

RESPUESTA DE MEZCLAS DE VARIANTES DERIVADAS POR SEGREGACION GENETICA EN LA ESPIGA EN DOS GENOTIPOS PROMISORIOS DE CEBADA¹

LUIS E. CASTIBLANCO G.,² JORGE E. GAITAN y DANIEL H. NOVOA³

Resumen. Variantes derivadas por segregación genética del carácter ausencia o presencia de cerumen en la espiga (verde opaca o verde brillante) y la posición de la espiga (Postrada o erecta), fueron mezcladas en diferentes proporciones para determinar el efecto sobre tolerancia a royas, el rendimiento y sus componentes, y en especial sobre los parámetros de calidad maltera de la variedad UNAGRO V-PM6 y línea promisoría PM-10. Se probaron 4 tratamientos mezclas de las variantes espiga brillante y espiga opaca de la variedad UNAGRO V-PM6, y 12 tratamientos de la variantes espiga brillante, espiga opaca erecta y espiga opaca postrada de la línea PM-10.

Los resultados obtenidos indican que no hubo efecto de las mezclas de las variantes sobre variables tolerancia a royas, rendimiento y sus componentes, altura de la planta y comportamiento agronómico general para ninguno de los tratamientos mezclas.

En el caso de las variables de calidad maltera, las 4 mezclas de la variedad UNAGRO V-PM6 fueron superiores estadísticamente en amilasa potencial, y % de extracto a los testigos comerciales 124 y Mochaca, y a la variedad original, siendo las mejores mezclas

las correspondientes a 40% espiga opaca. + 60% espiga brillante y 80% espiga brillante + 20% espiga opaca. El aumento de la proporción de la variante espiga brillante de 7% en que se encuentra en la variedad original, a 80% en la mezcla, elevó el contenido de amilasa potencial por encima del límite inferior de 550 U.E.M. establecido por la industria.

Para la línea promisoría PM-10 el efecto de las mezclas de variantes también fue significativa para las variables amilasa potencial y % de extracto. En general, las mezclas obtuvieron valores superiores a éstos dos parámetros en comparación con los testigos comerciales y a la variedad original.

Las mezclas compuestas por altas proporciones de la variante brillante (50 y 75%) y las proporciones complementarias de la variante espiga opaca erecta (50 y 25%) presentaron los más altos valores en el contenido de amilasa potencial y % de extracto muy superiores al promedio exigido por la industria.

Abstract. Mixtures of variants derived from genetic segregation of light green or dark green spike and erect or nodding spike traits barley UNAGRO V-PM6 variety and PM10 line were evaluated for rusts and other prevalent diseases performance, yield and components, and malt quality parameter such as extract, protein and diastatic power.

The original population of UNAGRO V-PM6 was composed of 7% of light green and 93% of dark green spikes. PM10 line of 51% of light green, 24.5% of dark green erect and 20.3% of dark green nodding. The experiment was conducted at the Marengo Re-

¹ Contribución del Programa de Mejoramiento Genético de la Cebada, en la Facultad de Agronomía de la U.N. sede Santafé de Bogotá. Easado en tesis de grado de J.E.G. y D.H.N. para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

² Profesor Asociado de la Facultad de Agronomía U. Nal de Colombia Santafé de Bogotá. A.A. 14490 Bogotá, Colombia.

³ Anteriormente, estudiantes de la Facultad de Agronomía, U. Nal de Colombia, Santafé de Bogotá.

search Experiment Station located near Bogotá, during the second semester of 1989 and first semester of 1990.

Four mixtures with ratios 20:80, 40:60, 60:40 and 80:20 for light green: dark green spikes were used in UNAGRO V-PM6 variety. Twelve mixtures correspondent to different combinations of ratios 0:25:50:75 among the three variants light green, dark green erect and dark green nodding spikes were used in PM10 line.

The results showed that there were no effects of the variant mixtures over yield and their components and the performance to diseases with respect to original variety and line. In general, all mixtures showed equal or better performance than UNAGRO V-PM6 variety and PM10 line. In relation to malt quality parameters, the four mixtures were statistically higher in extract % and diastatic power (potential amylasa in E.U.M.) than the original UNAGRO V-PM6 (79% extract and 520 U.E.M.) variety and the commercial control "124" and Mochaca varieties. The better mixture was the ratio 80% light green: 20% dark green spikes with 84% extract and 614 U.E.M.

