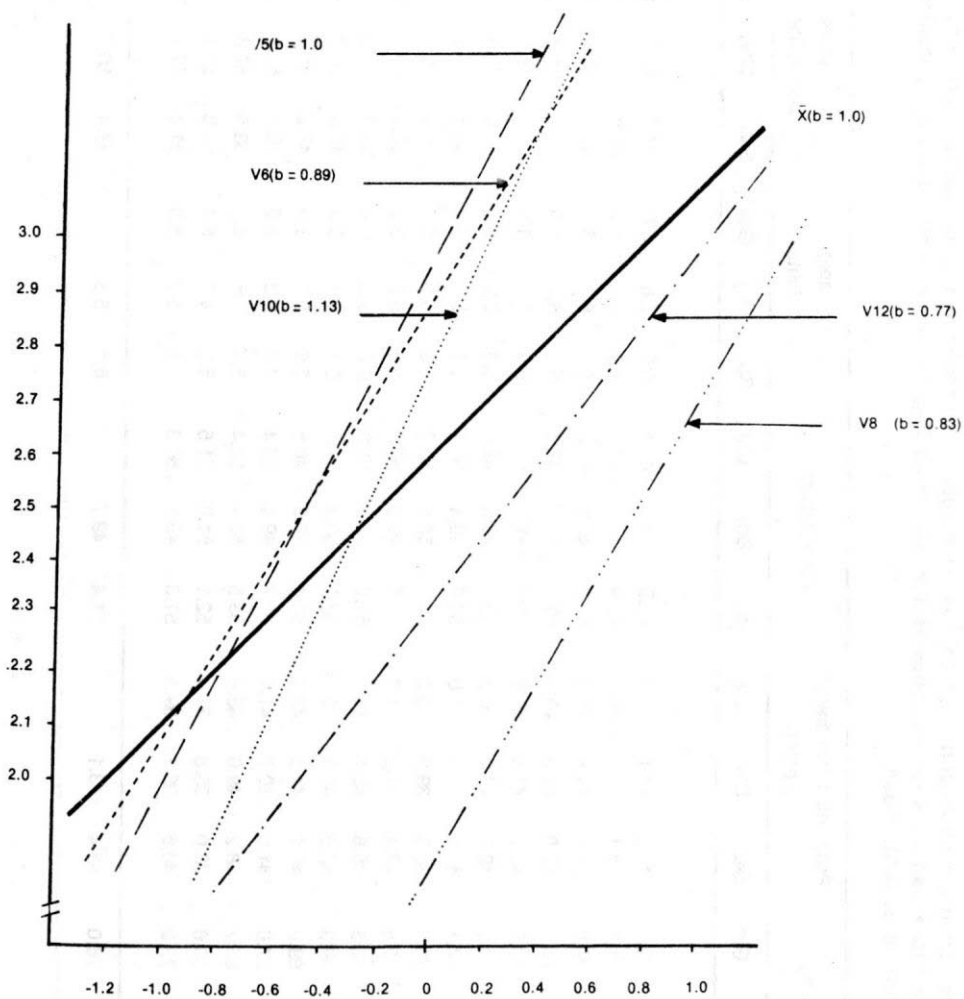


Figura 1. Líneas de Regresión para el Rendimiento de algunos Genotipos sobre el Índice Ambiental.

TABLA 6. Repuesta de variedades promisorias de cebada en Pruebas Regionales a seis componentes de rendimiento. Promedio de 7 localidades y 4 repeticiones para la Sabana de Bogotá y de 4 localidades y 4 repeticiones para el Departamento de Boyacá, 1983A.

Número de Variedad	Puntaje en %				Peso de 1.000 granos en gramos				Peso Bushell				No. de espigas por planta				No. de granos por espiga				Longitud espiga		
	Sab.		Boy.		Sab.		Boy.		Sab.		Boy.		Sab.		Boy.		Sab.		Boy.		Gral.	Boy.	
	Sab.	Boy.	Gral	Sab.	Sab.	Boy.	Gral	Sab.	Boy.	Gral.	Sab.	Boy.	Sab.	Boy.	Sab.	Boy.	Sab.	Boy.	Sab.	Boy.	Gral.	Boy.	
"124"	74.3	84.3	79.3	47.6	47.1	47.3	49.8	49.0	49.4	5.6	5.6	5.6	5.6	57.1	53.9	55.5	6.9						
Surbatá	71.3	—	71.3	40.1	—	40.1	49.9	—	49.9	5.2	—	5.2	—	40.6	—	40.6	—	40.6					
Mochecá	71.6	88.2	79.9	41.1	44.8	42.9	51.3	49.9	50.6	5.3	5.3	5.3	5.3	45.2	52.9	49.0	6.2						
Quibenrás	67.0	79.9	73.4	43.0	43.8	43.4	49.4	44.8	47.1	5.2	4.7	5.0	5.0	58.0	61.5	59.7	7.9						
V5	80.3	86.8	83.5	48.3	47.4	47.8	52.7	51.1	51.9	5.9	5.3	5.6	5.6	42.7	48.5	45.6	5.9						
V6	81.1	87.4	84.2	49.7	47.9	48.8	50.4	48.8	49.6	6.3	6.6	6.4	6.4	40.6	43.6	42.1	5.8						
V7	72.7	81.6	77.1	41.5	40.5	41.0	50.8	49.4	50.1	6.1	5.7	5.9	5.9	49.5	53.2	51.3	6.4						
V8	66.6	82.0	76.8	38.6	39.9	39.2	54.2	53.6	53.9	7.9	8.2	8.0	8.0	25.9	25.2	25.5	6.4						
V9	68.4	79.2	73.8	42.4	41.0	41.7	51.7	49.8	50.7	5.8	5.2	5.6	5.6	50.7	50.1	50.4	5.9						
V10	77.8	86.8	82.3	45.8	45.4	45.6	52.0	50.7	51.3	6.0	5.3	5.6	5.6	50.3	50.8	50.5	6.4						
V11	66.7	71.9	69.3	43.5	41.5	42.5	52.2	50.2	51.2	6.1	4.7	5.4	5.4	47.6	50.7	49.1	6.2						
V12	64.3	73.7	69.0	45.1	41.8	43.4	50.1	47.6	48.8	5.9	5.3	5.6	5.6	47.2	51.4	49.3	6.6						
V13	62.2	71.8	67.0	41.6	40.7	41.1	51.7	49.1	50.4	7.2	5.3	6.2	6.2	46.1	52.2	49.1	6.3						
V14	82.0	90.4	86.2	48.2	49.0	48.6	53.5	51.4	52.4	6.3	5.6	6.0	6.0	53.5	57.8	55.6	6.7						
V15	63.2	76.1	69.6	38.0	36.8	37.4	52.1	51.0	51.5	6.1	4.7	5.4	5.4	57.8	57.4	57.6	6.4						
V16	68.5	78.0	73.2	40.5	39.1	39.8	51.3	49.3	50.3	6.1	5.0	5.5	5.5	51.4	52.1	51.7	6.1						
Promedio	71.1	81.5	76.0	43.4	43.1	43.1	51.4	49.7	49.7	6.1	5.5	6.1	6.1	47.4	50.7	49.7	6.4						

