

 CIAT

66801

COLECCION HISTORICA

CIMMYT - CIAT
PROGRAMA MAIZDESARROLLO DE UNA TECNICA PARA EVALUAR LA TOLERANCIA
EN MAIZ A SUELOS ACIDOS Y ESTUDIO DE SU HERENCIARamiro Urrea G
Hernan Ceballos
Shivaji Pandey

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue desarrollar una técnica que permitiera discriminar genotipos tolerantes a suelos ácidos, identificar las características que mejor se correlacionen con rendimiento en campo, y determinar los efectos genéticos en maíz de la expresión de dicha tolerancia. Cinco variedades de maíz tolerantes a suelos ácidos, dos susceptibles y sus respectivos cruzamientos dialélicos fueron evaluados en campo, potes y solución nutritiva. La información se analizó con base en el análisis III de Eberhart y Gardner, en donde los ambientes fueron aleatorios y los genotipos fijos. En solución nutritiva los genotipos fueron crecidos en 185 micromoles de Al y 45 ppm de P. En potes los tratamientos fueron suelo fértil de Palmira, subsuelo de Santander de Quilichao con 85% Sat Al y subsuelo de Carimagua con 90% Sat Al, en ensayo de campo con 45, 55 y 70% de Sat de Al. En solución nutritiva y en campo el diseño utilizado fue bloques completos al azar con dos y seis repeticiones, respectivamente. En potes el diseño fue el de parcelas divididas con tres repeticiones. Las características medidas en plantulas individuales fueron: Longitud relativa de raíz seminal en solución nutritiva, longitud de raíz seminal principal, longitud de raíz seminal secundaria, número de raíces seminales secundarias, longitud de tallo, longitud total de la planta, peso seco de tallo, peso seco de raíz, peso seco total, abundancia de raicillas en potes y rendimiento en campo. Los resultados de este estudio indican que efectos genéticos aditivos y no aditivos están involucrados en la expresión de la tolerancia, siendo los efectos genéticos aditivos relativamente más importantes. En potes las variedades 90SA3, 90SA4 y CMS36 presentaron los mayores efectos de A C G para largo de tallo (AP), longitud de raíz seminal principal (LRSP) y longitud de raíz seminal secundaria (LRSS). Un segundo experimento fue llevado a cabo durante 1993B utilizando diez variedades en solución nutritiva, en potes (subsuelo de S. Quilichao 11 y 66% Sat Al) y Subsuelo de Carimagua (11 y 46% de Sat Al) y en campo a través de cinco ambientes en suelos ácidos, bajo diferentes condiciones de estrés por Al. Las modificaciones introducidas en la evaluación en potes aumentaron la eficiencia de la técnica, permitiendo discriminar más eficientemente entre tolerantes y susceptibles. Las variables longitud de tallo (AP), peso fresco de raíz (PFR), longitud de raíces seminales secundarias (LRSS) y abundancia de pelos radicales (AR) en potes, se muestran como las más promisorias.

SUMMARY

Two experiments were carried out to test and improve a pot technique for evaluating tolerance in maize to soil acidity in greenhouse conditions. The technique uses pots (2 Kg soil capacity) where seedlings are grown for a period of about two weeks. Acid soils from Santander de Quilichao and Carimagua were used. Several variables were measured and the best ones selected for a rapid, easy and unexpensive method to separate tolerant and susceptible genotypes. The first experiment consisted of an evaluation of a set of diallel crosses among 8 parents (two of them known to be susceptible to acid soils). The second experiment included ten experimental varieties including two susceptible checks. In both experiments all the genotypes were evaluated under field conditions, in nutrient solutions and in pots. Results suggest that the pot technique efficiently distinguishes tolerant from susceptible genotypes. Correlations between the best variables in the pot evaluation and field yield ranged from 0.45 to 0.55. No significant genotype x soil interaction was observed in the second experiment, suggesting that the technique would be appropriate using different types of acid soils. The soils used should provide an edaphic stress strong enough to allow the expression of tolerance but not to the extreme where tolerance is suppressed. A stress ranging from 55 to 65% Al tolerance is recommended.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
DOCUMENTACION

