

# OBTENCION DE HIBRIDOS DE MAIZ CON TOLERANCIA A TOXICIDAD DE ALUMINIO

Ricardo Magnavaca, Elto Eugenio Gomes e Gama \*, Antonio F. C. Bahia Filho \*\* y Fernando T. Fernandes \*\*\*

## RESUMEN

Un grupo de líneas seleccionadas per se y en top-cross para tolerancia a toxicidad de aluminio, con base en ensayos de campo en suelo ácido en solución nutritiva, fue utilizado en la obtención de híbridos duplos con tolerancia a aluminio. Fue evaluado si la productividad y estabilidad de producción de híbridos tolerantes a aluminio plantados en suelos más fértiles, sería compatible con híbridos comerciales de menor tolerancia. La tolerancia a aluminio fue evaluada en solución nutritiva conteniendo 222 u mol Al litro<sup>-1</sup> y 45 u mol P litro<sup>-1</sup>. La productividad y estabilidad de los híbridos fueron evaluados en ensayos plantados en suelos de cerrado recuperados y de cultivo usualmente utilizados para maíz en: Sao Gotardo (MG), Coromandel (MG), Sete Lagoas (MG), Goiania (GO) y Londrina (PR). Los híbridos duplos (20) tolerantes a aluminio se originaron del cruzamiento de 10 híbridos simples diferentes con dos híbridos simples testigos comunes, tolerantes a aluminio HS1 y HS2, obteniendo y formando dos grupos de 10 híbridos duplos. La productividad media de los 10 híbridos duplos obtenidos con HS1 para las cinco localidades fue de 7.152 Kg/ha de mazorcas deshojadas. Cuando el testigo fue HS2 se obtuvo 8.297 Kg/ha. La media de los cuatro testigos comerciales CARGILL 111 s, DINA 3030, AGROCERES 401 y PIONEER 6875 fue de 7.769 Kg/ha. La mayor productividad obtenida en los híbridos tolerantes a aluminio fue de 8.370 Kg/ha y, dentro de los cultivos, 8.050 Kg/ha. Los cruzamientos con HS1 presentaron en promedio, valores superiores de crecimiento relativo de raíz seminal (CRRS) en solución nutritiva con aluminio al ser comparados con los cruzamientos de HS2. Los mejores cruzamientos de HS1 fueron HD 7 y HD 9 con CRRS de 130 y 107% respectivamente, en tanto que los HS2 fueron HD 14 (92%) y HD 15 (76%).

Los testigos mostraron valores de 61% para DINA 3030, 48% para CARGILL 111 s y 16% para PIONEER 6875. Los híbridos HD 15 y HD 14, oriundos del crecimiento con HS2, presentaron las mayores productividades (8.870 y 8.712 Kg/ha, respectivamente) y estabilidad de producción del tipo que responde a la mejoría del ambiente. Los híbridos HD 7 y HD 9 presentaron productividades más bajas (6.616 y 7.081 Kg/ha, respectivamente), pero de acuerdo con las productividades más bajas de los cruzamientos de HS1 en relación a HS2.

Los resultados indican la posibilidad de obtención de cruzamientos específicos superiores para tolerancia a aluminio a partir de líneas seleccionadas para tolerancia a aluminio. Para lo cual, la técnica de solución nutritiva descrita se mostró eficiente en la identificación de estos cruzamientos. No fue constatada una posible correlación negativa entre productividad y alta tolerancia a aluminio, y esta tolerancia puede ser incorporada a genotipos de alta productividad y estabilidad de producción.

Terminos para indexación: Solución nutritiva, productividad, estabilidad.

\* Ing. Agrs, Ph. D. Investigador de EMBRAPA/CNP Maíz y Sorgo—Cx. Postal 151—35700, Sete Lagoas—MG.  
\*\* Ing. Agr. D. S. Investigador de EMBRAPA/CNP Maíz y Sorgo—Cx. Postal 151—35700, Sete Lagoas—MG.  
\*\*\* Ing. Agr., M. Sc. Investigador de EMBRAPA/CNP Maíz y Sorgo—Cx. Postal 151—35700, Sete Lagoas—MG.

La expansión del cultivo de maíz en suelos ácidos del Brasil, principalmente en los suelos bajo vegetación "de cerrado", trae la necesidad de que se desarrollen cultivares que permitan productividad y estabilidad de producción compatibles con una exploración económica y de menores riesgos para los agricultores.