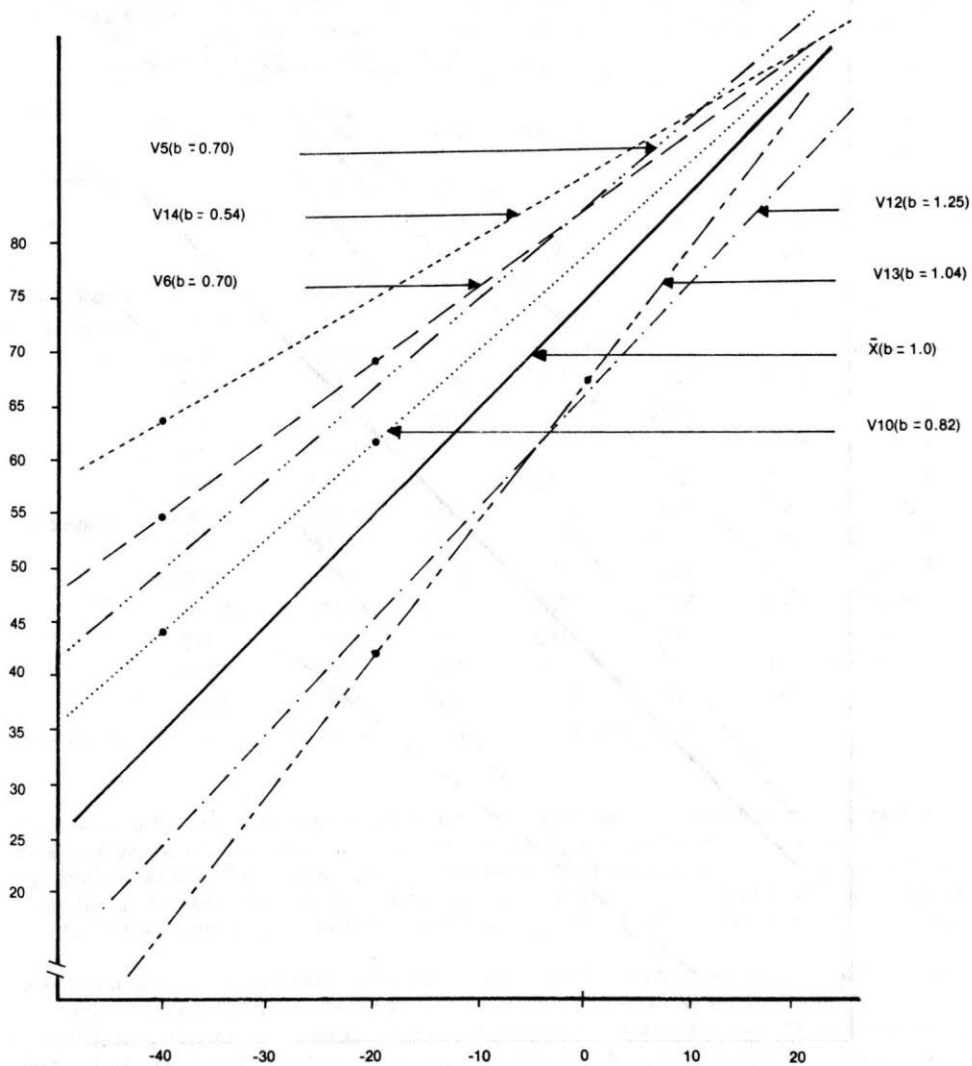


Figura 2. Líneas de Regresión para puntaje de algunos Genotipos sobre en Índice Ambiental.