021463

5661 AON 70

Estudiante de posgrado Universidad Nacional de Colombia A.A. 237, Palmira

Ph.D. Investigador Asociado Programa Suramericano de Maíz CIMMYT

Representante del CIMMYT Región Andina y Asia

INTRODUCCION

En los tropicos el 42% de area, aproximadamente 2050 millones de hectareas, esta ocupada por suelos oxisoles, ultisoles o inceptisoles, con 48% en America, 35% en Africa y 17% en Asia. En Colombia se estima que el 57% del area, es decir aproximadamente 67 millones de hectareas, estan ocupados por oxisoles y ultisoles (Sanchez y Salinas, 1981). Estos suelos acidos son caracterizados por una fertilidad deficiente, bajo pH, pobre capacidad de intercambio cationico, altos niveles de aluminio soluble y algunas veces de manganeso, y alta fijacion de fosforo.

En la mayoria de los cereales, los danos por exceso de aluminio ocurren aparentemente primero en las raices. Las raices afectadas crecen menos, son menos abundantes y no se ramifican normalmente, las puntas se desintegran y se tornan color cafe (Reid, 1976).

Se han desarrollado diferentes tecnicas de evaluacion para determinar la tolerancia relativa al aluminio de diferentes especies y genotipos. Estos incluyen, ademas de evaluaciones en campo, pruebas en potes con suelos acidos en invernadero (Borgonovi et al, 1987, Foy et al, 1987, Ahlrichs et al, 1990) y en soluciones nutritivas (Konzak et al, 1976, Rhue and Grogan, 1977, Magnavaca et al, 1987a y 1987b, Lima et al, 1992).

Las evaluaciones en campo consumen tiempo y la respuesta de la planta a Al y otros factores adversos son frecuentemente afectadas por la heterogeneidad del suelo. Los coeficientes de variacion resultan ser consecuentemente, demasiados altos.

El desarrollo de tecnicas que permitan obviar o reducir las evaluaciones de

campo es, por lo tanto, muy deseable. Se han realizado numerosos trabajos en soluciones nutritivas. El problema de las mismas es que solo controlan uno de los factores que limitan el crecimiento de las plantas en suelos ácidos. Existen muchos otros factores (pH, P, Mn, Ca, fertilidad, textura del suelo, disponibilidad de agua, etc) que también actúan y que determinan interacciones muy complejas.

Existen muy pocos estudios en maíz que permitan comparar las diferentes metodologías con los resultados obtenidos en campo.

El objetivo del presente estudio fue desarrollar una técnica en potes que permita discriminar la tolerancia a suelos ácidos en maíz e identificar cuáles características se correlacionan mejor con rendimiento a campo para seleccionar los genotipos más tolerantes a acidez. Se busca además determinar efectos genéticos en la expresión de la tolerancia.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

2.1 Experimento 1

En este estudio se utilizaron cinco variedades experimentales de maiz tolerantes a suelos acidos del programa de mejoramiento de CIMMYT (SA3, SA4, SA5, SA6, SA7) y dos susceptibles (Tuxpeño Selección Sequia C6, Pool 26 Susceptible a Sequia) y la poblacion CMS 36 tolerante a suelos acidos proveniente de Brasil, fueron apareadas en un sistema dialelico en el semestre B de 1991 en el Centro Internacional de Agricultura Tropical- CIAT- Palmira. Las variedades parentales y sus cruzamientos se evaluaron en campo, potes y solucion nutritiva durante 1992 y 1993 B. Los ambientes se consideraron aleatorios y los genotipos como efectos fijos. La informacion se analizo con base en el analisis III de Eberhart y Gardner.

En solucion nutritiva, los genotipos fueron crecidos en 185 μ moles de Al y 45 ppm de P, en potes los tratamientos fueron (suelo fertil de Palmira, subsuelo de Santander de Quilichao con 85% Sat Al, y subsuelo de Carimagua con 90% Sat Al). Los ensayos de campo se realizaron en Villavicencio, Carimagua, S de Quilichao y Brasil con 45, 55, y 70% de Sat de Al. En solucion nutritiva y en campo el diseño utilizado fue bloques completos al azar con dos y seis repeticiones respectivamente. En potes el diseño fue el de parcelas divididas con tres repeticiones. Las características medidas en plantulas individuales fueron: Longitud relativa de raiz seminal (LRRS) en solucion nutritiva, longitud de raiz seminal principal (LRSP), longitud raiz seminal secundaria (LRSS), numero de raices seminales secundarias (NRSS), longitud de tallo (AP), longitud total de la planta (LTot), peso seco de tallo (PST), peso seco de raiz (PSR), peso seco total (PSTot), abundancia de raicillas (AR), medida en forma visual en potes y rendimiento en campo.