The mixtures with 50 and 75 rates of light green complemented with 50 and 25 rates of dark green erect spikes showed to be higher in diastatic power (626 and 658 (U.E.M.) and percent extract (81.6 and 81.4%) than the original line PM10 (80.2% extract and 599 U.E.M.) and the commercial control "124" and Mochaca varieties.

The percentage of protein did not show variation for mixtures and original variety and line and all were within the industrial requirements ranges.

INTRODUCCION

Como resultado de las investigaciones adelantadas por la Facultad de Agronomía desde el segundo semestre de 1975, específicamente en el campo de control genético, se logró determinar en 1987 la superioridad de las Líneas Promisorias PM-6 y PM-10, con características de moderada resistencia a las royas amarilla y parda, alto rendimiento,

adecuada adaptabilidad y comportamiento agronómico y satisfactoria calidad maltera.

Investigaciones realizadas en 1988 por Medina y González establecieron la existencia de variabilidad genética al interior de estos dos genotipos; manifestada en la presencia de variantes derivadas por segregación mendeliana de los caracteres presencia o ausencia de cerumen en estado verde de la espiga (espiga opaca, o brillante) y posición de la espiga (postrada o erecta). Determinaron que las poblaciones originales de dichos genotipos correspondían a una mezcla de variantes cuya composición natural era la siguiente:

— En la variedad UNAGRO V-PM6 el 92.6% de la población correspondió a la variante verde opaca y el 7.4% a la variante verde brillante; la Línea PM-10 se halló compuesta por un 24.5% de la variante opaca erecta, 20.3% de la variante opaca postrada, 51.2% de la variante verde brillante y 4% de espiga morada. Evaluaron también las relaciones entre estas variaciones genéticas con el rendimiento y sus componentes, el comportamiento de la reacción a las royas amarilla y parda, y la calidad maltera de cada una de ellas.

De acuerdo a las conclusiones del trabajo anterior (Medina y González, 1988) la variedad UNAGRO V-PM6 y la línea PM-10 pueden ser mejoradas en lo referente a la calidad maltera si se estudia la respuesta de mezclas de diferentes proporciones entre las variantes que conforman las poblaciones originales de éstos genotipos. El presente trabajo tiene como objetivo general determinar el efecto que las mezclas de variantes tienen sobre la reacción a las royas amarilla y parda, el rendimiento y sus componentes y en especial sobre la calidad maltera, en la variedad UNAGRO V-PM 6 y la línea promisoría PM-10.

Como objetivo específico se pretende determinar las mezclas que en cada uno de los dos genotipos contribuyan a la máxima ganancia de la calidad maltera, pero que al mismo tiempo conserven los altos niveles de rendimiento y tolerancia a las royas que las poblaciones originales, para beneficio de los agricultores y de la industria maltera.

MATERIALES Y METODOS

Existe una abundante literatura sobre el uso de mezclas de cultivares de variedades (Dziamba y Rachon, 1988; Larribi, Harrabi y Bouslama, 1986; Qualset, 1981; Schubert, Zimmerman y Lau, 1988; y Wolfe, 1985) y especies diferentes (Gacek y Nadziak, 1988; Skadow, 1989), de mezclas de líneas isogénicas en la composición de variedades multilineales (Alejo, 1975; Browning y Frey, 1969; Cho, Lee y Sung, 1988; Koster, Munk y Stolen; Qualset, Schaller y Williams, 1965) de mezclas de líneas no isogénicas en la constitución de variedades compuestas (McDonald, Allard y Webster, 1988) tendientes a probar el carácter benéfico de dichas mezclas en la protección del cultivo de cebada a la incidencia de enfermedades, y aumentar el rendimiento; pero relativamente escasa literatura sobre el empleo de éstas mezclas para mejorar los componentes de rendimiento, la adaptabilidad, el comportamiento agronómico y específicamente la calidad maltera.

