

## Identificación de híbridos sobresalientes de maíz en el Valle de Toluca, México

### Identification of new hybrid of corn in the Valley of Toluca, Mexico

Andrés González Huerta<sup>1\*</sup>, Jaime Sahagún Castellanos<sup>2</sup>, Delfina de Jesús Pérez López<sup>1</sup>, Francisco Gutiérrez Rodríguez<sup>1</sup>, Omar Franco Mora<sup>1</sup>, Artemio Balbuena Melgarejo<sup>1</sup>

1. Facultad de Ciencias Agrícolas, Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Fitomejoramiento, Universidad Autónoma del Estado de México. Apartado Postal 435. Tel. y Fax: +52 (722) 2965518. Toluca, Estado de México, México.

2. Departamento de Fitotecnia, Programa Universitario de Investigación y Servicios en Olericultura, Universidad Autónoma Chapingo, km. 38,5, Carretera México-Texcoco, Código Postal 56230, Chapingo, Estado de México, México.

E-mail: agh@uaemex.mx

**RESUMEN.** En tres ambientes del Valle de Toluca, estado de México, México, se realizó un estudio con el objetivo de evaluar genotipos de maíz (*Zea mays* L.) e identificar híbridos de cruce simple sobresalientes en relación con la floración masculina, alturas de la planta y mazorca y rendimiento de grano. Fueron evaluados 20 híbridos y una variedad sintética derivados del cultivar V-105, de la raza Cónico. Se utilizó un diseño de bloques completamente aleatorizados con seis repeticiones por ambiente. Los datos obtenidos fueron procesados por un análisis de varianza, comparación de medias y la prueba de Tukey con significación del 1 % y con los análisis genotipo x ambiente o genotipo x variable. Los resultados indicaron diferencias significativas ( $p \leq 0.01$ ) entre ambientes para cada variable evaluada. En Metepec se registró el mayor rendimiento promedio (8,93 t.ha<sup>-1</sup>); en esta localidad predominan suelos andosol, con mejor retención de humedad al inicio del cultivo y con mejor capacidad de drenaje en la época de máxima precipitación en relación con el Cerrillo, donde predominan suelos vertisol. Las cruces con mayor rendimiento promedio de grano fueron 203x207, 203x208, 203x210 y 203x217 (7,98; 8,35; 7,92 y 8,04 t.ha<sup>-1</sup>, respectivamente). Se concluye que la línea 203, usada como femenina, tuvo alta aptitud combinatoria general. Las mejores cuatro cruces simples y el sintético UAEM-2 tuvieron rendimientos iguales estadísticamente, por lo que representan el material genético más sobresaliente para siembra comercial y para nuevos programas de mejoramiento genético o generación de tecnología para el Valle de Toluca, México.

**Palabras clave:** Análisis multivariado, genotipos sobresalientes, híbridos de cruce simple, Valles Altos de México, *Zea mays*.

**ABSTRACT.** This study was carried out in three environments from Toluca Valley, in the State of Mexico, Mexico, with the main aim to evaluate maize genotypes and to identify outstanding single-crosses hybrids in terms of male flowering, plant height, ear height, and grain yield. Twenty single-crosses hybrids and UAEM-2 synthetic variety, derived of V-105 cultivar and Cónico Race, were evaluated as series of experiments in a randomized complete block design with six replicates per environment. The data of four variables were subject to combined analysis of variance, comparison of treatment means with Tukey's test at 1 % significance level, genotype by environment and genotype by trait analysis. Results showed that environments were highly significant ( $p \leq 0,01$ ) in each evaluated trait. In Metepec was register the highest grain yield (8,93 t ha<sup>-1</sup>); at this place to predominate andosol soils, with better humidity retention in the beginning crop, and better drainage capacity in the season with maximum rainfall, in relation to Cerrillo where to predominate vertisol soils. The single-crosses hybrids with highest mean grain yield were 203x207, 203x208, 202x210, and 203x217 (7,98; 8,35; 7,92; and 8,04 t.ha<sup>-1</sup>, respectively). From these results was concluded that line identified as 203, used as female, had high general combining ability. The better single-crosses hybrids and the UAEM-2 synthetic variety had statistically same grain yields, so they are the outstanding genetic materials to commercial sowing, new plant breeding, and technology design programs in the Toluca Valley, Mexico.

**Key words:** Multivariate analysis, outstanding genotypes, single-crosses hybrids, Mexican highlands, *Zea mays*.

## INTRODUCCIÓN

En los Valles Altos del Centro de México, localizados entre 1 800 y 2 900 m de altitud, se siembran 3,5 millones de ha de maíz (*Zea mays* L.) en los estados de Hidalgo, México, Puebla y Tlaxcala, y un 95 %

de esta superficie se siembra con variedades criollas. La heterogeneidad ambiental, el aislamiento geográfico, la recombinación entre criollos y la selección empírica que los agricultores han realizado para rendimiento de grano, forraje o usos culinarios específicos han contribuido a la conservación *in situ*, al incremento de su diversidad y a su mejoramiento genético (Herrera *et al.*, 2004; González *et al.*, 2007 a).