2.2 Experimento 2

Un segundo experimento utilizando seis variedades experimentales tolerantes a suelos ácidos de CIMMYT (CIMCALI 88SA3, CIMCALI 91SA3, CIMCALI 91SA5, CIMCALI 91SA6, CIMCALI 91SA7, CIMCALI 91SA8) fue llevado a cabo en solución nutritiva, potes y en campo durante 1993 B. En algunos ensayos de campo se utilizaron como testigos los genotipos susceptibles Tuxpeño y Pool 26. Así mismo en los ensayos de potes y solución nutritiva se utilizaron además como testigos tolerantes a suelos ácidos las variedades Brasileñas CMS30 y CMS36. Los genotipos fueron plantados en solución nutritiva y en campo a través de cinco ambientes en suelos ácidos, bajo diferentes condiciones de estrés por Al. En ensayos de potes, se evaluaron en subsuelos de S de Quilichao 11 y 66% Sat Al (BASA y ASA, respectivamente) y (11 y 46% Sat Al (BASA y ASA, respectivamente) para Carimagua. Un diseño de B C A fue utilizado en solución nutritiva y en campo con tres y seis repeticiones, respectivamente. En potes se usaron parcelas divididas con seis repeticiones. Las características medidas en las plántulas fueron las mismas que las del experimento número uno para cada ensayo.

RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 EXPERIMENTO 1

Los resultados que se presentan en la Tabla 1, muestran que la A C G para longitud relativa de raíz seminal (LRRS), en solución nutritiva contribuyó con un 74% del total de la suma de cuadrados, indicando mayor importancia de los efectos genéticos aditivos para esta característica. La longitud relativa de raíz seminal promedio fue superior en un 18% para los genotipos tolerantes con relación a los susceptibles (1.37 vs 1.16 cm), siendo esta diferencia significativa.

La A C G mostró diferencias altamente significativas en potes, mientras que la A C E presentó diferencia altamente significativa para LRRS en Quilichao (Tabla 1). Del total de la suma de cuadrados para cruzamientos la A C G explicó el 72% de la variación para AP tanto en Quilichao como en Palmira. En el caso de LRSP y LRSS en Quilichao la A C G contribuyó con el 58 y 52%, respectivamente, por lo que tuvieron similar importancia. En general los mayores valores promedios se presentaron en los padres tolerantes a suelos ácidos 90 SA3 y CMS 36 comparado con los susceptibles Tuxpeño y Pool 26.

En el análisis combinado del rendimiento en campo (Tabla 2), las interacciones padres por ambiente y padres vs cruzamiento por ambiente indicaron consistencia en el comportamiento de los padres y en los efectos promedios a través de ambientes. La interacción A C G por ambiente fue altamente significativa para rendimiento, indicando que el comportamiento promedio relativo de los padres fue diferente en cada ambiente. La interacción de A C E por ambiente no fue significativa para rendimiento, sugiriendo estabilidad de la

expresion de heterosis en los diferentes ambientes. Los cruzamientos entre padres tolerantes fueron superiores en promedio que entre tolerantes por susceptibles y que entre susceptibles para rendimiento en campo, potes y solucion nutritiva.

En ensayo en campo los cruzamientos que involucraron a CMS 36 como padre presentaron altos valores de heterosis promedio (28 %) para rendimiento. Los genotipos 90SA3, 90SA4 y CMS 36 presentaron los mayores efectos de A C G. En general efectos grandes y significativos de A C G para AP, LRSP, y LRSS en los genotipos anteriormente mencionados estuvieron asociados a altos rendimientos promedios y efectos negativos y significativos en los susceptibles Tuxpeño y Pool 26 a bajos rendimientos (Tabla 3). Rendimiento presento la mejor correlacion con Largo de tallo ($0.57, P \leq 0.01$), longitud de raiz seminal secundaria ($0.561, P \leq 0.01$), en subsuelo de Quilichao (datos no presentados), mostrandose como las mejores características para discriminar genotipos tolerantes a suelos acidos en ensayo de potes seguido por longitud relativa de raiz seminal (LRSS) medida en solucion nutritiva ($0.520, P \leq 0.01$).