Wolfe, (1985), usa el término general mezclas para referirse a combinaciones de variedades, combinaciones de líneas y multilineales de líneas cercanas semejantes para identificar cultivos heterogéneos de especies con características de resistencia a enfermedades. Sugiere que la mayor dificultad radica en la producción de semilla idónea a gran escala y reconstruir la mezcla por lo menos cada dos ciclos de cultivo, utilizando sistemas de mezclas adecuados.

El producto de las mezclas puede ser de mejor calidad que el promedio de sus componentes (Simmonds, 1962) sin embargo no se ha demostrado que se obtenga ni pérdida ni ganancia en calidad maltera con mezclas de cebada; tan solo la calidad de la mezcla se pronostica por el desarrollo de los componentes separados. Al respecto, Dziamba y Rachon, (1988) en mezcla de variedades con grano desnudo y variedades con grano cubierto, en diferentes proporciones, encontró contenidos de proteína en el grano intermedios para la mezcla, entre los valores obtenidos para los dos componentes puros; siendo más alto el contenido de proteína en la variedad desnuda de dos hileras.

El trabajo se realizó durante el segundo semestre de 1989 y el primer semestre de 1990 en el Centro de Investigaciones Agropecuarias Marengo de la Universidad Nacional de Colombia, ubicado en el municipio de Mosquera (Cundinamarca), a una altura de 2.650 msnm., con temperatura promedio anual del 12.9 °C y promedio anual de lluvias de 646 mm.

Los tratamientos o mezclas se realizaron con base al porcentaje del peso de la semilla por surco (5gr/surco). Dentro de la variedad UNAGRO V-PM 6 se escogieron 4 mezclas y dentro de la promisoria PM-10 12 mezclas. La estructura de los 16 tratamientos se muestra en el Cuadro 1.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar en arreglo anidado y cuatro repeticiones, donde las genotipos PM-6 y PM-10 ocuparon las parcelas anidadas y las mezclas de las variantes ocuparon las subparcelas dentro de las parcelas anidadas. El tamaño de las parcelas experimentales fue de seis surcos de 5 m de longitud y distanciados a 0.30 m., las evaluaciones se realizaron en los cuatro surcos centrales. Para los análisis de laboratorio de calidad maltera se empleó un diseño completamente al azar con tres repeticiones, en el cual se adicionaron 4 tratamientos correspondientes a los testigos comerciales "124" y Mochaca, y las poblaciones originales de los genotipos PM-6 y PM-10. En el análisis de laboratorio de calidad se siguió la metodología recopilada por el ICA (4). Las variables evaluadas fueron: Incidencia de roya amarilla y parda a los 60 y 90 días, empleando la escala de Loegering (12) y convertido a coeficientes numéricos de infección (9); rendimiento y componentes de rendimiento (maccollamiento, peso de mil granos, granos por espiga, peso Bushell, longitud de la espiga y puntaje), altura de la planta, y las variables de calidad maltera (% de proteína, amilasa potencial y % de extracto).

RESULTADOS Y DISCUSION

VARIEDAD UNAGRO V-PM 6

Las mezclas de las variantes espiga brillante y espiga opaca en esta variedad no afectaron el comportamiento de la incidencia de

Cuadro 1. Tratamientos experimentales .

Genotipo	Tratamiento No.	Mezcla de variantes			
		% Brillante + % Opaca			
UNAGRO	T1		20	80	
	T2		40	60	
V- PM 6	T3		60	40	
	T4		80	20	
		Mezcla de variantes			
		% Br.	% Op. Er.	% Op. Pos.	
LINEA	T5	0	25	75	
	T6	0	50	50	
	T7	0	75	25	
	T8	25	0	75	
	T9	25	25	50	
	T10	25	50	25	
	PM - 10	T11	25	75	0
		T12	50	0	50
T13		50	25	25	
T14		50	50	0	
T15		75	0	25	
T16		75	25	0	
TESTIGOS DE LABORATORIO DE CALIDAD MALTERA	T17 Variedad comercial 124				
	T18 Variedad comercial Mochaca				
	T19 Población original línea PM 10				
	T20 Población original UNAGRO V - PM 6				

la roya amarilla y parda, la altura de la planta, el rendimiento y sus componentes, en relación con la variedad original (Cuadros 2 y 3). Este resultado parece determinar que la simple asociación de las dos variantes, sin importar el grado de proporción en que se combienen, confiere un alto grado de estabilidad fenotípica tal como lo comprueba la estabilidad manifestada en la práctica por la variedad original UNAGRO V-PM 6, según estudios realizados por Castiblanco y Martínez (1984) y González y Medina (1988).

