

- 24) PERRIN, D. R. (1958).—The chemical composition of the colostrum and milk of the ewe. *J. Dairy Res.*, **25**: 70-74.
- 25) PINOT, R., y TEISSIER, J. H. (1965).—L'allaitement artificiel des agneaux. II.—Comparison entre différents laits de remplacement et lait de brevis. *Ann. Zootech.*, **14**: 261-278.
- 26) ROMAGOSA, J. A. (1968).—*Ganado lanar*. Veterinaria. Salamanca.
- 27) SANZ ARIAS, R. (1974).—Descripción de un modelo experimental de jaulas para corderos en crecimiento desde el nacimiento hasta los 20 Kg de peso vivo. *An. Fac. Vet. León*, **20**: 119-124.
- 28) SANZ ARIAS, R.; PELÁEZ, R., y GONZÁLEZ, J. F. (1977).—Ingestión de leche, crisis del destete, consumo de alimentos sólidos y crecimiento desde el nacimiento hasta las once semanas en corderos criados artificialmente y destetados a los 25, 30, 35 y 40 días de edad. *A.Y.M.A.*, **28**: 5-15.
- 29) SPEDDING, C. R. W. (1965).—*Sheep production and grazing management*. Baillière. Tindall and Cox. London.
- 30) STEEL, R. G. D., y TORRIE, J. H. (1960).—*Principles and procedures statistics*. Mc Graw-Hill book company., Inc. New York.
- 31) THERIEZ, M.; MOLENAT, G.; DANIEL, M., y AUROUSSEAU, B. (1973).—L'allaitement artificiel des agneaux. III.—Influence de la nature des matières grasses incorporées dans l'aliment d'allaitement. *Ann. Zootech.*, **22**: 185-197.
- 32) THERIEZ, M.; PATUREAU-MIRAND, P., y MOLENAT, G. (1977).—L'allaitement artificiel de l'agneaux. VI.—Comparison de différents teneurs en matières azotées de remplacement. *Ann. Zootech.*, **26**: 297-313.
- 33) WALKER, D. M., y COOK, L. J. (1967).—Nitrogen balance studies with the milk-fed lambs. 4.—Effect of different nitrogen and sulphur balances. *Br. J. Nutr.*, **21**: 237-256.
- 34) WALKER, D. M.; COOK, L. J., y JAGUSCH, K. T. (1967).—Nitrogen balance studies with the milk-fed lambs. 5.—Effect of frequency of feeding. *Br. J. Nutr.*, **21**: 275-287.
- 35) WALKER, D. M., y NORTON, B. W. (1971 a).—Nitrogen balance studies with the milk-fed lambs. 9.—Energy and protein requirements for maintenance, liveweight gain and wool growth. *Br. J. Nutr.*, **26**: 15-29.
- 36) WALKER, D. M., y NORTON, B. W. (1971 b).—The utilization of the metabolizable energy of diets of different protein content by the milk-fed lambs. *J. Agric. Sci.*, **77**: 363-369.

CATEDRA DE AGRICULTURA

(Prof. Dr. A. SUAREZ)

ENSAYOS COMPARATIVOS DE MAICES RICOS EN AMINOACIDOS ESENCIALES (RAE) CON VARIEDADES DE GRANO COMUN (1978, 1979 Y 1980): EFECTO DE LA DENSIDAD Y DEL TIPO DE HIBRIDO SOBRE EL RENDIMIENTO EN GRANO

Por M. Rodríguez*
J. F. González*
A. Suárez

INTRODUCCION

Aunque los cereales proporcionan más del 70 % de la proteína del consumo mundial, son un alimento de bajo contenido proteico y de una mediocre calidad. Desde comienzo de siglo se está intentando mejorar la calidad nutritiva de los cereales, y especialmente del maíz.

Las causas de la pobre calidad de la proteína del grano de este cereal radica, principalmente, en su bajo contenido en lisina y triptófano, aminoácidos que el hombre y los animales monogástricos deben recibir con los alimentos, ya que son incapaces de sintetizarlos.

En el año 1964, investigaciones efectuadas en la Universidad de Purdue, por MERTZ, BATES y NELSON¹⁵, demostraron que un gen singular, el opaco-2, casi podía duplicar el contenido de lisina del grano cuando se incorporaba a un maíz normal. Poco después se descubrió que el gen, harinoso-2¹⁷, también mejora la calidad de la proteína, aunque en menor proporción.

Sin embargo, la investigación puso pronto de manifiesto que el rendimiento de estos maíces ricos en lisina era inferior al que se obtenía con variedades análogas de grano común, lo que era un gran obstáculo para su difusión.

La investigación realizada estos últimos años con maíces RAE ha demostrado que pueden elevarse los rendimientos que se habían obtenido en un principio. Nosotros mismos, en ensayos realizados con híbridos experimentales opaco-2, durante dos años consecutivos^{9, 19} hemos comprobado cómo se han superado,

* Estación Agrícola Experimental (C.S.I.C.). Grulleros (León).
An. Fac. Vet. León., 1983, 29, 235-247.

con algunos de ellos, los rendimientos medios de los híbridos comerciales de grano común más productivos entre los cultivados en esta región.