3.2 EXPERIMENTO 2

En el analisis de varianza combinado a traves de suelos (Tabla 4), todas las variables mostraron diferencias altamente significativas entre suelos ($P \leq 0.01$), excepto AR que alcanzo significancia de solo ($P \leq 0.05$), y PFR que no presento diferencias. Todas las variables, sin excepcion, mostraron diferencias altamente significativas entre genotipos. Finalmente solo se observo significancia en la interaccion genotipo x suelo para LRSS, Ltot ($P \leq 0.01$) y LRSP ($P \leq 0.05$). La ausencia de interaccion genotipo x suelo en las restantes

variables evaluadas indica, que el comportamiento de los ocho genotipos tolerantes fue similar en los suelos de Carimagua y Santander de Quilichao, sugiriendo que la misma tecnica podria ser efectiva usando otros suelos acidos

Los genotipos tolerantes en subsuelo de Quilichao y Carimagua (BASA) Tabla 5, presentaron los mayores valores promedios comparado con los susceptibles para PFR (3.74 vs 3.37 g), AP (41.1 vs 37.8 cm), LRSS (24.2 vs 23.5 cm), NRSS (8.06 vs 7.83), PST (0.65 vs 0.57 g), PSR (0.35 vs 0.33 g), Ltot (65.3 vs 61.3 cm), PSTot (1.00 vs 0.90 g) De la misma manera los genotipos tolerantes presentaron en promedio mayor cantidad de pelos radicales (menor calificacion), que los susceptibles (2.85 vs 3.52) Esta misma tendencia entre genotipos se presento para los subsuelos de Quilichao y Carimagua (A S A), pero esta diferenciacion entre genotipos tolerantes y susceptibles no fue tan clara como en suelos B A S A. Estos resultados son similares a los hallados en el Experimento 1

CONCLUSIONES

- Suficiente variabilidad genética existe en maíz para la tolerancia a los suelos ácidos. Efectos genéticos aditivos y no aditivos están involucrados en la expresión de LRSS en solución nutritiva (74 y 26% respectivamente), en potes para AP en Palmira (73 y 27%), AP (72 y 28%), LRSP (58 y 42%), y LRSS (52 y 48%) en suelo de Quilichao, así como para rendimiento en campo (89 y 11%, respectivamente)
- Las variedades 90SA3, 90SA4, y CMS36 presentaron, en general, efectos de A C G positivos y significativos para AP, LRSP, y LRSS evaluados en potes. Estos valores estuvieron asociados con altos rendimientos en las evaluaciones a campo. En forma similar, los padres susceptibles Tuxpeño y Pool 26, mostraron valores de A C G negativos, que frecuentemente alcanzaron significancia estadística y estuvieron correlacionados con bajos rendimientos
- La técnica de evaluación en potes se muestra promisorio, ya que, las correlaciones con rendimiento a campo fueron adecuadas (alrededor del 0.50), y varias características pudieron distinguir eficientemente los genotipos tolerantes y susceptibles. Los caracteres AP, PFR, LRSS y AR, se muestran como los más promisorios debido a su relativa facilidad para evaluar. Esta técnica tendría su mayor utilidad para eliminar materiales susceptibles y evaluaría de una forma más real que la solución nutritiva la tolerancia de los genotipos al " complejo de los suelos

ácidos" al tener en cuenta la mayoría o totalidad de factores edáficos limitantes, así como sus interrelaciones