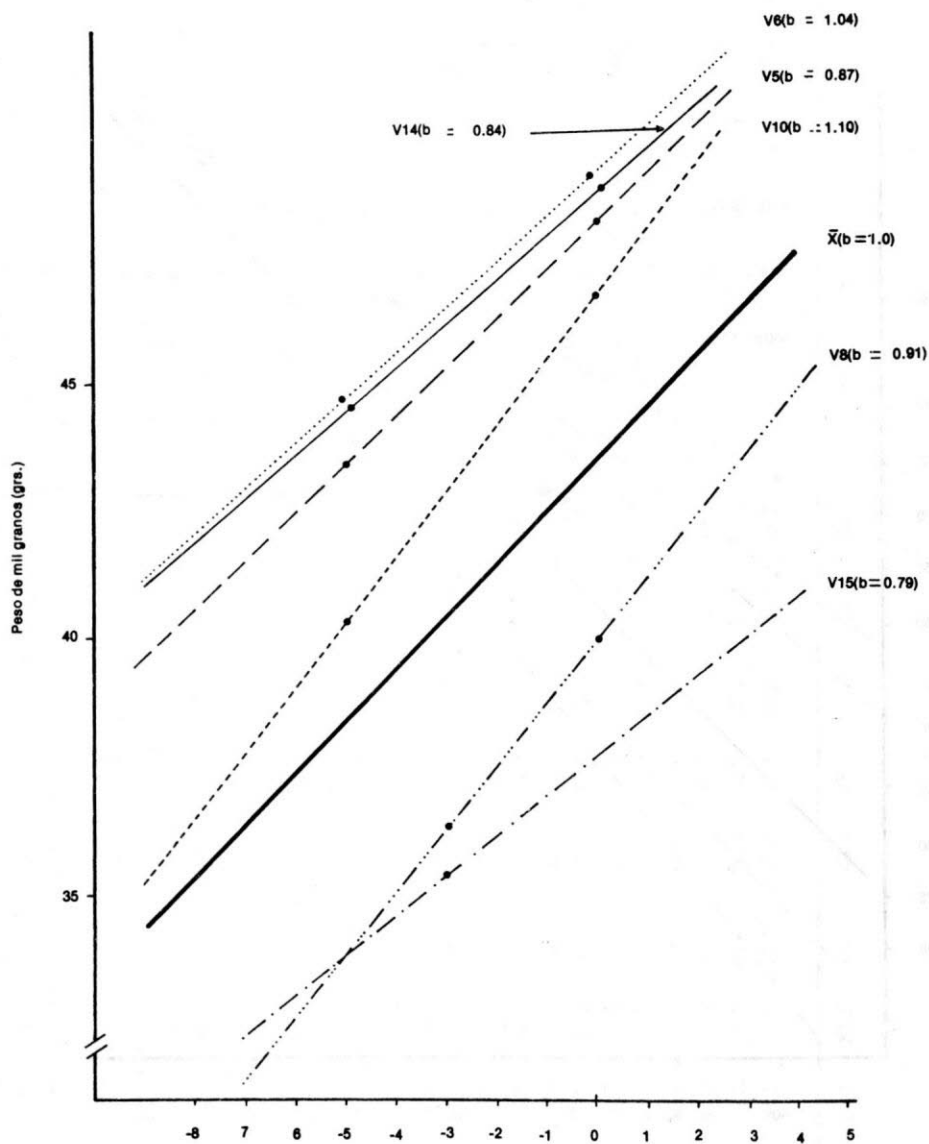


Figura 3. Líneas de Regresión para el peso de 1.000 granos de algunos Genotipos sobre el Índice

La roya amarilla *Puccinia striiformis* f. sp. *hordel* presentó incidencia en el follaje (Tabla 7) y en la espiga (Tabla 8) en todas las localidades de la Sabana de Bogotá, pero su intensidad varió ampliamente en ellas, estableciendo los ambientes de Sibaté, Tibaitatá y Subachoque como los más favorables para el desarrollo del patógeno. En Boyacá la incidencia promedio en el follaje fue muy baja (Trazas de la enfermedad) para ser registrada en las localidades de Tunja y Toca y prácticamente no se presentó en las localidades de Sotaquirá y Surbatá. Roya en la espiga no se presentó.

TABLA 7. Reacción a roya amarilla *Puccinia striiformis* f. sp. *hordel* en el follaje, de variedades promisorias de cebada en Pruebas Regionales en la Sabana de Bogotá. 1983A. Promedios de 2 replicaciones.

Número de Variedad	Sibaté	Bosa	Soacha	Tibaitatá	Marengo	Subachoque	Promedio para la Sabana
1 "124"	10S	15MS	10MS	10MS	5MS	10MS	10MS
2 "Surbatá"	20MS	20MS	25S	70MS	40MS	30MS	35MS
3 "Mochecá"	40S	30S	50S	75S	50S	60S	50S
4 "Quibenrás"	OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR
5	10MS	10MR	15MS	5MS	15MS	10MR	10MS
6	15MS	TrMR	10MR	5MR	TrMR	10MS	7MR
7	10MS	5R	5MR	TrR	5MR	5MR	5MR
8	5R	OR	TrR	TrR	TrR	TrR	TrR
9	5MR	5MR	20MS	TrMR	TrMR	5MR	6MR
10	20S	5MR	15MS	5MS	TrMR	25MS	10MS
11	10MS	5MS	5MR	5R	TrMR	5R	5MR
12	10MR	TrR	5MR	TrR	OR	10MR	5MR
13	10MR	5MR	10MR	5MS	TrR	5MR	6MR
14	5MR	TrMR	TrMR	5MS	TrR	5MR	3MR
15	15MR	5MR	5MR	10MR	5MR	5MR	8MR
16	5MR	5MR	5MR	5MR	TrR	10MR	5MR

En general, todos los genotipos promisorios mostraron reacción moderadamente resistente y bajos niveles de incidencia en comparación con los testigos comerciales a excepción del testigo comercial Quibenrás que demostró marcada resistencia. Los genotipos promisorios que manifestaron más alta resistencia de campo tanto al ataque del follaje como de la espiga fueron V8 (Trazas resistente), V14 (3% MR), V7, V11 y V16 (5% MR), V9 (6% MR) y V6 (7% MR).

Respecto a la roya parda *Puccinia hordel*, la situación fue similar en las dos regiones a la ocurrida con la roya amarilla. La reacción y los niveles de incidencia variaron ampliamente de una localidad a otra en la Sabana de Bogotá (Tabla 9), destacándose los ambientes de Marengo, Tibaitatá y Subachoque como los más favorables al desarrollo del patógeno. Los testigos comerciales "124", Surbatá y Mochacá presentaron reacciones más favorables de resistencia y niveles más bajos de incidencia que los genotipos promisorios, a excepción del testigo Quibenrás que manifestó mayor susceptibilidad y porcentajes más altos de incidencia.



TABLA 8. Reacción a roya amarilla *Puccinia striiformis* f. sp. *hordel* en la espiga, de variedades promisorias de cebada en Pruebas Regionales en la Sabana de Bogotá, 1983. Promedios de 2 replicaciones.