En este trabajo se pretende continuar en esta línea y valorar diferentes híbridos experimentales opaco-2, comparándolos con otros comerciales de grano común, intentando comprobar el grado de adaptación a nuestras condiciones ambientales y determinar sus rendimientos en grano.

Con este estudio concluimos una serie de ensayos que, durante cinco años consecutivos (1976-80), hemos venido realizando en colaboración con el equipo de los doctores J. L. BLANCO y M. BLANCO, del Instituto de Biología de Barcelona, y en los que se ha puesto de manifiesto el excelente futuro que en nuestro país pueden tener algunos de los híbridos experimentales opaco-2 utilizados, no sólo por los altos rendimientos obtenidos, sino también por la alta calidad biológica de su proteína.

MATERIAL Y METODOS

Durante los tres años se realizaron ensayos homogéneos en cuanto a:

Varietades: Todos los híbridos ensayados de grano RAE (opaco-2) fueron obtenidos y enviados por los doctores BLANCO y colaboradores* del Instituto de Biología de Barcelona. Los de grano común provenían del comercio.

Diseño experimental: En todos los casos se utilizaron bloques al azar con seis repeticiones. Entre cada repetición se dejó un pasillo de dos metros. En los años en que se utilizaron diferentes densidades (1978 y 1979), cada bloque se dividió en tantas partes iguales y homogéneas como densidades se emplearon.

Abonado: De fondo, 225 u/ha del complejo 15-15-15. En cobertera, 225 u/ha de nitrógeno en forma de nitrato amónico cálcico.

Parcela elemental: Está constituida por una hilera, o surco, de cinco metros de longitud, terminada en ambos extremos por «golpes» de plantas (lo que alarga su longitud operativa a seis metros). La distancia entre plantas y entre líneas varió con las densidades.

La metodología de la recolección y las determinaciones analíticas de campo y laboratorio han sido descritas en un trabajo anterior¹⁹.

2. Ensayo de 1978

Objetivo: Estudiar la respuesta en rendimiento de grano de 5 híbridos experimentales de maíz opaco-2 en comparación con 4 comerciales de grano común de ciclos medios y precoces, comprendidos entre los 95 y 110 días de la escala

(*) Trabajos subvencionados por la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica, con el n.º 2208.

USA (ciclos 200 a 500 FAO), a tres densidades de siembra, así como comprobar su adaptación a las condiciones climáticas de la zona.

Los híbridos opaco-2 utilizados habían dado resultados prometedores en años anteriores^{9, 19} en la densidad standard y al ensayarse en distintas densidades podrían darnos una información adicional valiosa.

Localización: Finca «El Espino» de la Estación Agrícola Experimental de León.

Siembra: Se realizó a mano, el 31 de mayo, colocando en cada hilera 11 golpes distanciados entre sí 0.5 m. La separación entre líneas fue de 0,8 m. El número de semillas por hilera, o surco, y su distribución era diferente para cada densidad. Se utilizaron tres densidades diferentes de siembra (A, B y C), correspondientes a 60.000, 75.000 y 90.000 plantas/ha, respectivamente. No se realizó aclareo.

Riego: Se aplicaron 10 riegos abundantes durante el período vegetativo; el primero por aspersión y el resto por pie, espaciados entre sí 7 días, aproximadamente.

Condiciones climatológicas del verano: desfavorables (frío y corto).

Recolección: Del 28 al 30 de noviembre, aunque existían todavía en ese momento bastantes híbridos que, por las adversas condiciones meteorológicas del verano, no habían llegado a madurar.

2. Ensayos de 1979

Objetivo: Evaluar la respuesta de 18 híbridos experimentales opaco-2 en comparación con 6 comerciales de grano común en dos densidades de siembra, así como obtener datos de su adaptación a esta zona. Los ciclos de los maíces utilizados fueron medios y precoces (200 a 500 FAO).

Este ensayo formó parte de una experiencia de evaluación de híbridos a nivel nacional y fue realizado el mismo año en 14 localidades diferentes repartidas por toda España.

Localización: Finca «Marzanas» de la E.A.E., en Grulleros (León).

Siembra: Se realizó a mano, el 17 de mayo. Se emplearon dos densidades de siembra diferentes (1 y 2), correspondientes a 71.000 y 95.000 plantas/ha, respectivamente. La separación entre hileras fue de 0,7 m, y entre golpes varió con la densidad. En todos los casos se pusieron 3 semillas/golpe para asegurar, tras el aclareo, 2 plantas/golpe. La densidad-1 es el 75 % de la densidad-2.

Riegos: Se aplicaron 14 riegos, todos por aspersión, cada 7 días, aproximadamente.

Condiciones climatológicas del verano: Buenas (cálido y prolongado).