BIBLIOGRAFIA

- 1 AHLRICHS, J L , M C KARR, M C BALIGAR, AND R J WRIGHT
1990 Rapid bioassay of aluminum toxicity in soil Plant and soil
122 279-285
- 2 BORGONOV, R A , R E SCHAFFERT, and G V E PITTA 1987
Mejoramiento de sorgos tolerantes al aluminio En sorgo para suelos acidos
Ediciones L M Gourley and J G Salinas CIAT Cali, Colombia 271-292p
- 3 FOY, C D , W A BERG, and C L DEWALD 1987 Tolerances of old
world bluestems to an acid soils high in exchangeable aluminum
In Genetic aspects of plant mineral nutrition (ed) W H
Gabelman and B C Loughman Martinus Nijhoff Publishers The
Hague, Netherlands 181-188p
- 4 KONZAK, C F , E POLLE, E and J A KITTRICK 1976 Screening several
crops for aluminum tolerance In plant to mineral stress in problem soils Ed M J
Wright Cornell Univ Agric Expt Stn Ithaca New York 311-327pp
- 5 LIMA, M , P R FURLANI and J B MIRANDA 1992 Divergent selection for
aluminum tolerance in a maize (Zea mays L) population Maydica 37 123-
132
- 6 MAGNAVACA, R , C O GARDNER, and R B CLARK 1987a Evaluation
of inbred maize lines for aluminum tolerance in nutrient solution

En Genetic aspects of plant mineral nutrition (eds) W H Gabelman and B C Loughman Martinus Nijhoff, the Hague, the Netherlands 189-199pp

7 MAGNAVACA, R, C O GARDNER, AND R B CLARK 1987b Inheritance to aluminum tolerance in maize Eds W H Gabelman and B C Loughman Martinus Nijhoff, The Hague, The Netherlands 201-212pp

8 REID, D A 1976 Genetic potentials for solving problems of soil mineral stress aluminum and manganese toxicities in the cereal grains In Plant adaptation to mineral stress in problem soils (eds) J Wright Departamento de Agronomia Cornell University Ithaca, New York 55-64pp

9 RHUE, R D and C O GROGAN 1977 Screening corn for Al tolerance using different Ca and Mg concentrations Agron J 69 755-760

10 SANCHEZ, P A, and J G SALINAS 1981 Low input technology for managing oxisols and ultisols in Tropical America Adv Agron 34 279-406

TABLA 1 Cuadrados medios para variables seleccionadas, del ensayo dialélico, evaluado en solución nutritiva (L R R S) y potes

Fuente de variación	gl	L R R S	Potes (++)			
			APP	APQ	L R S P-Q	L R S S-Q
-----cm-----						
Repetición	1 (2)+	0 039	1628 192**	479 732**	169 284**	23 136**
Genotipo	35	0 038**	9 515**	19 148**	28 479**	9 272**
Padres (P)	7	0 050**	9 100	33 172**	71 519**	12 345**
Tolerantes (T)	5	0 043**	7 518	39 121**	81 158**	13 097**
Susceptibles (S)	1	0 000	18 375*	16 335	6 615	1 500
T vs S	1	0 135*	7 736	20 267	88 224**	19 428**
P vs C	1	0 091**	4 557	3 800	5 369	0 420
Cruzamientos (C)	27	0 033**	9 807**	16 080**	18 176*	8 803**
A C G	7	0 094**	27 522**	44 861**	40 787**	17 589**
A C E	20	0 012**	3 608	6 007	10 261	5 727**
Error	35 (70)+	0 004	4 452	7 019	9 990	2 406
C V (%)		4 42	6 34	10 79	19 61	21 72

*, ** Significancia $P \leq 0.05$ y $P \leq 0.01$, respectivamente

(+) Grados de libertad ensayo en potes

(++) P y Q variables medidas en suelo de Palmira y subsuelo de S de Quilichao, respectivamente

TABLA 2 Cuadrados medios del análisis de varianza combinado del dialélico en campo en siete ambientes en suelos ácidos durante 1992

Fuente	gl	Rendimiento	
Ambiente (A)	6	217 57	**
Repetición / A	32	3 27	
Genotipo (G)	35	5 74	**
Padres (P)	7	4 95	**
Tolerantes (T)	5	2 43	*
Susceptible (S)	1	0 11	
T vs S	1	21 34	**
P vs Cruzamiento	1	72 49	**
Cruzamiento (C)	27	3 47	**
ACG	7	11 93	**
ACE	20	0 51	
G x A	210	0 72	**
P x A	42	0 69	
T x A	30	0 84	**
S x A	6	0 19	
T vs S x A	6	0 45	
P vs C x A	6	1 03	
C x A	162	0 71	*
ACG x A	42	1 10	**
ACE x A	120	0 58	
Error	1120	0 55	