Número de Variedad	Sibaté	Soacha	Bosa	Tibaltatá	Marengo	Subach.	Promedio para la Sabana
1 "124"	5	Tr	5	15	5	Tr	5
2 "Surbatá"	20	10	10	20	20	10	15
3 "Mochacá"	35	10	20	40	30	20	25
4 "Quibenrás"	0	0	0	0	0	0	0
5	10	Tr	5	10	5	5	6
6	5	5	Tr	Tr	Tr	10	4
7	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr
8	5	0	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr
9	5	5	Tr	5	Tr	5	4
10	5	5	Tr	Tr	0	5	3
11	5	0	Tr	10	Tr	5	3
12	5	Tr	Tr	Tr	0	Tr	Tr
13	10	5	5	10	5	10	6
14	Tr	5	Tr	Tr	0	Tr	Tr
15	5	5	Tr	5	5	5	5
16	10	10	5	5	10	5	8

En Boyacá la situación fue contraria en relación con la reacción y también con los niveles de incidencia que fueron relativamente bajos. Los genotipos V8, V14, V5, V6, V10 y V16 presentaron los niveles más altos de tolerancia en todas las localidades (Ver Tabla 9).

- Las reacciones a enfermedades de manchas foliares y BYDV, contenidas en la Tabla 10 dejan ver que los promedios de reacción a las cinco enfermedades, manifestados por los genotipos promisorios son en la casi mayoría de los casos valores relativamente bajos e inferiores a los de los testigos comerciales, lo que demuestra al menos en esta prueba, que los materiales promisorios poseen un adecuado nivel de tolerancia a estos patógenos prevalentes.

No se registró presencia de carbones en ningún genotipo ni localidad, al igual que síntomas de mildew *Erisiphe graminis*. El escaldado se presentó solamente en algunas localidades de la Sabana de Bogotá.

- Respuesta al comportamiento agronómico.

El número de días a espigamiento se encontró influenciado por las localidades y por la expresión de los genotipos (Ver Tabla 11). Los materiales fueron en promedio cuatro días más precoces en Boyacá (66 días) que la Sabana de Bogotá (70.2 días). Las localidades que presentaron un mayor número de días al espigamiento fueron Marengo y Toca con 73 y 72 días, les siguieron Sibaté, Bosa y Tibaltatá con 71 y 70 días; Subachoque, Soacha, Surbatá y

TABLA 9. Reacción a la roya para *Puccinia hordei* de variedades promisorias de cebada en Pruebas Regionales en la Sabana de Bogotá y el Departamento de Boyacá en 1983A. Promedios de 2 replicaciones.

Número de Variedad	Localidades de la Sabana de Bogotá						Promedio para la Sabana	Localidades en Boyacá				Promedio para Boyacá				
	Sibaté		Soacha		Tibaltatá			Marengo		Subach.			Tunja	Toca	Sotaq.	Surbatá
	Bosa	TrMR	5MR	TrMR	30S	30MS		10MR	10MR	13MR	8MS					
"124	TrMR	TrMR	5MR	TrMR	30S	30MS	10MR	13MR	TrMS	8MS	23MS	6MS	8MS	9MS		
Surbatá	TrR	TrMR	5MS	TrMR	TrMR	30MS	10MR	8MR	—	—	—	—	—	—		
Mochacá	TrR	TrR	10MS	TrMR	TrMR	20MS	5MR	6MR	TrMS	7MS	18MS	8MS	8MS	8MS		
Quibentrás	20MS	10S	25S	70S	80S	80S	60S	45S	7S	15S	46S	23S	23S	23S		
V5	TrR	TrMS	10MR	20MS	20MS	30MS	15MR	13MR	TrMR	4MR	5MR	3MR	3MR	3MR		
V6	TrMR	TrMR	5MS	20MS	20MS	30S	5MR	10MR	TrMR	9MR	4MR	3MR	3MR	4MR		
V7	10MR	TrMR	5S	35S	50S	50S	20MR	20MS	8MR	3MR	18MR	4MR	4MR	8MR		
V8	TrMR	TrMR	5MR	10MS	15MR	15MR	5MR	6MR	0R	TrR	TrR	TrR	TrR	TrR		
V9	5MS	5S	10MS	35S	40S	40S	10MR	18S	4MR	5MR	6MR	4MR	4MR	5MR		
V10	5MR	5MS	10S	15MS	40S	40S	10MS	14MS	TrMR	6MR	10MR	8MR	8MR	6MR		
V11	TrMR	5MS	5MS	40S	40S	40S	15S	18MS	7MR	5MR	9MR	4MR	4MR	6MR		
V12	TrMR	10MS	10MS	30S	60S	60S	15MS	21MS	4MR	5MR	7MR	10MR	10MR	6MR		
V13	5MR	5MS	10S	60S	40S	40S	20MS	23S	TrMR	5MR	7MR	6MR	6MR	4MR		
V14	5MR	TrMR	5MS	10MS	40MS	40MS	10MR	12MR	TrMR	5MR	TrMR	TrMR	TrMR	TrMR		
V15	5R	TrMR	15S	15MS	30MS	30MS	15MS	14MS	4MR	6MR	4MR	4MR	4MR	4MR		
V16	5R	5MS	10S	15S	45MS	45MS	10MR	15MS	3MR	5MR	4MR	4MR	4MR	4MR		

S = Susceptible  
Tr = Trazas.

MS = Moderadamente susceptible  
MR = Moderadamente resistente

R = resistente

TABLA 10 Reacción a enfermedades de manchas de las hojas de Variedades Promisorias de cebada en Pruebas Regionales de la Sabana de Bogotá y el Departamento de Boyacá en 1983A. Porcentajes promedios de 2 replicaciones y 7 localidades en la Sabana de Bogotá y 4 localidades en Boyacá.