Recolección: 20-21 noviembre.

3. Ensayo de 1980

Objetivo: Continuar la evaluación de híbridos experimentales de maíz opaco-2, en comparación con los comerciales de grano común. En este caso se utilizaron 21 híbridos RAE y 4 comerciales, con una única densidad de siembra, para comprobar su adaptación y maduración en nuestras condiciones. Los ciclos empleados fueron los precoces (200 a 400 FAO).

Localización: Finca «El Espino», de la E.A.E. de León.

Siembra: A mano, el 29 de mayo, haciendo 11 golpes en cada hilera, distanciados 0,5 m entre sí y colocando el número adecuado de semillas para obtener una densidad teórica calculada de 75.000 plantas/ha. La separación entre líneas se hizo a 8 m.

Riegos: 15, el primero por aspersión y los restantes por pie.

Condiciones climatológicas del verano: Excelentes (largo y caluroso).

Recolección: El 29 de octubre.

RESULTADOS

En las tablas I, II y III se recogen los rendimientos de maíz en kilogramos de grano seco por hectárea con el 15 % de humedad (medias de seis repeticiones), así como la humedad del grano y las espigas por planta de los diferentes híbridos de maíz que componen los ensayos. En todas las tablas, los híbridos se ordenan por el grado de humedad del grano en el momento de la cosecha.

En la tabla IV presentamos el análisis de la varianza de los rendimientos de los tres años, en la que se utiliza como fuente de variación las densidades, variedades y la interacción densidades \times variedades, así como el coeficiente de variación y las mínimas diferencias significativas.

El ciclo de los híbridos correspondientes a los ensayos de 1979 y 1980 equivalen a los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % de las flores femeninas asoman.

Se considera que el grano está maduro cuando alcanza el 37 % de humedad. A partir de este punto no aumenta la cosecha de grano/ha y solamente se pierde humedad.

En los apartados de materiales y métodos, así como en la discusión, se hace especial hincapié en las condiciones climatológicas del verano en que se desarrolló el experimento, debido a que en nuestra provincia y/o región los veranos pueden ser muy variables o irregulares y tener una influencia decisiva sobre el cultivo y maduración del maíz.

TABLA I
Influencia de la densidad y del tipo de híbrido sobre el rendimiento en grano (kg/ha) en 1978
(Medias de seis repeticiones)

| Híbrido núm. | Nombre comercial | Tipo de grano | Ciclo días | Humedad grano (%) | Espigas por planta | Kg/ha grano 15 % humedad | Índice a su testigo |
|-----------------------------------|------------------|---------------|------------|-------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|
| DENSIDAD «A», 60.000 pl/ha | | | | | | | |
| HC-20 | AE-502 | N | 110 | 39,20 | 1,01 | 4,023 | 79,11 |
| HC-1 | Funk 11A | N | 95 | 40,58 | 0,93 | 2,125 | 41,78 |
| HC-9 | Dekalb-57 | N | 100 | 41,83 | 1,00 | 3,962 | 77,91 |
| H-106 AB | | RAE | 100 | 42,16 | 0,85 | 5,921 | 116,44 |
| HC-4 | Funk G-4384 | N | 110 | 42,91 | 1,12 | 5,085 | 100,00 |
| H-166 B | | RAE | 105 | 43,75 | 0,94 | 5,408 | 106,35 |
| H-265 | | RAE | 100 | 44,08 | 0,99 | 4,947 | 97,28 |
| H-264 | | RAE | 100 | 46,66 | 0,96 | 4,261 | 83,79 |
| H-273 | | RAE | 110 | 54,33 | 1,37 | 4,781 | 94,02 |
| DENSIDAD «B», 75.000 pl/ha | | | | | | | |
| HC-20 | AE-502 | N | 110 | 38,66 | 0,97 | 4,808 | 100,00 |
| HC-1 | Funk 11A | N | 95 | 39,08 | 1,05 | 3,022 | 62,85 |
| H-106 AB | | RAE | 100 | 42,00 | 0,90 | 6,989 | 145,36 |
| H-166 B | | RAE | 105 | 42,91 | 1,04 | 5,199 | 108,13 |
| HC-9 | Dekalb-57 | N | 100 | 43,08 | 0,99 | 3,770 | 78,41 |
| H-265 | | RAE | 100 | 44,08 | 0,99 | 5,898 | 122,67 |
| H-264 | | RAE | 100 | 44,83 | 0,87 | 4,287 | 89,16 |
| HC-4 | Funk G-4384 | N | 110 | 47,66 | 0,95 | 4,018 | 83,56 |
| H-273 | | RAE | 110 | 51,50 | 1,30 | 5,809 | 120,81 |
| DENSIDAD «C», 90.000 pl/ha | | | | | | | |
| HC-1 | Funk 11A | N | 95 | 39,00 | 0,87 | 2,918 | 65,45 |
| HC-20 | AE-502 | N | 110 | 39,78 | 1,04 | 4,430 | 99,37 |
| HC-9 | Dekalb-57 | N | 100 | 40,83 | 0,94 | 3,608 | 80,93 |
| H-106 AB | | RAE | 100 | 41,83 | 0,79 | 7,040 | 157,91 |
| H-265 | | RAE | 100 | 42,83 | 0,94 | 7,468 | 167,51 |
| H-264 | | RAE | 100 | 43,33 | 0,79 | 5,332 | 119,60 |
| H-166 B | | RAE | 105 | 43,83 | 0,90 | 5,360 | 120,23 |
| HC-4 | Funk G-4384 | N | 110 | 47,50 | 0,98 | 4,458 | 100,00 |
| H-273 | | RAE | 110 | 53,16 | 1,22 | 5,974 | 134,00 |