Las mezclas de las variantes de la Variedad UNAGRO V-PM 6 causaron un aumento significativo de tendencia lineal relacionado con el aumento de la proporción de la variante espiga brillante en la composición de la mezcla sobre los contenidos de amilasa potencial y el % de extracto, situando dichos contenidos dentro del rango de aceptación industrial en el caso de la amilasa potencial (superiores a 550 UEM) y porcentaje de extracto (mayor a 76,5%), en comparación con la variedad original y los testigos comerciales 124 y Mochaca cuyos valores de amila-

sa potencial fueron inferiores al rango de aceptación. El % de proteína de las mezclas se conservó dentro de los límites del rango de aceptación industrial y con valores similares a los testigos comerciales 124 y Mochaca, e inferiores al de la variedad original en forma altamente significativa (Cuadro 4).

Los anteriores resultados permiten recomendar que debe incrementarse la participación de la variante espiga brillante en la composición de la variedad UNAGRO V-PM 6 en proporciones superiores al 40%, para obtener un mejoramiento potencial aproximado del 18% en el contenido de amilasa potencial y de un 5% en el porcentaje de extracto.

LINEA PROMISORIA PM 10

Las mezclas de las variantes espiga brillante, espiga opaca erecta y espiga postrada en esta línea, no afectaron estadísticamente el comportamiento de la incidencia de las royas amarilla y parda, la altura de la planta, el rendimiento y los componentes macolla-

miento, número de granos por espiga, longitud de la espiga, peso de mil granos y puntaje; solo el peso Bushell registró diferencias altamente significativas, indicando que ésta variable se beneficia más de la asociación brillante y opaca erecta, dado que la variante postrada demerita en algún grado el comportamiento del peso Bushell (Cuadros 2 y 3).

Los contenidos de amilasa potencial de las mezclas de las variantes, así como el de la línea original PM 10 se colocaron dentro del límite de aceptación industrial. Sin embargo, las mezclas en las que la participación de la variante espiga brillante era inferior al 50% presentaron contenidos de amilasa inferiores o iguales al de la línea original, mientras que las mezclas en las que la participación de la variante espiga brillante era del 50% y 75% y en asocio específico con la variante espiga opaca erecta presentaron contenidos de amilasa significativamente superiores a la línea original y a los testigos comerciales 124 y Mochaca.

Las mezclas de las variantes de la línea PM 10 afectaron favorablemente aunque no significativamente los porcentajes de extracto, presentando valores por encima del límite de aceptación industrial, de la línea original y del testigo comercial 124. Los porcentajes de proteína de las mezclas de las variantes se conservaron dentro del rango de aceptación industrial, siendo inferiores al de la línea original, y observándose una tendencia a disminuir con el aumento de la proporción de la variante en la mezcla (Cuadro 4).

Los resultados anteriores permiten recomendar dos alternativas para la línea promisoría PM 10: Mantener la proporción de 50% de la variante brillante mezclando el restante 50% o bien con la variante opaca erecta o la variante postrada.

Incrementar la proporción de la variante brillante en proporciones superiores al 50% completando el % restante en asocio específico con la variante opaca erecta.

Cuadro 2. Efecto de la mezcla de variantes de la variedad UNAGRO V-PM 6 y línea PM 10 sobre los coeficientes de infección de roya amarilla y parda en el follaje.