Número de Variedad	Mancha Reticular		Mancha Punteada		Mancha Listada		Escaldado de la hoja				
	H. teres		H. sativum		H. gramineum		Rynchosporium secalis				
	Sabana Bogotá	Depto. Boyacá	Sabana Bogotá	Depto. Boyacá	Sabana Bogotá	Depto. Boyacá	Sibaté	Soacha	Subach	Promedio Sabana	Promedio Boyacá
124	11.3	23.1	6.2	12.0	2.0	2.0	Tr	5.8	2.5	3.1	5.0
Surbatá	5.6	—	5.1	—	1.3	—	4.3	20.0	Tr	8.4	—
Mochacá	7.1	8.7	5.4	5.2	Tr	1.0	1.5	11.8	Tr	4.8	4.0
Quibentrás	7.4	6.8	5.8	5.2	2.0	2.3	Tr	2.8	0	1.3	7.2
V5	8.9	13.5	6.8	6.8	4.2	2.0	Tr	6.8	2.5	3.4	2.0
V6	3.4	7.0	4.1	3.0	4.8	2.4	Tr	3.0	0	1.3	2.6
V7	4.5	5.0	4.9	2.3	Tr	1.3	5.5	7.5	Tr	4.7	3.8
V8	3.1	7.5	6.2	3.5	Tr	0	3.0	21.3	20.0	14.8	9.0
V9	7.9	10.0	5.4	5.6	2.8	1.4	0	2.0	0	Tr	4.0
V10	8.9	5.1	5.2	2.8	Tr	1.3	0	3.0	Tr	1.3	5.6
V11	7.2	7.0	5.8	3.2	2.7	3.7	0	Tr	Tr	Tr	4.0
V12	2.0	6.1	4.9	3.7	7.5	3.8	0	1.8	0	Tr	5.4
V13	8.8	9.3	3.9	3.0	4.6	2.7	0	Tr	0	Tr	5.0
V14	5.3	7.5	5.8	3.2	11.1	4.8	Tr	Tr	Tr	Tr	2.4
V15	6.8	5.7	6.5	2.3	Tr	1.0	Tr	Tr	Tr	Tr	4.4
V16	7.4	9.2	6.9	3.8	Tr	1.0	Tr	4.0	3.0	2.7	6.0

Sotaquirá se consideran localidades con precocidad intermedia (67.7, 67 y 65 días) y Tunja fue la localidad de espigamiento más temprano.

Los genotipos promisorios variaron en su precocidad en relación al promedio de los cuatro testigos y al promedio del testigo más tardío. Los genotipos V5, V9 y V16 fueron más o igualmente precoces que el promedio de los testigos (66 días) y además los genotipos V10, V13 y V15 lo fueron con relación a los testigos más tardíos Quibénrás y "124".

La altura de la planta también fue influenciada por el efecto de las localidades y de la expresión genotípica como se observa en la Tabla 11. Los materiales presentaron mayor altura de planta en la Sabana de Bogotá que en Boyacá. El testigo Quibénrás presentó el mayor promedio general de altura de planta. Los genotipos V8, V5 y V16 presentaron altura promedio similar a los testigos "124", Surbatá y Mochacá; el resto de los genotipos promisorios fueron más altos que los testigos anteriores sin sobrepasar los 100 centímetros, pero de porte más bajo en comparación con el testigo Quibénrás, como se observa en la Tabla 11.

El volcamiento solamente se presentó en las localidades de Tibaitatá, Subachoque y Marengo, que a su vez fueron las que presentaron las mayores alturas de planta. El genotipo promisorio V12 y los testigos Quibénrás y "124" registraron los promedios más altos de volcamiento en concordancia con su mayor altura de planta. El genotipo V16 mostró alta resistencia (2.5%) y los genotipos V8, V15, V6, V9, V14 y V10 una moderada resistencia entre 13 y 23% de acuerdo a la Tabla 11.

En relación con el hábito de crecimiento del follaje (Tabla 11) los genotipos V6, V8 y V11 fueron clasificados como erectos y con espiga inclinada; el genotipo V10 con follaje y espiga erecta; los genotipos V5, V13 y V16 semierectos con espiga erecta y los genotipos V7, V12 y V15 semierectos con espiga inclinada. Solo dos genotipos se clasificaron con hábito de follaje postrado y espiga erecta e inclinada (V9 y V14 respectivamente).

Aunque no sea comprobado suficientemente la significancia de la correlación entre hábito de crecimiento erecto y el aumento del rendimiento a nivel de planta en cebada, sin embargo, variedades con hábito de crecimiento erecto permiten manejar poblaciones con mayores densidades de siembra que al final tienden a aumentar los rendimientos.

En cuanto a las características de la espiga, variedades con espiga de longitud media a larga, laxas o de densidad intermedia y hábito de maduración inclinada son deseables. Los genotipos V6, V11 y V14 cumplen estas condiciones al igual que los genotipos V8, V10 y el testigo Quibénrás.

- Respuesta a la calidad física y química.

Se observó influencia de las localidades en la expresión del color, la rugosidad de la cutícula y el tamaño y forma del grano, tal como aparece en la Tabla 12.

A excepción de los genotipos V5, V7, V8 y V15 que manifestaron en forma consistente color amarillo oscuro, los ocho genotipos restantes expresaron color amarillo claro definido (V9 y V11), color amarillo oro definido (V6, V10 y V14) y color amarillo claro o amarillo oro según la localidad (V12, V13, V15 y V16). Colores de grano amarillo oro o amarillo claro brillantes son los deseables para producir maltas y cervezas de calidad.

TABLA 11. Respuesta de variedades promisorias de cebada en Pruebas Regionales a caracteres de comportamiento agronómico. Promedios de 7 localidades y 4 repeticiones para la Sabana de Bogotá y 4 localidades y dos repeticiones en Boyacá. Semestre 1983A.

Número de Variedad.	Altura Planta en cms.		Días al Espigamiento		Vuelco %	Hábito Follaje	Características de la espiga.				
	Sab.	Boy.	Sab.	Boy.			Longitud	Densidad	Hábito		
"124"											
Surbata	89	84	86	67	68	67	45.3	Postrado	Med. Larg.	Interm.	Erecta
Mochaca	80	—	80	66	—	66	21.6	Semi erecto	Media	Compac.	Erecta
Quibenras	85	83	84	65	64	64	21.0	Postrado	Media	Compac.	Erecta
V5	100	105	102	69	65	67	57.5	Postrado	Larga	Laxa	Inclinada
V6	91	83	87	66	65	65	15.0	Semi erecto	Corta	Compac.	Erecta
V7	102	98	100	73	69	71	28.3	Erecto	Media	Compac.	Inclinada
V8	94	83	88	72	67	70	37.5	Semi erecto	Media	Compac.	Inclinada
V9	81	64	72	82	75	79	13.3	Erecto	Media	Interm.	Inclinada
V10	96	93	94	68	65	66	23.3	Postrado	Media	Compac.	Erecta
V11	98	93	95	68	66	67	20.0	Erecto	Media Larg.	Interm.	Erecta
V12	95	96	95	73	68	70	33.3	Erecto	Media	Interm.	Inclinada
V13	102	93	97	77	68	72	48.3	Semi erecto	Larga	Laxa	Inclinada
V14	93	90	91	69	65	57	25.8	Semi erecto	Media	Compac.	Erecta
V15	97	90	93	70	66	68	20.0	Postrado	Media Larg.	Interm.	Inclinada
V16	90	87	88	68	65	67	13.3	Semi erecto	Media	Compac.	Inclinada
	90	82	86	67	64	65	2.5	Semi erecto	Corta	Compac.	Erecta