Aunque el cultivo de maíz en suelos de cerrado haya sido precedido de prácticas de corrección del suelo y mejora del nivel de fertilidad, la obtención de híbridos de mayor productividad aliados a una mejor tolerancia a la toxicidad de aluminio sería un avance tecnológico deseable. Esto por que para obtenerse producciones máximas, la saturación de aluminio en el suelo debería ser menos del 45<sup>o</sup>o, según Kampratt (1972) o 25<sup>o</sup>o según Olmos y Camargo (1976). Por otro lado, la neutralización de acidez en camas más profundas (15-30 cm) se muestra problemática (EMBRAPA, 1978). Estos mismos híbridos deberían también posibilitar producciones máximas cuando sean cultivados en suelos de mayor fertilidad o cerrados recuperados, considerando que los 1,8 millones de Km<sup>2</sup> de suelos bajo vegetación de cerrado son variables en cuanto al pH, P, K, materia orgánica, saturación de aluminio, capacidad de intercambio de cationes y micronutrientes (Lopes y Cox, 1977).

La variabilidad del maíz para tolerancia a aluminio ya ha sido demostrada en líneas, poblaciones e híbridos brasileros (BAHIA et al., 1978; NASPOLINI et al., 1981; MAGNAVACA, 1982; FURLANI y HANNA, 1984; LOPES et. al., 1984; FULANI et. al., 1984). Una posible correlación negativa entre la producción de granos y tolerancia a aluminio, fue detectada por MAGNAVACA (1982). La selección recurrente en un compuesto de maíz para producción de granos en suelo conteniendo aluminio, aumentó la frecuencia de genotipos intermedios en cuanto a la tolerancia.

A partir de líneas que se mostraron muy tolerantes en evaluaciones en suelos ácidos (NASPOLINI et. al., 1981) y solución nutritiva (MAGNAVACA, 1982), fueron obtenidos híbridos experimentales de maíz, como el CMS 201 x que mostró alta tolerancia a aluminio en solución nutritiva (FURLANI y HANNA, 1984; LOPES et. al., 1984). Este híbrido en cambio, se mostró no competitivo con híbridos comerciales cuando se lo evaluó en suelos más fértiles (MAGNAVACA et. al., 1986). Este grupo de líneas tolerantes sirvió, con toto, en la formación de híbridos simples de prueba de un nuevo grupo de líneas, donde se buscó obtener cruzamientos productivos en suelos ácidos, en suelos de cerrado recuperados o suelos naturalmente fértiles, y tolerantes a aluminio cuando se los evaluó en solución nutritiva.

Un grupo de veinte de estos híbridos experimentales de maíz y algunos híbridos comerciales, serán evaluados en cuanto a tolerancia a aluminio en solución nutritiva y en ensayos plantados en suelos fértiles o cerrados recuperados. Se busca evaluar si la productividad y estabilidad de los híbridos tolerantes a aluminio, cuando sean plantados en suelos más fértiles, serían compatibles con la de los híbridos comerciales de menor tolerancia.

## MATERIALES Y METODOS

### a. Experimentos en solución nutritiva.

Las semillas fueron tratadas con fungicida (CAPTAN) y enrolladas en papel toalla humedecido para su germinación, y mantenidas en ambiente humedecido con agua aireada. Después de siete días, las plántulas más uniformes y sin daños en las raíces, fueron transferidas a una placa de plástico perforada y desarrolladas en una solución nutritiva conteniendo 222 u mol Al litro<sup>-1</sup> en la fórmula KA1 (SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>. La solución nutritiva y la técnica para el crecimiento de las plantas fueron descritas por FURLANI y CLARK (1981), MAGNAVACA (1982) y CLARK (1982).

La composición de la solución nutritiva fue en u mol litro<sup>-1</sup> 10900, NO<sub>3</sub>-N, 3500 Ca, 2300 K, 1300 NH<sub>4</sub>-N, 850 Mg, 590 Cl, 580 S, 45 P, 25 B, 9,1 Mn, 2,29 Zn, 0,83 Mo, 0,63 Cu, y 77 Fe. como Fe. HEDTA. El p H fue ajustado inicialmente para 4,0 ± 0,1. Se adicionó agua diariamente para mantener el volumen de la solución. Se utilizaron bandejas con ocho litros de solución de tratamiento y 49 plantas por bandeja.