VARIEDAD	Tratamiento No.	Mezcla de variantes		Coeficientes de infección				
		% Brill. +	% Opaca	Roya amarilla		Roya parda		
				60 días	90 días	60 días	90 días	
PM - 6	T1	20	80	0.2125	0.9310	0.5875	22.37	
	T2	40	60	0.3312	1.0250	1.6562	25.75	
	T3	60	40	0.5437	1.5810	1.2000	23.12	
	T4	80	20	0.2437	1.1750	0.6750	28.50	
		% Br.	% Op. Erc	% Op. Pos.				
PM - 10	T5	0	25	75	0.3250	0.7500	0.7620	21.60
	T6	0	50	50	0.325	2.2500	1.1120	28.18
	T7	0	75	25	0.331	0.6310	1.8930	24.62
	T8	25	0	75	0.1620	2.6930	0.6060	28.37
	T9	25	25	50	0.5680	1.5560	1.0680	25.81
	T10	25	50	25	0.2560	0.4250	2.1500	26.03
	T11	25	75	0	0.2370	0.5120	5.2620	28.18
	T12	50	0	50	0.2810	0.9310	1.3560	25.43
	T13	50	25	25	0.5060	1.3120	1.7810	26.50
	T14	50	50	0	0.3930	0.7500	3.5430	24.18
	T15	75	0	25	0.4430	0.7000	4.2310	22.62
	T16	75	25	0	0.3310	0.8810	2.9120	24.37
				48.18	52.63	53.53	8.19	
				c.v. (%)				

Cuadro 3. Efecto de la mezcla de variantes de la variedad UNAGRO V-PM 6 y línea PM 10 sobre el rendimiento y sus componentes, y altura de la planta.

Tratam. No.	Mezcla de variantes		Núm. de collas planta	Núm. granos espiga	Long. de la espiga (cm)	Peso de 1.000 Granos (g.)	Peso Bushell (1b-Bushell)	Puntaje Rendim. (Kg/ha.)	Altura de Planta (cm)		
	% Brill.	% Opaca									
1	20	80	10.85	49.85	6.72	43.97	44.225	85.80	1.645.25	117.60	
2	40	60	11.90	50.65	6.50	41.90	45.620	85.37	2.069.75	118.70	
3	60	40	10.20	48.25	6.47	42.98	44.900	86.25	1.750.50	109.00	
4	80	20	10.85	50.70	6.47	43.41	45.570	85.95	2.294.75	112.69	
Mezcla de variantes											
	% Brill.	% Opa.	er	% pos.							
5	0	25	75	10.20	52.85	7.37	45.66	42.72	83.37	2.053.75	115.94
6	0	50	50	10.85	50.20	6.90	44.49	44.22	86.95	1.639.50	116.69
7	0	75	25	9.95	53.95	7.05	41.49	44.45	80.10	1.761.50	119.19
8	25	0	75	10.60	53.80	7.33	45.74	43.27	83.52	2.175.25	118.50
9	25	25	50	10.15	55.70	7.10	44.33	43.42	84.20	2.292.50	118.96
10	25	50	25	10.75	55.70	7.47	43.57	44.22	84.97	1.999.25	118.26
11	25	75	25	10.05	54.20	6.68	42.41	45.40	77.82	1.860.75	116.19
12	50	0	50	9.90	55.75	7.52	43.66	41.80	80.25	2.023.50	119.81
13	50	25	25	10.35	50.25	6.83	43.16	43.72	83.70	2.151.25	113.48
14	50	50	0	9.55	59.35	7.15	39.90	45.52	82.50	1.743.25	118.44
15	75	0	25	10.20	54.40	7.12	44.16	45.02	84.72	2.414.50	118.50
16	75	25	0	8.90	54.05	6.80	42.41	44.30	82.35	2.169.50	106.06
c.v. (%b)				17.16	8.65	9.08	7.10	2.42	5.05	22.98	7.54