Como puede observarse en la tabla 12, ninguno de los genotipos presentó cutícula lisa y suelta (granos de cutícula desnuda o pelados). Sin embargo, genotipos de cutícula con alta rugosidad V6, V9, V12, V14 y V15, o de rugosidad media V7, V8, V10, V13 y V16, y buena adherencia al grano se consideran adecuadas para malta.

El tamaño y la forma del grano están correlacionados con el puntaje, la densidad específica y el porcentaje de extracto. Granos gruesos de longitud media y forma abarrilada son deseables. Los genotipos promisorios V5, V6, V14 y V15 poseen estas características favorables, los genotipos V9, V10 y V16 las poseen en menor grado.

En relación con la calidad química y de acuerdo a los rangos exigidos por la industria para los parámetros extracto, proteínas y amilasa potencial, la tabla 13 presenta los resultados para los testigos comerciales "124", Mochacá y Quibénrás y para los genotipos promisorios V5, V6, V9, V10, V14 y V16, que fueron seleccionados para estos análisis por poseer buena expresión en puntaje, peso bushell, peso de mil granos y de los caracteres físicos externos de calidad.

TABLA 12. Respuesta de variedades promisorias de cebada en Pruebas Regionales a caracteres físicos externos de calidad del grano. Muestras representativas de las localidades de la Sabana de Bogotá y el Departamento de Boyacá. 1983A.

Número de Variedad	Tono del Color Amarillo		Rugosidad de la cutícula		Longitud del grano		Diámetro del grano	
	Sabana	Boyacá	Sabana	Boyacá	Sabana	Boyacá	Sabana	Boyacá
"124"	Claro	Oscuro	Media	Media	Largo	Largo	Medio	Medio
Surbatá	Claro	—	Alta	—	Medio	—	Ancho	—
Mochacá	Oro	Oscuro	Media	Media	Medio	Medio	Ancho	Medio
Quibénrás	Oro	Claro	Alta	Media	Largo	Largo	Medio	Angosto
V5	Oscuro	Oscuro	Baja	Baja	Medio	Medio	Ancho	Medio
V6	Oro	Oro	Alta	Baja	Medio	Medio	Ancho	Medio
V7	Oscuro	Claro	Media	Media	Medio	Corto	Medio	Medio
V8	Claro	Oscuro	Media	Baja	Corto	Corto	Ancho	Ancho
V9	Claro	Claro	Alta	Media	Largo	Medio	Medio	Medio
V10	Oro	Oro	Baja	Media	Medio	Medio	Medio	Ancho
V11	Claro	Claro	Muybaja	Baja	Medio	Medio	Medio	Medio
V12	Oro	Claro	Alta	Alta	Largo	Largo	Medio	Angosto
V13	Claro	Oro	Media	Media	Medio	Medio	Medio	Angosto
V14	Oro	Oro	Muy alta	Alta	Medio	Medio	Ancho	Ancho
V15	Claro	Oscuro	Alta	Media	Corto	Corto	Ancho	Medio
V16	Oro	Claro	Media	Media	Medio	Medio	Medio	Medio

Los valores promedios de los testigos y genotipos promisorios presentaron ligeras variaciones entre localidades tanto para el porcentaje de extracto como para el porcentaje de

TABLA 13. Respuesta de variedades promisorias de cebada en Pruebas Regionales a Pruebas de Predicción de Calidad Maltera. Facultad de Agronomía, Bogotá, 1983A.

Tabla 13. Capítulo 2-11

Número Variedad	Parámetros Calidad Química	Localidades en la Sabana de Bogotá						Localidades en el Dpto. de Boyacá					
		Siba.	Bosa	Tiba.	Suba.	Promedio	Toca	Tunja	Surbatá	Promedio	promedio Gral.		
"124"		75.8	78.7	76.1	77.2	76.9	79.4	78.7	78.1	79.0	77.8		
Mochacá		75.5	78.4	—	78.0	77.3	79.5	76.0	78.4	77.9	76.6		
Quibénras		75.0	79.0	—	76.9	77.4	79.4	78.2	79.3	78.9	78.2		
V5	Extracto	75.0	78.9	77.6	78.7	77.5	79.7	78.4	79.7	79.2	78.3		
V6	%	74.2	79.0	75.9	77.7	76.7	77.1	76.3	78.2	77.5	77.0		
V7	(76.5-80.0)*						80.0	78.5	78.8	79.1			
V9		76.9	79.3	76.2	78.7	77.7							
V10		77.0	79.1	78.3	78.4	78.2	79.0	77.0	80.4	78.8	78.4		
V14		78.0	79.1	78.3	78.4	78.4	81.6	78.6	80.7	80.3	79.2		
V16		73.7	78.7	74.1	79.0	76.3	77.9	76.5	71.9	75.4	75.9		
"124"		12.3	10.7	11.8	12.5	11.8	12.9	11.0	9.5	11.1	11.5		
Mochacá		11.8	10.7	—	11.8	11.4	8.2	11.7	9.4	9.7	10.6		
Quibénras		11.7	9.6	—	8.3	9.8	7.5	10.9	9.4	9.2	9.5		
V5	Proteínas	12.7	10.1	11.5	12.0	11.5	8.2	10.8	9.9	9.6	10.7		
V6	%	13.4	10.6	12.7	12.3	12.2	10.8	12.4	10.5	11.2	11.8		
V7	(10.5-13.0)*						9.1	10.5	10.7	10.1			
V9		13.6	10.5	12.2	13.3	12.4							
V10		13.6	11.1	11.4	12.0	12.0	8.9	12.0	9.0	9.9	11.1		
V14		13.3	10.3	11.6	16.2	12.8	7.8	12.7	9.7	10.0	11.6		
V16		12.8	11.8	12.1	11.7	12.1	9.1	11.9	9.9	10.3	11.3		
"124"		469	470	663	606	552	248	466	348	354	467		
Mochacá		585	534	—	589	562	346	571	428	448	505		
Quibénras		458	373	—	662	497	268	403	347	339	418		
V5	Amilasa	490	428	638	508	516	302	494	358	384	459		
V6	Potencial (U.E.M.)	522	324	583	438	469	324	429	294	349	417		
V7	(580-650)*						317	485	534	442			
V9		840	555	880	748	755							
V10		638	586	687	646	639	368	563	376	435	552		
V14		527	565	1.793	1.200	771	281	646	513	480	646		
V16		625	537	684	536	590	470	554	508	510	556		