Los experimentos fueron montados en invernadero, sin iluminación artificial, con control de temperatura para mantenerla entre 25° y 35° C.

Cuando las plántulas fueron transferidas a la solución tratamiento, se midió el largo inicial de la raíz seminal. Las plantas se desarrollaron por 8 días en la solución nutritiva y cuando el experimento finalizó se midió el largo final de la raíz seminal. El largo relativo de la raíz seminal (CRRS), usado en la evaluación de tolerancia a aluminio, fue obtenido por la división del largo final de la raíz seminal por el inicial, y transformado en porcentaje en relación al crecimiento inicial. Este parámetro fue lo indicado por MAGNAVACA (1982) para medir tolerancia a aluminio en maíz, en solución nutritiva.

En la evaluación de híbridos simples y dobles se utilizó el diseño de bloques al azar con tres repeticiones, con parcelas de 21 plantas. Fueron evaluados 12 híbridos simples y 20 híbridos doblesexperimentales, además de los testigos comerciales.

## b. Evaluación de campo

Los experimentos fueron conducidos en Sao Gotardo (MG), Coromandel (MG) Sete Lagoas (MG), Goiania (GO), y Londrina (PR). Las localidades escogidas poseen suelos de cerrado recuperado y usualmente utilizados para cultivo de maíz. Se utilizó el diseño experimental de latice 5 x 5 cuádruplo. Los tratamientos estuvieron constituidos por 20 híbridos duplos experimentales del Centro Nacional de Investigación de Maíz y Sorgo, seleccionados para adaptación a suelos de cerrado, originados del cruzamiento de 10 híbridos simples diferentes con dos híbridos simples testigos comunes, tolerantes a aluminio HS1 y HS2, formando dos grupos de 10 híbridos duplos descritos en la tabla 4. Cinco testigos completaron los 25 tratamientos.

Las parcelas estuvieron formadas por cuatro líneas de cinco metros de largo, como parcela neta las dos centrales (50 plantas). La plantación fue efectuada en espaciamiento de 1,0 x 0,20 m, procurándose obtener, después de la resiembra una población de 50.000 plantas/ha. Todos los ensayos fueron abonados de acuerdo con la recomendación de análisis de suelos.

Se analizó el peso de las mazorcas transformando a Kg/ha, y en el análisis de estabilidad se utilizó el método propuesto por EBERHART y RUSSEL (1966). En este método, se estima para cada tratamiento el coeficiente de regresión lineal (b) de su rendimiento en función de un índice ambiental y los desvíos de la regresión lineal (S<sup>2</sup> d).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los híbridos simples y los híbridos duplos fueron evaluados en dos ensayos, en solución nutritiva conteniendo 222 u mol Al litro<sup>-1</sup>. Los análisis de variancia para los ensayos de híbridos simples y duplos se muestran en la tabla 1. Hubo efectos significativos para tratamientos en ambos ensayos (P < 0,01) y los experimentos tuvieron alta precisión. Demuestra la variabilidad para tolerancia a aluminio entre los tratamientos y el valor de la variable medida en la discriminación para tolerancia.

En el ensayo de híbridos simples, el crecimiento relativo de la raíz seminal (CRRS), en porcentaje, varió de 49°/o a 105°/o con una media de 81°/o (Tabla 2). Tolerancia en este nivel puede ser considerada alta, comparable a valores obtenidos por MAGNAVACA (1982) para líneas tolerantes y poblaciones tolerantes relatadas por LOPEZ et. al., (1984), utilizándose estas mismas concentraciones de Al (222 u mol litro<sup>-1</sup>) y de fósforo (45 u mol litro<sup>-1</sup>). Consistencia en la discriminación para tolerancia en genotipos de maíz usándose concentraciones de metodología semejantes, han sido reportadas también por FULANI y HANNA (1984).

Las líneas que participan de los híbridos simples constantes de la secuencia de HS10 a HS100 fueron seleccionadas con base al cruzamiento con HS1, donde se procuró seleccionar aquellas que permitieran mayor producción de los híbridos triples en suelos ácidos, fértiles y mayor tolerancia en solución nutritiva (MAGNAVACA et. al., 1986). Así mismo, los cruzamientos simples se mostraron bastantes variables en

torno a la media, evidenciando la importancia de las combinaciones específicas para tolerancia. Esto encuentran justificativo en el tipo de acción génica encontrado por MAGNAVACA (1982) para explicar la variación genética para el carácter tolerancia a aluminio donde a pesar de los efectos aditivos que explicaren la mayor parte de variación genética, los efectos de dominancia fueron siempre significativos.