LITERATURA CITADA

- ALEJO, W. Van Der Pahlen. 1975. Yield and stability of mixtures of isogenic lines in barley II, tolerance to *Helminthosporium teres* and drought. Proceeding of international Barley Genetics symposium II. pp 805-807.
- BROWNING, J.A., FREY, K.J. 1969. Multiline cultivars as a means of disease control. Ann. Rev. Phytopatology. 7: 355-382.
- CASTIBLANCO, L.E. y MARTINEZ, O. 1984. Estudios de adaptación de variedades promisorias de cebada en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá en 1983. Revista Agronomía Colombiana. 2(1): 27-52.
- COCA, A., AYALA, G. y FAJARDO, L. 1988. Curso de métodos analíticos de tecnología en cereales menores. ICA Bogotá.
- CHO, C.; LEE, E.; SUNG, Y. 1988. The gene effect of culm length and length using isogenic lines in barley. Korean Journal of crop Science 33 (3) 270-280.
- DZIAMBIA, S.; RACHON, L. 1988. Differentiation of yield components in naked-grained and husked spring barley varieties grown in pure and mixed stands. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roslin 167: 79-85.
- GACEK, E. J.; NADZIAK. 1988. Yield and susceptibility to powdery mildew in cultivar mixtures of winter barley. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roslin 165: 5-14.
- GONZALEZ, S. y MEDINA, J. 1988. Efecto de la variación genética en la espiga de tres variedades promisorias de cebada. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Bogotá.
- ICARDA/CIMMYT. 1989. Results of the 1987-1988 Barley Nurseries. México.
- KOLSTER, P.; MUNK, L.; STOLEN, O. 1989. Disease severity and grain yield in barley multilines with resistance to powdery mildew. Crop science 29 (6) 1459-1463.
- LARRIBI, A.; HARRABI, M. and BOUSLAMA, M. 1986. Stability and yield performance of some Barley hordeum vulgare L. cultivars and mixtures. Rchis. 5(2): 11-14.
- LOEGERING, W.O. 1959. Guía para evaluar royas. CIMMYT. México.

Cuadro 4. Efecto de la mezcla de variantes de la variedad UNAGRO V-PM 6 y línea PM 10 sobre las variables de calidad maltera.

Variedad	Tratam. No.	Mezcla de Variantes		Porcentaje de Proteína (U.E.M.)	Amilasa potencial	Porcentaje de extracto	
		% Brill. +	% Opaca				
PM - 6	T1	20	80	12.33	572.6	81.72	
	T2	40	60	12.56	609.0	80.67	
	T3	60	40	12.33	599.0	80.89	
	T4	80	20	13.10	614.0	83.88	
	T20 Población original PM-6			13.56	520.6	79.22	
Mezcla de variantes							
% Br.+ % Op. Er.+ % Op. Pos.							
PM - 10	T5	0	25	75	12.80	560.00	82.28
	T6	0	50	50	12.56	567.66	81.11
	T7	0	75	25	12.63	588.00	81.09
	T8	25	0	75	12.40	600.66	82.75
	T9	25	25	50	12.70	582.66	80.78
	T10	25	50	25	12.50	573.33	82.27
	T11	25	75	0	12.36	602.00	81.47
	T12	50	0	50	12.56	618.33	84.15
	T13	50	25	25	12.03	569.00	82.49
	T14	50	50	0	12.00	626.33	81.60
	T15	75	0	25	12.06	532.00	80.99
	T16	75	25	0	11.76	658.66	81.37
	T19 Población original PM-10				12.86	599.33	80.25
TESTIGOS COMER.	T17 Variedad comercial 124			12.13	493.30	79.60	
	T18 Variedad comercial Mochaca			11.76	558.00	81.03	
C.V. %				4.41	5.59	2.14	

13. McDONALD, B. A.; ALLARD, R.W. and WEBSTER, R.K. 1988. Responses of two, three and four component Barley mixtures, to a variable pathogen population. *Crop Science*, 28(3): 447-452.
14. QUALSET, C.O. 1981. Barley mixtures: The continuing search for high performance combinations. *Proceeding of international Barley genetics. IV.* 130-137.
15. QUALSET, C.O., SCHALLER, C.W. and WILLIAMS, J.C. 1965. Performance of isogenics lines of Barley as influenced by awn length, linkage blocks, and environment. *Crop Science* (5) 489-494.
16. SCHUBERT, R.; ZIMMERMAN, H.; LAU, D. 1988. Breeding spring barley with a high brewing quality and its use in variety mixtures. *Felwirtschafft* 29(12) 542-544.
17. SIMMONDS, N.W. 1962. Variability in crop plants, its use and conservations. *Biol. Rev. Cambridge Phil. Soc.*, 37: 422-465.
18. SKADOW, K. 1989. Epidemiological studies mildew infection of spring barley cultivars in mixed stands. *Archiv fur phytopathologie and Pflanzenschutz* 25(1) 49-62.
19. WOLFE, M.S. 1985. The current status and prospects of multitorie cultivares and variety mixtures for diseases resistance. *Ann. Rev. of Phytopathology* pp 251-273.