TABLA II
Influencia de la densidad de tipo de híbrido sobre el rendimiento en grano (kg/ha) en 1979
 (Medias de seis repeticiones)

| Híbrido núm. | Nombre comercial | Tipo de grano | Ciclo flor días | Humedad grano (%) | Espigas por planta | kg/ha grano 15% humedad | Índice a su testigo |
|---------------------------------|------------------|---------------|-----------------|-------------------|--------------------|-------------------------|---------------------|
| DENSIDAD 1: 71.000 pl/ha | | | | | | | |
| H-598 | | RAE | 58,5 | 27,78 | 0,91 | 5,927 | 71,98 |
| H-600 | | RAE | 58,5 | 28,67 | 0,93 | 3,673 | 44,60 |
| HC-26 | Blizzar G-188 | N | 59,0 (200 FAO) | 28,78 | 1,03 | 8,234 | 100,00 |
| H-599 | | RAE | 56,3 | 29,00 | 1,10 | 4,628 | 56,20 |
| HC-17 | LG-11 | N | 59,5 (200 FAO) | 31,55 | 1,09 | 5,522 | 67,06 |
| H-601 | | RAE | 58,6 | 33,78 | 0,92 | 7,425 | 90,17 |
| H-265 A | | RAE | 65,0 | 36,00 | 1,38 | 5,006 | 60,79 |
| H-320 | | RAE | 59,5 | 36,44 | 1,38 | 10,083 | 122,45 |
| H-333 | | RAE | 58,5 | 36,78 | 1,37 | 10,642 | 129,24 |
| HC-1 | Funk G-11 A | N | 59,5 (300 FAO) | 36,98 | 0,94 | 3,407 | 41,37 |
| HC-9 | Dekalb-57 | N | 66,8 | 38,56 | 1,02 | 4,988 | 60,57 |
| H-106 BA | | RAE | 61,5 | 38,66 | 1,04 | 5,461 | 66,32 |
| H-338 | | RAE | 65,5 | 41,00 | 1,37 | 10,220 | 124,11 |
| H-307 | | RAE | 62,0 | 41,22 | 1,04 | 8,835 | 107,29 |
| H-708 | | RAE | 62,5 | 41,45 | 1,06 | 9,754 | 118,46 |
| H-305 | | RAE | 62,3 | 41,78 | 1,12 | 8,725 | 105,96 |
| H-264 A | | RAE | 63,3 | 42,78 | 1,48 | 7,387 | 89,71 |
| H-319 | | RAE | 66,6 | 42,89 | 1,14 | 8,570 | 104,08 |
| HC-20 | AE-502 | N | 63,0 | 43,45 | 1,21 | 4,396 | 53,38 |
| H-330 | | RAE | 64,5 | 44,67 | 1,08 | 8,521 | 103,48 |
| H-557 | | RAE | 61,0 | 45,00 | 1,39 | 7,983 | 96,95 |
| HC-4 | Funk G-4384 | N | 62,6 | 45,66 | 1,06 | 4,687 | 56,92 |
| H-702 | | RAE | 61,3 | 45,78 | 1,24 | 6,092 | 73,98 |
| H-406 | | RAE | 69,6 | 45,89 | 1,22 | 7,099 | 86,21 |