A pesar que los híbridos simples HS1 y HS2 presentaron tolerancia a aluminio semejante (83 y 86% de CRRS, respectivamente) ellos tienen algunas características muy diferentes. El HS1 consiguió desarrollar un número muy grande de radículas en solución nutritiva con 220 u mol de Aluminio lo que no ocurre con HS2. En evaluación de campo aunque ellos tienen ciclos semejantes, el HS1 tiene porte más alto y productividad más baja y el HS2 presenta alta prolificidad. Estas diferencias son importantes para explicar el comportamiento de los híbridos oriundos de sus cruzamientos (Cuadro 3).

Los híbridos duplos oriundos del cruzamiento con HS1 mostraron en promedio, tolerancia superior a los dos cruzamientos con HS2 (68% para 55%). Los mayores porcentajes para CRRS fueron de los cruzamientos con HS1, HD7 (130%) y HD 9 (107%), y de los cruzamientos con HS2, HD 14 (92%) y HD 15 (76%). Las tolerancias de HD 7, HD 9 y HD 14 fueron altas comparadas con la de los híbridos comerciales DINA 3030 (61%), CARGILL 111 s (48%) y PIONEER 6875 (16%). Estos resultados, para los testigos, están concordantes con los datos reportados por FURLANI et. al., (1984) para los mismos híbridos. La tolerancia encontrada fue de intermedia a baja en la secuencia DINA 3030, CARGILL 111 s y PIONEER 6875. El híbrido Ag 401, por el mismo trabajo, mostró tolerancia semejante al CARGILL 111 s.

El aspecto relativo a la importancia de las combinaciones específicas para tolerancia a aluminio quedó evidenciado nuevamente en los datos del Cuadro 3, cuando se comparó por ejemplo, la tolerancia de HD 7 (HS 70 x HS1) y HD 17 (HS70 x HS2). La variación para tolerancia es bidireccional, dependiendo de la combinación específica de los híbridos simples.

En el Cuadro 4 se presentan las producciones medias de peso de mazorcas (Kg/ha) en cada una de las cinco localidades. Las productividades fueron altas, especialmente en Sao Gotardo (MG), con el C. V. de los ensayos variando de 5,69% al 15,57%. Con excepción de Goiania (GO), hubo efectos significativos para tratamientos ( $P < 0.01$ ) en las demás localidades. En estas los datos fueron consistentes en cuanto a la mayor productividad de los híbridos duplos oriundos de los cruzamientos con HS2 en relación a HS1. En ningún caso, el cruzamiento de un híbrido simple con el híbrido simple probado HS1, fue más productivo que cuando fue cruzado con HS1. Esto demuestra la consistencia con que los híbridos simples HS2 aumenta la productividad de los cruzamientos.

El análisis conjunto de las medias de las cinco localidades (Cuadro 5) mostró efecto significativo para localidades, tratamientos, interacción localidades x tratamientos, localidades lineales y localidades lineales x tratamientos ( $P < 0,01$ ). Este análisis permitió estimar el coeficiente de regresión lineal (b) y los desvíos de regresión lineal ( $S^2 d$ ). Por este modelo, un cultivar es considerado estable cuando presenta alto rendimiento medio, b no significativamente diferente de la unidad y valor de  $S^2 d$  no significativo. El peso medio de mazorca en las cinco localidades, coeficiente de regresión lineal (b), y desvíos de regresión lineal ( $S^2 d$ ) de los 25 tratamientos, son presentados en el Cuadro 6.

La productividad media de los 10 híbridos duplos obtenidos con HS1 fue de 7.152 Kg/ha y con HS2, de 8.297 Kg/ha. La media de los cuatro testigos comerciales CARGILL 111 s, DINA 3030, AGROCERES 401 y PIONEER 6875, fue de 7.770 Kg/ha. La mayor productividad media obtenida en los híbridos experimentales fue de 8.870 Kg/ha y dentro de los testigos 8.050 Kg/ha. Se verificó baja variabilidad entre los híbridos oriundos de los cruzamientos con HS1. Hubo también una nítida tendencia para los cruzamientos con HS2 superiores a la unidad. Esto significa que los híbridos derivados de HS1 presentan poca sensibilidad a oscilaciones de ambiente y los derivados de HS2 responden a la mejora del ambiente.