*, ** Significancia $P < 0.05$ y $P < 0.01$, respectivamente

TABLA 3 Efectos de aptitud combinatoria general de ocho padres evaluados en solución nutritiva, potes y rendimiento en campo

Padres	Rdto(+)	Sol nutritiva (L R R S)	Potes (++)			
			A P-P	A P-Q	L R S P-Q	L R S S-Q
	t/h		cm			
90SA3	0 32**	-0 01	2 28**	2 33**	2 23**	1 54**
90SA4	0 16*	-0 05**	0 82	1 33*	0 26	0 54
90SA5	-0 05	-0 08**	-1 25**	-1 61**	0 35	0 28
90SA6	-0 03	-0 03	-1 56**	-1 22*	-1 48*	-0 85*
90SA7	-0 03	-0 02	-0 10	-0 32	-0 97	-0 26
CMS 36	0 13*	0 21**	0 27	1 60**	2 06**	0 92**
Tuxpeño	-0 21**	-0 03*	-0 77	-1 85**	-1 61*	-0 89*
Pocl 26	-0 30**	0 01	0 32	-0 26	-0 84	-1 29**

* ** Significancia a $P \leq 0.05$ y $P \leq 0.01$, respectivamente

(+) a través de siete ambientes en suelos ácidos

(++) P y Q variables medidas en suelo de Palmira y subsuelo de S de Quilichao respectivamente

Tabla 5. Promedios por genotipo para las variables evaluadas en campo solución nutritiva y en potes usando suelos ácidos y no ácidos
 C I A I - Pamira 1993B

Genotipo	Rdto* t/ha	Sol nutritiva (L R R S) cm	PFR gr	AP cm	LRSP cm	LRSS cm	NRSS n	PST g	PSR g	AR 1-5	LTo cm	PSTo g
Suelos no ácidos												
88SA3	--	--	3 58	42 4	14 5	23 5	7 52	0 63	0 33	2 54	65	0 96
91SA3	--	--	3 85	43 6	18 3	21 9	8 04	0 70	0 34	2 35	65	1 04
91SA5	--	--	3 73	38 2	18 4	23 4	7 71	0 52	0 34	3 17	61	0 86
91SA6	--	--	4 56	37 7	16 8	23 3	8 50	0 66	0 42	2 83	61	1 07
91SA7	--	--	4 02	41 0	15 3	26 9	8 44	0 73	0 39	3 15	67	1 12
91SA8	--	--	3 85	43 8	19 9	24 5	7 77	0 77	0 37	2 65	68	1 13
CMS36	--	--	3 01	41 8	19 3	25 6	7 46	0 58	0 31	3 13	67	0 89
CMS30	--	--	3 32	40 6	19 1	24 6	9 00	0 60	0 34	2 98	65	0 94
Pool 26	--	--	3 27	38 7	17 8	22 3	7 50	0 60	0 31	3 25	61	0 91
Tuxpeño	--	--	3 47	36 8	19 3	24 7	8 15	0 54	0 35	3 79	61	0 88
Med general	--	--	3 67	40 5	17 9	24 1	8 01	0 63	0 35	2 90	64	0 98
Med tolerantes	--	--	3 74	41 1	17 7	24 2	8 06	0 65	0 35	2 85	65	1 00
Med susceptibles	--	--	3 37	37 8	18 6	23 5	7 83	0 57	0 33	3 52	61	0 90
D M 5% (0 05)	--	--	0 49	2 43	4 40	2 68	0 82	0 07	0 05	0 66	3 8	0 11
Suelos ácidos												
88SA3	3 28	1 80	4 08	44 1	19 8	25 5	8 29	0 67	0 37	3 40	69	1 04
91SA3	3 08	1 71	4 62	45 3	19 7	25 6	8 29	0 75	0 39	2 50	70	1 14
91SA5	2 52	1 60	4 43	39 9	19 9	25 3	8 33	0 64	0 38	3 56	65	1 02
91SA6	2 42	1 30	5 28	39 7	17 4	22 4	9 79	0 70	0 47	3 77	62	1 17

TABLA 4 Análisis de varianza combinado para evaluación en potes en suelos con bajo y alto estrés por aluminio CIAT Palmira 1993B