DENSIDAD 2: 95.000 pl/ha

| | | | | | | | |
|----------|---------------|-----|----------------|-------|------|--------|--------|
| H-598 | | RAE | 58,5 | 26,33 | 0,98 | 8,634 | 95,14 |
| H-600 | | RAE | 58,5 | 28,56 | 1,11 | 6,019 | 66,32 |
| HC-26 | Blizzar G-188 | N | 59,0 (200 FAO) | 29,44 | 1,04 | 9,075 | 100,00 |
| H-599 | | RAE | 56,3 | 29,45 | 0,99 | 5,298 | 58,38 |
| HC-17 | LG-11 | N | 59,5 (200 FAO) | 31,00 | 1,04 | 5,504 | 60,65 |
| H-601 | | RAE | 58,6 | 32,11 | 0,82 | 8,530 | 93,99 |
| HC-9 | Dekalb-57 | N | 66,8 (300 FAO) | 34,78 | 1,12 | 5,996 | 66,07 |
| H-320 | | RAE | 59,5 | 35,89 | 1,21 | 10,938 | 120,52 |
| H-333 | | RAE | 58,5 | 36,11 | 1,18 | 11,276 | 124,25 |
| H-106 BA | | RAE | 61,5 | 37,56 | 0,92 | 8,310 | 91,57 |
| H-305 | | RAE | 62,3 | 37,89 | 1,00 | 9,186 | 101,22 |
| HC-1 | Funk G-11 A | RAE | 59,5 (300 FAO) | 38,22 | 0,96 | 4,984 | 54,92 |
| H-708 | | N | 65,5 | 38,67 | 0,96 | 11,047 | 121,73 |
| H-265 A | | RAE | 65,0 | 39,78 | 1,34 | 6,162 | 67,90 |
| H-338 | | RAE | 63,5 | 40,78 | 1,13 | 11,532 | 127,07 |
| H-307 | | RAE | 62,0 | 41,00 | 0,88 | 9,697 | 106,85 |
| HC-20 | AE-502 | RAE | 63,0 (500 FAO) | 41,45 | 1,09 | 7,462 | 82,22 |
| H-319 | | N | 66,6 | 42,33 | 1,18 | 8,471 | 93,34 |
| H-264 A | | RAE | 63,3 | 43,22 | 1,28 | 7,996 | 88,11 |
| HC-4 | Funk G-4384 | RAE | 62,6 (500 FAO) | 43,44 | 1,21 | 6,154 | 67,81 |
| H-702 | | N | 61,3 | 44,22 | 1,00 | 6,421 | 70,75 |
| H-406 | | RAE | 69,6 | 45,45 | 1,08 | 8,768 | 96,61 |
| H-557 | | RAE | 61,0 | 46,22 | 1,16 | 10,220 | 112,61 |
| H-330 | | RAE | 64,5 | 47,67 | 0,96 | 8,823 | 97,22 |

TABLA III
Influencia del tipo de híbrido sobre el rendimiento en grano (kg/ha) en 1980
(Medias de seis repeticiones)

| Híbrido núm. | Nombre comercial | Tipo de grano | Ciclo flor días | Humedad grano (%) | Espigas por planta | kg/ha grano 15 % humedad | Índice a su testigo |
|--------------|------------------|---------------|-----------------|-------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|
| H-852 | | RAE | 56,5 | 25,56 | 1,00 | 6,269 | 76,33 |
| H-604 | | RAE | 59,2 | 26,44 | 1,00 | 8,206 | 99,91 |
| HC-57 | Cistrón | N | 59,5 (200 FAO) | 26,55 | 1,14 | 7,619 | 92,76 |
| H-598 | | RAE | 58,5 | 27,56 | 1,10 | 7,451 | 90,72 |
| H-856 | | RAE | 53,8 | 27,56 | 1,01 | 5,009 | 60,98 |
| HC-17 | LG-11 | N | 59,5 (200 FAO) | 28,11 | 1,02 | 6,846 | 83,35 |
| H-789 | | RAE | 56,0 | 28,55 | 0,98 | 5,607 | 68,26 |
| H-824 | | RAE | 58,0 | 29,11 | 1,02 | 7,196 | 87,61 |
| HC-19 | INTRA-260 | N | 60,0 (200 FAO) | 29,56 | 1,00 | 8,213 | 100,00 |
| H-969 | | RAE | 59,0 | 30,22 | 0,99 | 7,863 | 95,73 |
| H-860 | | RAE | 56,6 | 30,22 | 1,03 | 7,977 | 97,12 |
| H-970 | | RAE | 58,8 | 30,33 | 1,06 | 7,864 | 95,75 |
| H-859 | | RAE | 56,1 | 31,34 | 0,89 | 5,371 | 65,39 |
| HC-9 | Dekalb-57 | N | 67,0 (400 FAO) | 33,11 | 0,95 | 7,592 | 92,43 |
| H-861 | | RAE | 56,0 | 33,56 | 0,89 | 6,355 | 77,37 |
| H-862 | | RAE | 56,1 | 33,56 | 0,94 | 6,424 | 78,21 |
| H-708 | | RAE | 65,3 | 33,56 | 1,00 | 7,587 | 92,37 |
| H-333 | | RAE | 58,3 | 35,22 | 1,05 | 8,269 | 100,68 |
| H-814 | | RAE | 61,5 | 35,56 | 1,00 | 7,289 | 88,74 |
| H-863 | | RAE | 58,5 | 36,00 | 1,05 | 6,674 | 81,26 |
| H-320 | | RAE | 59,8 | 36,11 | 1,04 | 8,495 | 103,43 |
| H-338 | | RAE | 63,6 | 36,89 | 1,04 | 8,533 | 103,89 |
| H-557 | | RAE | 65,8 | 37,33 | 1,02 | 8,326 | 101,37 |
| H-815 | | RAE | 64,3 | 39,00 | 0,94 | 5,103 | 62,13 |
| H-330 | | RAE | 64,5 | 40,89 | 1,05 | 6,242 | 76,00 |