Considerando los conceptos de estabilidad y adaptabilidad, definidos por EBERHART y RUSSEL (1966). Los híbridos más indicados serían HD 15, HD 20 y HD 13, y entre los testigos, el DINA 3030. Los híbridos HD 14 y HD 19 presentaron alta productividad pero comportamiento previsible, el HD 14

responde a ambientes más favorables y el HD 19 a ambientes menos favorables. Los híbridos HD 4 y HD 9 mostraron comportamiento previsible y oscilaron poco en ambientes desfavorables, pero presentaron baja productividad en relación a los cruzamientos con HS2.

Asociándose los datos del Cuadro 6 con los del Cuadro 3, se verificó que entre los híbridos más tolerantes a aluminio medido por el CRRS, o sea, HD 7 (130<sup>o</sup>/o), HD 9 (107<sup>o</sup>/o), HD 14 (92<sup>o</sup>/o) y HD 15 (76<sup>o</sup>/o), los dos primeros están entre el grupo de los menos productivos en los ensayos de campo en suelos de cerrado recuperados o de cultivo sin problemas de toxicidad de aluminio y los dos restantes entre los más productivos. Esta baja productividad de HD 7 y HD 9, no debe ser atribuida a su alta tolerancia a aluminio, pues todos los cruzamientos con los híbridos simples HS1 presentaron bajas productividades en relación al grupo oriundo de HS2, conforme demuestra la media de los cruzamientos de HS1 y HS2, y se mostraron bastante uniformes entre sí por la prueba de DUNCAN aplicado en las medias.

Los híbridos duplos HD 14 y HD 15, principalmente el primero consiguen asociar, en un mismo genotipo, alta productividad y respuesta favorable a la mejora del ambiente a un nivel alto de tolerancia a aluminio. Esta constatación no confirma la posible correlación negativa entre productividad y alta tolerancia a aluminio detectada por MAGNAVACA (1982).

Los resultados de este trabajo demostraron que la tolerancia a aluminio puede ser incorporada en genotipos de alta productividad y estabilidad de producción, competitivos con híbridos comerciales seleccionados para suelos más fértiles. No en tanto, para la obtención de estos híbridos, es necesario que durante el desarrollo del programa, desde la fase de evaluación de las líneas, los genotipos sean evaluados en suelos ácidos, suelos fértiles y probados en cuanto a tolerancia a aluminio conforme a lo reportado por MAGNAVACA et. al., (1986). En este aspecto de tolerancia a aluminio, la técnica de solución nutritiva utilizada en este trabajo se mostro eficiente, pues permitió aislar la tolerancia a Al de otros factores de adaptación que confundían la evaluación en suelos ácidos.

El lanzamiento comercial de los híbridos duplos experimentales HD 14 y HD 15 posibilitarían la mejora de la productividad de maíz en suelos bajo vegetación de cerrado, independiente de la correlación o mejora de la fertilidad ya efectuada en este suelo, pues poseen condiciones de mejor ajuste a las condiciones de recuperación o variaciones naturales de características de suelos existentes en estas regiones.

## CONCLUSIONES

1. En la selección de híbridos tolerantes a aluminio se debe explorar la posibilidad de obtención de cruzamientos específicos superiores, a partir de líneas seleccionadas para tolerancia.
2. La técnica de evaluación de tolerancia a aluminio en solución nutritiva, se ha mostrado eficiente.
3. No fue constatada una posible correlación negativa entre productividad de maíz y alta tolerancia a aluminio.
4. La tolerancia a aluminio puede ser incorporada a genotipos de alta productividad y estabilidad de producción.
5. La combinación de selección en condiciones de suelo ácido, fértil y solución nutritiva en la evaluación de tolerancia a aluminio, permite la obtención de híbridos que mejoran la productividad en suelos bajo vegetación de cerrados, por permitir adaptación más amplia a las variaciones naturales o de nivel de recuperación de suelos de esta región.