En el Valle Toluca-Atlacomulco, estado de México, se siembran 250 000 ha de maíz en condiciones de secano, y un 87 % de los agricultores usan semilla criolla (Herrera *et al.*, 2002) con rendimiento de grano entre 2,5 y 7,5 t.ha<sup>-1</sup>. El manejo del cultivo de maíz por los agricultores en el Valle de Toluca ha incrementado su diversidad y mantenido su identidad y variabilidad genética en forma de criollos de mejor rendimiento y calidad de grano, pero la selección visual por atributos de la mazorca ha contribuido a incrementar el ciclo biológico, las alturas de planta y mazorca, el acame de tallo y raíz y el número de plantas con esterilidad femenina y, por lo tanto, a una disminución en su potencial de rendimiento (Niño *et al.*, 1998; González *et al.*, 2007 a; González *et al.*, 2008).

El material genético considerado en el presente estudio involucra a un grupo de híbridos experimentales de cruza simple no reportados en la literatura especializada; algunos de estos híbridos podrían superar a los criollos en rendimiento de grano y otras características de planta y mazorca.

Por el considerable potencial productivo del Valle de Toluca y de las cruza entre dos líneas, es necesario formar y evaluar híbridos de cruza simple de menor ciclo biológico, menores alturas de planta y mazorca y mayor rendimiento que los criollos locales. En el contexto anterior se plantearon los objetivos siguientes: 1) Evaluar 21 genotipos de maíz en tres ambientes del Valle de Toluca, México, respecto a floración masculina, alturas de planta y mazorca y rendimiento de grano, y 2) Determinar las interrelaciones entre los 21 genotipos con los tres ambientes o con las cuatro variables, para identificar híbridos sobresalientes para siembra comercial o para nuevos programas de mejoramiento genético o generación de tecnología.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se hizo en Cerrillo Piedras Blancas (El Cerrillo) y Metepec, localidades del Valle de Toluca, México. El Cerrillo se localiza a 19°17' de latitud norte (LN), 99°39' de longitud oeste (LO) del meridiano de Greenwich, a una altitud de 2 640 m, predomina suelo vertisol y la precipitación media anual (PA) es de 790 mm. Metepec se sitúa a 19°13' de LN, 99°35' de LO, a una altitud de 2 600 m, predomina suelo andosol y la PA es de 980 mm. El clima de ambas localidades es Cb(w<sub>2</sub>)(w)ig (González *et al.*, 2007 a).

Los 21 genotipos fueron evaluados en campo en un diseño experimental de bloques completos al azar con seis repeticiones por ambiente. La parcela útil estuvo constituida por un surco de 6,0 m de longitud, con separación entre hileras de 0,80 m (área de 4,8 m<sup>2</sup>). En cada surco se establecieron 33 plantas arregladas en 11 matas separadas a 0,60 m, con tres plantas cada una. El análisis de los datos a través de ambientes se hizo como una serie de experimentos (Sahagún, 1998).

La preparación del terreno consistió en un barbecho, una rastra y surcado. En Cerrillo se proporcionó un riego de presiembra pero los tres experimentos se evaluaron en condiciones de secano. En la primera semana de abril se hizo la siembra, depositando cinco granos por mata y a los 45 días se eliminaron dos plántulas por mata, para manejar 62 500 plantas por ha. La fertilización se hizo con el tratamiento 120N-60P-00K; la totalidad del fósforo y una mitad del nitrógeno se aplicaron en la siembra y la otra mitad del nitrógeno se aplicó con la segunda escarda. Se hicieron dos escardas para controlar maleza, incorporar fertilizante y aporcar las plantas. La maleza también se controló con 2,4-D amina y atrazina, en dosis de 1,0 L y 1,0 kg. ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para un volumen de agua de 200 L. La derivación del material genético, la elección de los ambientes y su manejo agronómico se describen en González *et al.* (2007 b).

En los tres experimentos se registró floración masculina (días desde la siembra hasta que el 50 % de las plantas derramó polen); altura de planta (distancia en m, medida desde la superficie del suelo hasta la hoja bandera); altura de mazorca (distancia

en m, medida desde la superficie del suelo hasta el nudo de inserción de la mazorca principal), y rendimiento de grano (peso de grano de la parcela útil, en t. ha<sup>-1</sup>).