TABLA IV
Análisis de la varianza de los rendimientos

ENSAYO 1978

| Fuente de variación | Valor «F» |
|---|-----------|
| Densidades | 5,61* |
| Variedades | 29,49*** |
| Interacción densidades × variedades | 2,11* |
| Densidades: M.D.S. 5 %: 449 kg/ha M.D.S. 1 %: 639 kg/ha C.V.: 21,61 | |
| Variedades: M.D.S. 5 %: 622 kg/ha M.D.S. 1 %: 822 kg/ha C.V.: 19,44 | |

ENSAYO 1979

| Fuente de variación | Valor «F» |
|---|-----------|
| Densidades | 185,37*** |
| Variedades | 32,67*** |
| Interacción densidades × variedades | 1,57* |
| Densidades: M.D.S. 5 %: 230 kg/ha M.D.S. 1 %: 360 kg/ha C.V.: 10,01 | |
| Variedades: M.D.S. 5 %: 1.008 kg/ha M.D.S. 1 %: 1.333 kg/ha C.V.: 16,46 | |

ENSAYO 1980

| Fuente de variación | Valor «F» |
|---|-----------|
| Variedades | 5,71*** |
| Variedades: M.D.S. 5 %: 1.275 Kg/ha M.D.S. 1 %: 1.685 Kg/ha C.V.: 15,63 | |

* Significativo 5 %.
** Significativo 1 %.
*** Significativo 0,1 %.

DISCUSION

1. Ensayo de 1978

Ninguno de los híbridos experimentales llegó a la maduración, y sólo unos pocos alcanzaron el borde de la maduración (humedad del grano entre 37 y 41 %) por las adversas condiciones del verano (frío y corto).

En el análisis de la varianza (tabla IV) se puede ver cómo el ensayo fue significativo respecto a densidades ($P = 0,05$), variedades ($P = 0,001$), y hubo interacción positiva densidades \times variedades ($P = 0,05$).

Los rendimientos obtenidos (tabla I) son bastante bajos en las tres densidades, principalmente por la razón climatológica antes aducida. En general se nota un ligero incremento de los rendimientos al aumentar la densidad de siembra. A pesar de todo, los rendimientos medios de los híbridos experimentales opaco-2, en las tres densidades, fueron superiores al de los comunes o comerciales, si bien estos últimos tuvieron un nacimiento muy irregular y su densidad real fue inferior al de los RAE.

En cuanto al comportamiento individual, 2 híbridos opaco-2 en la densidad A, 4 en la B y 5 en la C superaron a los respectivos comerciales de grano común más productivos.

2. Ensayo de 1979

Gran parte de los híbridos ensayados maduraron o llegaron al borde de la maduración debido, en gran parte, a las buenas condiciones climatológicas durante el cultivo y a la buena adaptación de los mismos.

El análisis de la varianza (tabla IV) fue altamente significativo en cuanto a densidades y variedades ($P = 0,001$). La interacción densidades \times variedades también fue positiva ($P = 0,05$).

Los rendimientos medios fueron superiores en los maíces de grano RAE en ambas densidades. Así, los RAE pasaron de 7.557 kg/ha en la densidad 1 (71.000 pl/ha) a 8.740 kg/ha en la densidad 2 (95.000 pl/ha), y los de grano común, de 5.026 kg/ha a 6.529 kg/ha.

En cuanto a los rendimientos individuales (tabla II), en la densidad 1, 8 híbridos opaco-2 fueron superiores al común más productivo (Blizzar G-188: 8.234 kg/ha) en porcentajes desde 3,48 a 29,24 %. Por lo que respecta a la densidad 2, 7 RAE sobrepasaron al comercial de más rendimiento (Blizzar G-188: 9.075 kg/ha) en cantidades porcentuales de 1,22 a 27,07 %.

Destacaron, superando al mejor testigo de grano común, con diferencias altamente significativas en las densidades 1 y 2, los híbridos RAE: H-338, H-333, H-708 y H-320, que alcanzaron, en la densidad 2, valores iguales o superiores a los 11.000 kg/ha, de media.

En general, y en nuestras condiciones, se observa un incremento significativo de los rendimientos en todos los híbridos al pasar de 71.000 a 95.000 plantas/ha.

Comparando estos resultados con los obtenidos por otros autores con híbridos opaco-2, MARIANI¹¹, en Italia, comprueba también que el aumento de la densidad de plantas conduce a incrementos notables en la producción de grano, logrando unos rendimientos semejantes a los nuestros, aunque la densidad máxima utilizada por este autor fue de 69.000 pl/ha. Por otra parte, LORENZONI y col.¹², en experimentos en 7 localidades del norte de Italia, con dos densidades (51.000 y 69.000 pl/ha), sólo obtiene incrementos significativos en 3 de ellas. Sin embargo, las medias fueron superiores en las densidades altas. Los rendimientos obtenidos concuerdan con los nuestros.