**CUADRO 1** Análisis de variancia para crecimiento relativo de raíz seminal (CRRD) de la evaluación de híbridos simples e híbridos duplos experimentales de maíz en solución nutritiva conteniendo 222 u mol Al litro<sup>-1</sup>. Sete Lagoas 1985'

Fuente de variación	G. L.		Cuadrado medio	
	Híb. Simples	Híb. Duplos	Híb. Simples	Híb. Duplos
Bloques	2	2	0,0010	0,0168
Tratamientos	11	23	0,0791**	0,1770**
Residuos	22	46	0,0039	0,0172
C. V. (°/o)			3,43	8,23

\*\* Significativo al nivel de 1°/o de probabilidad.

**CUADRO 2** Crecimiento relativo de raíz seminal (°/o) de la evaluación de híbridos simples experimentales de maíz en solución nutritiva conteniendo 222 u mol Al litro<sup>-1</sup>. Sete Lagoas, 1985.

Híbrido Simples	CRRS (°/o)
HS 10	76 cd
HS 20	49 e
HS 30	68 d
HS 40	91 b
HS 50	83 bc
HS 60	56 e
HS 70	89 b
HS 80	91 b
HS 90	105 a
HS 100	94 ab
HS 1	83 bc
HS 2	86 bc
Media	81

Diferencias mínimas significativas (Duncan 5°/o)

**CUADRO 3 Crecimiento relativo de raíz seminal (°/o) de la evaluación de híbridos duplos experimentales de maíz en solución nutritiva conteniendo 222 u mol Al litro<sup>-1</sup> Sete Lagoas. 1985.**

Híbrido Duplo	Cruzamiento	CRRS (°/o)
HD 1	HS 10 x HS1	61 cd
HD 2	HS 20 x HS1	36 de
HD 3	HS 30 x HS1	42 de
HD 4	HS 40 x HS1	70 bcd
HD 5	HS 50 x HS1	61 cd
HD 6	HS 60 x HS1	46 de
HD 7	HS 70 x HS1	130 a
HD 8	HS 80 x HS1	73 bcd
HD 9	HS 90 x HS1	107 ab (1)
HD 10	HS 100 x HS1	58 cd 68
HD 11	HS 10 x HS2	36 de
HD 12	HS 20 x HS2	40 de
HD 13	HS 30 x HS2	51 cde
HD 14	HS 40 x HS2	92 abc
HD 15	HS 50 x HS2	76 bcd
HD 16	HS 60 x HS2	51 cde
HD 17	HS 70 x HS2	39 de
HD 18	HS 80 x HS2	50 de
HD 19	HS 90 x HS2	56 cde
HD 20	HS 100 x HS2	59 cd 55
Exp 21		57 cde
Cargill 1115		48 de
Dina 3030		61 cd
Pioneer 6875		16 e 45
<b>Media</b>		<b>59</b>

Diferencias mínimas significativas (Duncan 5°/o).  
 Media de los grupos separados para la línea punteada.

CUADRO 4 Peso de mazorcas (Kg/ha) de híbridos duplos experimentales de maíz, Q M de tratamientos ajustados y del error, media, coeficiente de variación, de ensayos instalados en cinco localidades. 1985-1986.

Híbrido	Cruzamiento	Peso de Mazorca (Kg/ha)				
		S. Gotardo	Coromandel	S. Lagoas	Goiania	Londrina
HD 1	HS 10 x HS1	11362	6844	5235	4924	6977
HD 2	HS 20 x HS1	10174	6135	5833	6438	6961
HD 3	HS 30 x HS1	10767	6809	6909	6367	7011
HD 4	HS 40 x HS1	10086	6449	5717	6245	6720
HD 5	HS 50 x HS1	10914	7243	5224	6167	6952
HD 6	HS 60 x HS1	10231	6916	6253	5627	7072
HD 7	HS 70 x HS1	9652	6275	5072	5676	6307
HD 8	HS 80 x HS1	10621	6416	6235	6209	6839
HD 9	HS 90 x HS1	10672	6554	5340	6040	6801
HD 10	HS 100 x HS1	10646	6612	5933	5074	7485
HD 11	HS 10 x HS2	12597	6879	6530	5847	8080
HD 12	HS 20 x HS2	12246	6259	7101	6095	8291
HD 13	HS 30 x HS2	12217	7760	7117	6083	7714
HD 14	HS 40 x HS2	13220	7795	7107	6824	8612
HD 15	HS 50 x HS2	13463	7704	7993	6619	8570
HD 16	HS 60 x HS2	13809	7304	6395	6139	7843
HD 17	HS 70 x HS2	11757	1497	6439	5924	7775
HD 18	HS 80 x HS2	12722	6898	7532	7000	7177
HD 19	HS 90 x HS2	12000	6922	7521	7598	8850
HD 20	HS 100 x HS2	12287	7585	6548	7175	8443
Exp. 21		10742	6248	6160	6517	5947
Cargill 111 s		12377	6989	6264	5874	7583
Dina 3030		12416	6958	6576	6888	7026
Ag 401		11018	6539	5996	5418	7253
Pioneer 6875		13156	6458	7241	6216	7177
Media		11650	6862	6411	6199	7419
Q. M. Trat. (Aj.)		5491257**	943927**	2423181**	1152258	2213796**
Q. M. error		429160	2906227	996882	894284	647180
C. V. %		5,69	7,86	15,57	15,25	10,84