Para cada variable se hizo un análisis de varianza y la comparación de medias de genotipos con la prueba de Tukey al 1 % (Martínez, 1988). También se aplicaron las técnicas genotipo x ambiente y genotipo x variable, conocidas como gráficas GGE, para estudiar la estructura de una matriz de datos

compuesta de unidades taxonómicas (entries), arregladas en hileras, y los valores de las localidades o de las variables que las describen, arreglados en columnas (testers); su propósito es reemplazar los análisis en los que uno o dos componentes principales se usan para representar la información en una gráfica GGE. Los datos se estandarizaron con la desviación estándar dentro de la columna. La partición de valores singulares se hizo con énfasis en las hileras (entries). Esta metodología fue descrita por Sánchez (1995) y por Yan y Kang (2003).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se muestran en la tabla 1 indicaron que en el Valle de Toluca, estado de México, predominaron ambientes heterogéneos asociados a Cerrillo en ambos años y a Metepec; también sugieren que existen diferencias entre genotipos, y que la IGA significativa podría dificultar la identificación de genotipos superiores.

En Metepec (tabla 2) se observó el menor número de días a floración (98,5), las mayores alturas de planta (2,56 m) y mazorca (1,39 m) y el mayor rendimiento de grano (8,93 t.ha<sup>-1</sup>). Niño *et al.* (1998) y González *et al.* (2007 a) observaron que hay

heterogeneidad ambiental en el Valle Toluca-Atlacomulco, México, pero se cree que la precipitación y el tipo de suelo fueron los factores que diferenciaron los ambientes. En Cerrillo predominan suelos vertisol, con problemas de drenaje de julio a septiembre, lo que contribuyó a que se registraran en ambos años los mayores promedios aritméticos en floración, las menores alturas de planta y mazorca y el menor rendimiento de grano en comparación con Metepec, localidad con mayor precipitación pluvial (980 mm) y suelos andosol, con mejor retención de humedad al inicio del cultivo y mejor drenaje en el periodo de lluvias abundantes.

**Tabla 1. Valores de F del análisis de varianza combinando la información de tres ambientes y 21 genotipos de maíz evaluados en el Valle de Toluca, Estado de México, México**

Fuente de variación	Grados de libertad	Floración masculina	Altura de planta	Altura de mazorca	Rendimiento de grano
Ambientes (A)	2	132,56 **	775,90 **	426,68 **	175,12 **
Repeticiones / Ambientes	15	3,85 **	1,51 ns	1,33 ns	5,92 **
Genotipos (G)	20	2,98 **	3,11 **	4,46 **	3,33 **
Interacción GxA	40	1,56 **	1,96 **	2,79 **	1,51 *
Media ( $\bar{x}$ )		100,94 días	2,21.m	1,18.m	7,55 t ha <sup>-1</sup>
Coeficiente de variación (%)		2,95	5,96	9,34	13,82

Leyenda: ns, no significativo; \*, significativo al 5 %; \*\*, significativo al 1 %.

**Tabla 2. Comparación de medias entre ambientes con la prueba de Tukey al nivel de significancia del 1 %**

Ambientes	Floración masculina	Altura de planta	Altura de mazorca	Rendimiento de grano
Cerrillo 1	99,87 b	2,17 b	1,15 b	7,10 b
Cerrillo 2	104,39 a	1,91 c	0,99 c	6,58 c
Metepec	98,56 c	2,56 a	1,39 a	8,96 a
DMSH <sub>0,01</sub>	1,10 días	0,049 m	0,041 m	0,38 t ha <sup>-1</sup>

Medias con distinta letra dentro de una columna difieren estadísticamente.

Los resultados que se muestran en la tabla 3 indicaron que las mejores cruzas fueron 203x208 y 203x217, con 8,35 y 8,05 t.ha<sup>-1</sup>. La interacción GxA cruzada que se presentó en esta variable, no permitió que las mejores cruzas tuvieran un comportamiento consistente a través de los ambientes. Estos resultados están relacionados con el tipo de línea empleada en la formación de las cruzas. Aun cuando las ocho líneas y el sintético fueron derivados de V-105, se infiere que 203 posee alta aptitud combinatoria general, pues fue la hembra en las cruzas de mayor producción. También se infiere que los efectos de aptitud combinatoria específica fueron importantes, debido a que las cruzas de mayor producción tuvieron como progenitores a las líneas 203, 206, 207, 208, 217 y 218. González *et al.* (2007 b) concluyeron que las líneas 203 y 206 tuvieron los mayores valores positivos de aptitud combinatoria general, pero que la contribución de los efectos de aptitud combinatoria específica a las 20 cruzas simples fue estadísticamente mayor que la de los efectos aditivos y dependió de la magnitud, del signo y del ambiente de evaluación.

Los resultados mostrados en la tabla 3 también sugieren que UAEM-2 constituye una excelente

opción para siembras de secano en el área de estudio o como progenitor de nuevas líneas, debido a que su producción de grano fue igual estadísticamente a la de las cruzas más sobresalientes. El sintético está formado por líneas S<sub>3</sub> y las cruzas simples por líneas S<sub>7</sub> (González *et al.*, 2007 b), por lo que técnica y económicamente no se justificaría el empleo de híbridos de mayor nivel de endogamia, si éstos no superan estadísticamente el rendimiento de los sintéticos.