Otros autores, como GUPTA y KOVACS¹⁰, también obtienen incrementos significativos de los rendimientos al pasar de 40.000 a 80.000 pl/ha. Por otro lado, GOLDSWORTHY y col.⁷ obtienen rendimientos máximos con 150.000 pl/ha, y SINGH²⁰ con 100.000 pl/ha. Por el contrario, GÓMEZ⁸, con densidades entre 40.000 y 60.000 pl/ha, nos indica que el rendimiento no fue significativamente afectado por la densidad.

Por su parte, GERVY⁵, en experimentos con maíces de grano común, obtiene que la población de 75.000 a 85.000 pl/ha es la más productiva. FLANNERY³, con maíces del mismo tipo, obtiene rendimientos significativamente más elevados, en dos años consecutivos, con una densidad en torno a las 92.000 pl/ha, densidad muy semejante, en la cual nuestros rendimientos también fueron máximos, aunque los obtenidos por éste son muy superiores a los nuestros.

En cualquier caso, siempre se ha de tener en cuenta que el número de plantas por unidad de área debe ajustarse a la fertilidad del suelo y al aporte de agua¹¹.

3. Ensayo de 1980

Este ensayo fue altamente significativo ($P = 0,001$), obteniéndose una buena maduración de todos los híbridos y unos rendimientos individuales excelentes (tabla III), aunque algo inferiores a los del año anterior.

La media de los 21 híbridos RAE (7.053 kg/ha) fue ligeramente inferior a la de los de grano común (7.567 kg/ha); sin embargo, 4 híbridos opaco-2 fueron capaces de superar, aunque ligeramente, al comercial más productivo (INRA 260: 8.213 kg/ha).

Sobresalen en este ensayo los híbridos H-338 (8.533 kg/ha), H-320 (8.493 kg/ha), H-557 (8.326 kg/ha) y el H-333 (8.269 kg/ha), que ya habían destacado el año anterior.

Los rendimientos en grano de los 21 híbridos opaco-2 experimentados fueron de 60,98 a 103,89 % del mejor híbrido de grano común. VASAL y col.²¹, trabajando con 10 híbridos opaco-2, en 17 lugares diferentes, comprueban que los

rendimientos de estos híbridos fueron del 84 al 104 % del híbrido de grano común más productivo. La cifra superior señalada por estos autores es semejante a la obtenida por nosotros en este ensayo. Por otra parte, MISOVIC y col.¹⁶, comparando híbridos opaco-2, en 2-3 densidades y en 3-5 años, obtienen rendimientos de 86,8 a 94,8 % de los mejores normales.

Otros autores^{2, 18} también encuentran que la incorporación del gen opaco-2 mejora la calidad de la proteína, pero reduce el rendimiento del grano en un 10-20 %. Por el contrario, BRETELER¹, GEVERS⁶ y FRANCIS y col.⁴ obtienen mayores rendimientos con la incorporación del gen opaco-2.

El comportamiento general de nuestros híbridos experimentales durante 1979 y 1980 fue bastante similar al observado por MAGGIORE y col.¹³ en ensayos realizados en 4 localidades del norte de Italia, durante 2 años y con 25 híbridos de ciclos medios y medios-tardíos.

CONCLUSIONES

1. En los dos primeros años (en que se experimentaron densidades de siembra) hubo interacción positiva ($P = 0,05$) entre variedades y densidades.
2. Los rendimientos medios de los híbridos RAE fueron prácticamente iguales (ensayo de 1980) o superiores (ensayos de 1978 y 1979) al promedio de los híbridos comerciales testigos de grano común.
3. Los híbridos RAE: H-338, H-320 y H-333 (que se repiten en los ensayos de 1979 y 1980) igualaron al mejor híbrido comercial testigo de grano común (ensayo de 1980) o superaron al mejor testigo comercial de grano común, con diferencias significativas ($P = 0,01$) en ambas densidades (ensayo de 1979).

RESUMEN

Durante los años 1978, 1979 y 1980 se comparan los rendimientos en grano de diferentes híbridos experimentales opaco-2 (RAE) en relación con distintos híbridos comerciales de grano común. En 1978 y 1979 se estudia, además, el efecto de diferentes densidades de siembra sobre la producción.

COMPARATIVE TRIALS BETWEEN CORN RICH IN ESSENTIAL AMINO ACIDS (RAE) AND NORMAL KERNELS (1978, 1979 AND 1980): EFFECT OF PLANT DENSITIES AND HYBRID TYPE ON GRAIN YIELD

SUMMARY

A study has been carried out during three years (1978, 1979 and 1980), comparing the grain yields of differents hybrid opaque-2 in relationship with

normal kernels. During 1978 and 1979 was studied the effect of plants density on grain yield.