Significativo al nivel de 1% probabilidad.

CUADRO 5. Peso medio de mazorca (1) (kg/ha), coeficiente de regresión lineal (2) y desvíos de regresión lineal (3) (S<sup>2</sup>) de híbridos experimentales de maíz probados en cinco localidades. 1985-1986.

Fuente de Variación	G. L.	Cuadrado Medio
Localidades (L)	4	126881000**
Repeticiones /L	15	302500
Tratamientos (T)	24	1876030**
L x T	96	319029**
Localidades (lineal)	1	507516000**
Localidades (lineal) x T	24	608349**
Desvíos combinados	75	213806
Error medio	280	163407
C. V.		10,49 %

1. Híbridos de maíz (Duroc 5) (kg/ha)  
 2. Regresión lineal (R<sup>2</sup>)  
 3. Desvíos de regresión lineal (S<sup>2</sup>)  
 4. Media por grupo separada por localidad.

CUADRO 6 Peso medio de mazorca (1) (Kg/ha), coeficiente de regresión lineal (2) ( $\delta$ ) y desvios de regresión lineal (3) ( $S^2d$ ) de híbridos experimentales de maíz probados en cinco localidades. 1985-1986.

Híbrido duplo	Producción media	$\delta$	$S^2 d$
HD 1	7068 j	1,12 + 0,12	150941
HD 2	7108 j	0,77 + 0,08	- 20512
HD 3	7573 j	0,79 + 0,06*	- 77711
HD 4	7143 j	0,74 + 0,09	1879
HD 5	7300 j	0,93 + 0,15	293527*
HD 6	7220 j	0,78 + 0,07	- 59558
HD 7	6616 k	0,79 + 0,08	- 14607
HD 8	7264 j	0,84 + 0,04*	- 129047
HD 9	7081 j	0,91 + 0,09	- 2042
HD 10	7152 (4) 7150 j	0,93 + 0,12	139205
HD 11	7987 fgh	1,19 + 0,07	- 52266
HD 12	7998 fgh	1,09 + 0,15	294328*
HD 13	8178 defg	1,03 + 0,10	37019
HD 14	8712 ab	1,16 + 0,04*	-132525
HD 15	8870 a	1,17 + 0,10	62595
HD 16	8298 de	1,40 + 0,03*	-147009
HD 17	7678 i	1,05 + 0,07	- 65514
HD 18	8266 def	1,08 + 0,15	312095*
HD 19	8578 bc	0,87 + 0,14	248946
HD 20	8297 8408 cd	0,99 + 0,09	4274
Exp. 21	7123 j	0,86 + 0,15	315170*
Cargill 111s	7817 hi	1,17 + 0,03*	-139363
Dina 3030	7969 gh	1,09 + 0,11	77103
Ag 401	7245 j	0,98 + 0,06	- 86952
Pioneer 6875	7641 8050 efgh	1,25 + 0,14	250015
Media	7708		

- 1 Diferencia mínima significativa (Duncan 5<sup>o</sup>/o)
- 2 Prueba T, al nivel 5<sup>o</sup>/o, significativamente diferente de 1
- 3 Prueba F, de los niveles de 5 y 1<sup>o</sup>/o, significativamente mayor que el error medio
- 4 Media dos grupos separados pelo tracejado.