\* Límites establecidos por la industria maltera - cervecera.



proteína. Sin embargo, los promedios generales y regionales muestran que todo el material está ubicado dentro de los rangos requeridos por la industria, excepto el genotipo V16 que se encuentra ligeramente por debajo del límite inferior en extracto y del testigo Quibbenrás que también lo está con relación a las proteínas.

La amilasa potencial fué notablemente influenciada por el efecto de las localidades. La Sabana de Bogotá presentó promedios muy superiores a las del departamento de Boyacá, destacándose los sitios de Tibaitatá y Subachoque donde los promedios de amilasa potencial de Todas las variedades promisorias y testigos comerciales estuvieron dentro de los límites requeridos por la industria. En Boyacá, los promedios de amilasa más altos correspondieron a la localidad de Tunja donde solamente el genotipo V14 y el testigo Mochacá se ubicaron en el exigido.

Considerando estrictamente los promedios generales de los once sitios, solamente los genotipos V9, V10, V14 y V16 serían aptos en contenido de amilasa potencial para ser usados en la industria.

## 5. CONCLUSIONES

- Cinco genotipos promisorios V5, V6, V10, V9 y V16 fueron estadísticamente superiores en rendimiento a los testigos comerciales, presentando adecuada estabilidad promedia y adaptabilidad general a este carácter.
- Los genotipos anteriores además del genotipo V14 presentaron los valores más altos de puntaje y peso de mil granos con alta estabilidad promedio y adaptabilidad general.
- Los genotipos V5, V6, V9 y V10 fueron estables para macollamiento y número de granos por espiga en grado intermedio, logrando un equilibrio entre estos dos componentes para producir alto peso de grano.
- Todos los genotipos promisorios manifestaron reacción moderadamente resistente y bajos niveles de incidencia a las royas amarilla y parda, a las manchas foliares y al BYDV. Ningún genotipo mostró susceptibilidad a las razas de carbones de la espiga prevalentes.
- Los genotipos V5, V9, V16, V10, V13, V14 y V15 resultaron con mayor o igual precocidad que los testigos más tardíos Quibbenrás y "124" Igualmente, estos genotipos presentaron menor altura de planta y menor susceptibilidad al volcamiento que los dos testigos anteriores.
- Los genotipos V6, V10, V5 y V16 fueron clasificados con hábito de crecimiento erecto y semierecto con espiga erecta, mientras que los genotipos V9 y V14 lo fueron de hábito postrado y espiga erecta e inclinada respectivamente.
- A excepción de los genotipos V5, V7, V8 y V15 que manifestaron colores amarillos oscuros, los demás, presentaron colores de grano amarillo claro y amarillo oro brillantes, cutículas rugosas y bien adheridas y tamaño y forma de grano deseable, en especial los genotipos V5, V6, V14, V15 y V8.
- Los genotipos promisorios V6, V5, V9, V10, V14 y V16 tuvieron porcentajes promedios de extracto y proteína que están dentro del rango exigido por la industria. El efecto de las

localidades no fué notable en la expresión de estos dos parámetros, pero sí fué determinante en la expresión de la amilasa potencial. Solamente los genotipos V9, V10, V14 y V16 se podrían considerar aptos en el contenido de amilasa potencial para su uso en cervecería, estos resultados también descartarían los testigos comerciales actuales.

- El comportamiento mostrado por los genotipos V9 y V10 en el proceso de conversión a malta y en los resultados de los análisis químicos efectuados en malta terminada, hacen preveer una buena aptitud de estas dos variedades promisorias para su uso como cebadas malteras.
- Se debe programar en forma inmediata la realización de nuevas pruebas regionales con estos seis genotipos promisorios (V5, V6, V9, V10, V14 y V16) para determinar su estabilidad a las interacciones genotipo por año y genotipo por localidad por año, para completar la información de su comportamiento al efecto total ambiental.

## 6. RESUMEN

La carencia de variedades de cebada aptas, que estabilicen la pérdida de rendimiento causada por las royas y estimule el aumento de la producción nacional hasta el punto de autoabastecimiento, hace necesario intensificar las pruebas de adaptabilidad de materiales promisorios disponibles para acelerar la selección de nuevas variedades mejoradas que solucionen la actual crisis del cultivo.

Se realizaron once pruebas regionales en ambientes representativos de las zonas de producción de los departamentos de Cundinamarca y Boyacá en el primer semestre de 1983, con el objeto de determinar la adaptabilidad de doce variedades promisorias de cebada obtenidas por la Facultad de Agronomía de Bogotá, y los testigos comerciales "124" Surbatá, Mochacá y Quibbenrás.

Se usó el diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro replicaciones y tamaño de parcela de  $4.5 \text{ m}^2$ . En la determinación de los parámetros de estabilidad promedio y adaptabilidad general para las variables rendimiento, puntaje, peso de mil granos y demás componentes de rendimiento se empleó el método propuesto por Eberhart y Russell. Complementariamente se evaluaron reacción e incidencia a enfermedades, caracteres de comportamiento agronómico y caracteres físicos y químicos de calidad industrial.