BIBLIOGRAFIA

- 1) BRETELER, H. (1976).—Nitrogen fertilisation, yield and protein quality of a normal and high-lysine maize variety. *J. Sci. Ed. Agric.*, **27**: 978-982.
- 2) DECAU, J. (1970).—Effets comparés de l'irrigation et de la fumure azotée sur les productions qualitative et quantitative de maïs de variétés différentes. I Rendements en grain. *Ann. Agro.*, **21** (4): 335-349.
- 4) FRANCIS, C. A.; ALVAREZ, L.; SARRIÀ, V.; PINSTRUP-ANDERSON, P. (1972).—Yields and acceptability of opaque 2 maize in the tropics of Colombia. *Agronomy Abstracts*, 190.
- 5) GERVY, R. (1982).—Rentabilité et production maximale des principales céréales. *Fertilisants et Agriculture*, **83**: 31-37.
- 6) GEVERS, H. O. (1979).—High lysine maize in South Africa. Breeding progress. Technical Communication, Department of Agriculture and Technical Services, South Africa, **142**: 33-36.
- 7) GOLDSWORTHY, P. R.; PALMER, A. F. E.; SPERLING, D. W. (1974).—Growth and yield of lowland tropical maize in Mexico. *J. Agric. Sci.*, **83** (2): 223-230.
- 8) GÓMEZ, J. E. (1976).—Effects of genotype, environment, nitrogen fertilization, and plant population on grain yield, endosperm crude protein, lysine and tryptophan content of Zea mays L. *Dissertation Abstracts International*, **B**, **37** (2): 552.
- 9) GÓNZÁLEZ, J. F.; RODRÍGUEZ, M.; SUÁREZ, A. (1981).—Ensayos comparativos de maíces ricos en aminoácidos esenciales (RAE) con variedades de grano común (1977). I Rendimiento en grano y contenido en lisina. *Zootecnia*, **30** (4-5-6): 87-92.
- 10) GUPTA, D.; KOVACS, I. (1975).—Effect of population density on the performance of opaque-2 maize and their normal analogues. *Maize Genetics Cooperation News Letter*, **49**: 8-9.
- 11) JUNGHEIMER, R. W. (1981).—Maíz. *Varietades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas*. Limusa, México: 841.
- 12) LORENZONI, C.; MAGGIORE, T.; AMIGONI, M. L.; MOTTO, M.; SALAMINI, F. (1974).—Ibridi opaco-2 in Italia Sttentrionale. VIII Influenza della densità di coltivazione sul comportamento di ibridi a elevata produttività. *Annali Ist. Sperim. Cerealicoltura*, **V**: 185-190.
- 13) MAGGIORE, T.; LORENZONI, C.; AMIGONI, M. L.; COPPOLINO, F.; SALAMINI, F. (1974).—Ibridi opaco-2 in Italia Settentrionale. VII Prove di confronto fra i migliori ibridi 1973 e 1974. *Annali Ist. Sperim. Cerealicoltura*, **V**: 191-195.
- 14) MARIANI, G. (1977).—Efectos que tiene el nitrógeno y la densidad de plantas sobre el rendimiento de grano y el contenido proteico y la calidad de un maíz híbrido opaco-2. En: *Seminario Internacional CIMMYT-Purdue sobre maíz de alta calidad proteínica*. Limusa, México: 489-495.
- 15) MERTZ, E. T.; BATES, L. S.; NELSON, O. E. (1964).—Mutant gene that changes protein composition and increase lysine content of maize endosperm. *Science*, **145**: 279-280.
- 16) MISOVIC, M.; JELENIC, D.; PESEV, N.; TRIFUNOVIC, V. (1978).—Breeding of maize for improved protein quality and high yield of grain. In: *Maize breeding and genetics. Section 9. Abstracts of demonstration papers*. New York, USA. John Wiley and Sons.: 761.
- 17) NELSON, O. E.; MERTZ, E. T.; BATES, L. S. (1965).—Second mutant gene affecting the amino acid pattern of maize endosperm proteins. *Science*, **150**: 1469-1470.
- 18) PALIL, A. F.; TSYGANASH, V. I. (1980).—Study of the effect of the gene opaque-2 on the economic and biological characteristics of maize. *Bul. Akad. Stiince RSS Mold., Ser. Bioli khim.n.*, **2**: 19-26.
- 19) RODRÍGUEZ, M.; GÓNZÁLEZ, J. F.; SUÁREZ, A. (1978).—Ensayos comparativos de maíces ricos en aminoácidos esenciales (RAE) con variedades de grano común (1976). I Rendimiento en grano y contenido en lisina. *An. Fac. Vet. León*, **24**: 161-167.
- 20) SINGH, B. N.; JOGINDER, S. (1977).—Development and evaluation in an opaque-2 maize composite at three plant population densities. *Grop Sciencie*, **17** (4): 515-516.
- 21) VASAL, S. K.; ORTEGA, A.; PANDEY, S. (1979).—Population improvement and varietal development in CIMMYT's maize program. *Proceedings of the Caribbean Food Crops Society*, **15**: 59-78.