Fuente de variación	Cuadrados medios										
	gl	PFR	AP	LRSP	LRSS	NRS	PST	PSR	AR	Ltot	PSTot
SUELOS	3	18 86	568 3**	599 81**	607 75**	18 22**	0 45**	0 09**	10 64*	1979 20**	0 82**
ASA vs BASA	1	26 77	57 5	147 58	5 92	22 20**	0 07	0 08**	1 03	1042 50**	0 29
Q/chao vs C/magua (BASA)	1	26 74	1621 0**	396 03*	838 99**	0 41	1 09**	0 17**	22 53**	1634 67**	2 09**
Q/chao vs C/magua(ASA)	1	3 06	26 6	1255 83**	963 33**	32 03**	0 18	0 02	8 37	3260 42**	0 09
Rep(suelo)	20	10 95	66 6	80 35	42 10	2 21	0 06	0 01	2 71	81 09	0 10
Genotipo	9	6 86**	164 0**	84 12**	115 35**	8 23**	0 14**	0 04**	5 62**	436 90**	0 29**
Tol vs Sus (T vs S)	1	21 0**	554 3**	121 13*	749 77**	11 27*	0 40**	0 09**	30 50**	2758 78**	0 88
Susceptibles (S)	1	0 49	133 3*	69 12	47 40*	2 52	0 08**	0 01	0 80	0 01	0 04
Tolerantes (T)	7	5 75**	112 7**	80 98*	34 43**	8 61**	0 12**	0 04**	2 75**	167 70**	0 24**
Genotipo x Suelo	27	0 61	24 6	53 342*	62 623**	2 44	0 01	0 00	0 58	80 720**	0 02
(ASA vs BASA) x (T vs S)	1	5 28	63 1*	257 51**	328 77**	0 15	0 02**	0 03**	0 52	447 17**	0 09**
x (S)	1	0 00	87 9	0 91	30 88	17 50**	0 06**	0 01	0 21	76 51	0 08*
x (T)	7	0 52	10 0	35 9	40 53**	0 67	0 00	0 00	0 39	38 99	0 00
Q vs C (BASA) x (T vs S)	1	0 12	5 4	261 81**	650 30**	5 63	0 00	0 00	0 79	850 94**	0 00
x (S)	1	0 19	42 7	6 30	3 68	0 38	0 03*	0 00	0 63	42 14	0 05
x (T)	7	0 57	49 0	69 81*	43 79**	0 45	0 01	0 00	0 87	31 48	0 02
Q vs C (ASA) x (T vs S)	1	0 29	7 9	3 98	49 09*	9 63	0 00	0 00	1 08	91 44	0 01
x (S)	1	0 23	2 0	41 34	18 55	0 17	0 00	0 00	0 35	88 94	0 00
x (T)	7	0 39	5 8	18 47	2 76	3 50	0 01	0 00	0 47	12 71	0 01
Error	180	0 49	27 2	31 61	11 71	2 64	0 01	0 00	0 63	24 64	0 02

* ** significancia $P \leq 0.05$ y $P \leq 0.01$ respectivamente

91SA7	2 58	1 38	4 98	43 1	16 9	24 8	9 88	0 74	0 44	3 71	67	1 18
91SA8	3 18	1 69	4 85	43 9	23 7	26 6	8 48	0 77	0 43	3 48	70	1 20
CM36	-	1 86	3 52	43 1	23 7	27 4	8 02	0 59	0 32	3 79	70	0 90
CMS30	-	1 78	4 71	42 5	19 0	27 6	8 90	0 66	0 39	3 42	70	1 06
Pool 26	-	-	3 35	39 0	14 5	17 0	8 29	0 62	0 31	4 58	56	0 93
Tuxpeño	-	-	3 55	36 9	17 6	18 6	8 29	0 52	0 33	4 56	55	0 85
Med general	2 84	1 64	4 34	41 8	19 2	24 1	8 66	0 67	0 38	3 68	65	1 05
Med tolerantes	-	-	4 56	42 7	20 0	25 7	8 75	0 69	0 40	3 45	68	1 09
Med susceptibles	-	-	3 45	37 9	16 1	17 8	8 29	0 57	0 32	4 57	55	0 89
D M S% (0 05)	-	0 10	0 56	2 30	8 72	9 43	0 78	0 07	0 05	0 62	9 6	0 11

* Rendimiento promedio a través de cinco ambientes en suelos ácidos