Los resultados permitieron detectar un grupo de seis variedades promisorias que presentaron rendimientos y valores de los componentes de rendimiento superiores al mejor testigo y que poseen al mismo tiempo adecuada estabilidad promedio y adaptabilidad general y específica en algunos casos.

Este grupo de variedades también manifestó reacción moderadamente resistente y niveles muy bajos de incidencia a las royas y demás enfermedades prevalentes; comportamiento agronómico normal con relación a precocidad, tipo de planta, volcamiento y vaneamiento; características externas de grano favorables y contenidos de extracto y proteínas óptimos. Cuatro de los genotipos alcanzaron los límites de amilasa potencial exigidos para malta.

Por el valor que representa este material como recurso inmediato en la obtención de nuevas variedades comerciales, se debe completar su estudio de adaptabilidad con la realización de nuevas pruebas regionales en el próximo semestre, para determinar su comportamiento a las interacciones genotipo por año y genotipo por localidad por año.

## 7. SUMMARY

### AN ADAPTABILITY STUDY OF BARLEY PROMISSORIES GENOTYPES AT CUNDINAMARCA AND BOYACA DEPARTMENTS.

The absence of varieties of barley that stabilize the losses of yield by rusts makes necessary to increase the adaptability tests of available promissories genotypes to speed up the selection of new varieties which could stimulate our production and possibly, of reach the goal of self — sufficiency.

Eleven regional tests in different environments which are representative of the areas of barley production in the states of Cundinamarca and Boyacá, were conducted the first semester of 1983. Twelve promissories varieties obtained by the Facultad de Agronomía de Bogotá and the commercial controls "124", Surbatá, Mochacá and Quibénrás were evaluated to determine their adaptability.

A complete randomized block design with four replicates was used. The plot size was of 4.5 m<sup>2</sup>. The method proposed by Eberhart and Russell was used to determine the parameters of stability and general adaptability for yield, seed size, a thousand grain weight and the other components of yield. Moreover, incidence of diseases, agronomic characters and physical chemical characteristics for industrial quality were evaluated.

The results allowed to detect a group of six varieties which yield and yield components were higher than the best control and at the same time, showed average stability and specific general adaptability in some cases.

This group of varieties also presented a moderate resistance and low levels of incidence to the rusts and other prevalent diseases; normal agronomic behavior in respect to precocity, type of plant, lodging and seedless; external characteristics of the grain were favorable and the content of extract and proteins were optimum. Four of the genotypes reached the limits of potential amilase required for malt.

Because of the value that genotypes represent as a source of new commercial varieties, it is necessary to complete the study of adaptability by doing new regional test next semester in order to determine their response to the interactions genotype year and genotype — locality in different years.

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. ALLARD, R. W. Roles of genotype and environment in continuous variation. In: Principles of plant breeding. John Wiley, N. Y. pp. 89-98. 1960.
2. ALLARD, R. W.; BRADSHAW, A. D. Implications of genotype environment interactions in applied plant breeding. *Crop. Sci.* 4:503-508. 1964.
3. CAMACHO, L. H. Estabilidad y adaptabilidad de líneas homocigotas de frijol *Phaseolus vulgaris* L. y su aplicación en la selección por rendimiento. *Revista ICA (Colombia)* v. 3 No. 3 p. 165-178. 1968.

4. CASTRO, E.; MARTINEZ, O. Evaluación de 16 variedades de trigo por su estabilidad fenotípica. *Revista ICA (Colombia)* v. 17 No. 3 p. 109-117. 1982.
5. EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop science* v. 6 No. 1 p. 36-40. 1966.
6. ELLIOT, F. C. Fitogenética y mejoramiento de las plantas. Cía. Ed. Continental, Méjico. 1964.
7. FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research* v. 14 No. 6. p. 742-754. 1963.
8. GOLDSWORTHY, P. Adaptación del maíz. Memorias: El mejoramiento del maíz en la década del 70 y el papel del CIMMYT. El Batán. México 1974.
9. MARTINEZ, O.; TORREGROZA, M.; MARTINEZ, R. Estabilidad fenotípica de poblaciones heterocigotas en maíces de clima frío. *Revista Fitotecnia Latinoamericana*. v. 6 No. 2 p. 71-83. 1970.
10. MEKNI, M. S. Effect of tillering on yield and stability of yield in barley, *Hordeum vulgare* L. *Dissertation Abstracts International B*. v. 38 No. 6. p. 2529 B. 1977.
11. ORTEGA, M.; CAVELIER, G.; URDANETA, E. Estabilidad fenotípica y adaptabilidad de 12 líneas promisorias de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en la Sabana de Bogotá y el Valle de Ubaté. Universidad Nacional, Facultad de Agronomía de Bogotá. Tesis. 1984.
12. PLAISTED, R. A. A shorter method for evaluating the ability of selections to yield consistently over locations. *American Potato Journal* v. 37. No. 5. p. 166-172. 1960.
13. PLAISTED, R.; PETERSON, L. A. Technique for evaluating the ability of selections to yield consistently over locations or seasons. *American Potato Journal* v. 36. No. 11. p. 381-385. 1959.
14. RASMUSSEN, D. C.; LAMBERT, J. W. Variety x environmental interactions in barley variety tests. *Crop science* v. 1 No. 4. p. 261-262. 1961.
15. SAEED, M.; FRANCIS, C. A. Yield stability in relation to maturity in grain sorghum. *Crop science* v. 23. P. 683-687. 1983.
16. SPRAGUE, G. F.; FEDERER, W. T. A comparison of variance component in corn yield trials. II Error x variety, Locations x Variety and variety components. *Agr. Jour.* 43:535-641. 1961.
17. TORREGROZA, C. M.; DIAZ, A. C. Respuesta ambiental de 6 variedades de maíz de clima frío. Métodos de mejoramiento genético y estabilidad fenotípica en maíz. *Revista ICA (Colombia)*. v. 14. No. 3 p. 120-140. 1979.
18. VARELA, A. D.; FRANCO, D. T. Adaptabilidad de variedades promisorias de trigo. *Revista ICA (Colombia)* v. 9. No. 3. p. 361-387. 1974.