Los componentes 1 (53,7 %) y 2 (31,8 %) explicaron el 85,5 % de la variación original, por lo que las correlaciones aproximadas que se detectaron en el biplot pueden interpretarse confiablemente. Metepec y Cerrillo 1 fueron los mejores ambientes para la evaluación de los genotipos, con medias de 8,93 y 7,10 t.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Las cruzas 203x208 (1), 203x208 (2) y 203x217 (4) tuvieron el mayor rendimiento promedio (7,98; 8,35 y 8,04 t.ha<sup>-1</sup>, respectivamente), por localizarse cerca de los tres ambientes. Además, 203x207 (1) tuvo el mayor rendimiento en Metepec (10,03 t.ha<sup>-1</sup>), mientras que 206x208 (6) y 203x208 (2) tuvieron los mayores rendimientos en Cerrillo 2 y Cerrillo 1, al producir 7,46 y 8,07 t.ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabla 4).

**Tabla 3. Comparación de medias de 21 genotipos de maíz sembrados en tres ambientes (C1, C2, y M) del Valle de Toluca, estado de México, México**

No.	Genotipo	Floración masculina (días)				Altura de planta (cm)			
		C1	C2	M	Media	C1	C2	M	Media
1	203x207	100,7	105,3	98,7 a-d	101,5 ab	2,04 b	1,82 ab	2,59 ab	2,17 b
2	203x208	99,5	101,7	98,0 bcd	99,7 ab	2,15 ab	1,95 ab	2,57 ab	2,22 ab
3	203x210	100,3	109,2	99,3 a-d	102,9 ab	2,31 ab	2,03 ab	2,56 ab	2,29 ab
4	203x217	100,4	103,7	99,0 a-d	101,0 ab	2,32 ab	1,86 ab	2,52 ab	2,23 ab
5	203x218	100,0	104,5	98,7 a-d	101,0 ab	2,26 ab	1,91 ab	2,58 ab	2,25 ab
6	206x208	99,5	103,2	97,3 cd	100,0 ab	2,16 ab	1,89 ab	2,50 ab	2,18 b
7	206x210	100,0	105,7	98,3 cd	101,0 ab	2,26 ab	1,95 ab	2,56 ab	2,25 ab
8	206x217	99,5	101,8	98,0 bcd	99,7 ab	2,37 a	1,85 ab	2,41 ab	2,21 ab
9	206x218	100,0	105,2	99,7 a-d	101,6 ab	2,15 ab	1,93 ab	2,61 ab	2,23 ab
10	206x220	99,5	100,7	98,0 bcd	99,5 ab	2,16 ab	1,84 ab	2,52 ab	2,19 b
11	207x210	98,7	108,8	102,2 ab	103,2 a	2,08 ab	1,78 b	2,62 ab	2,16 b
12	207x217	99,5	101,2	99,7 cd	99,1 b	2,20 ab	1,81 ab	2,57 ab	2,19 b
13	207x218	99,3	103,7	98,3 a-d	100,4 ab	2,12 ab	1,81 ab	2,44 ab	2,12 b
14	207x220	99,0	105,7	98,0 bcd	100,8 ab	2,17 ab	1,93 ab	2,36 b	2,17 b
15	208x217	99,5	104,8	96,3 d	100,2 ab	2,08 ab	1,88 ab	2,55 ab	2,17 b
16	208x218	99,3	102,2	96,7 cd	99,3 ab	2,11 ab	1,92 ab	2,54 ab	2,19 b
17	208x220	101,3	101,2	98,0 bcd	100,1 ab	2,10 ab	1,92 ab	2,65 ab	2,22 ab
18	210x218	102,7	106,6	98,0 bcd	102,3 ab	2,10 ab	2,01 ab	2,57 ab	2,22 ab
19	210x220	99,5	105,0	98,9 bcd	100,8 ab	2,11 ab	1,98 ab	2,60 ab	2,23 ab
20	217x220	99,0	105,9	102,7 a	102,5 ab	2,15 ab	1,86 ab	2,61 ab	2,20 b
21	UAEM-2	100,0	106,3	101,2 abc	102,4 ab	2,34 ab	2,07 a	2,76 a	2,39 a

Medias con distintas letras en la misma columna difieren estadísticamente (Tukey, p d'' 0.01)

**Tabla 4. Comparación de medias de 21 genotipos de maíz sembrados en tres ambientes (C1, C2 y M) del Valle de Toluca, estado de México, México**

No.	Genotipo	Altura de mazorca (m)				Rendimiento de grano (t ha <sup>-1</sup> )			
		C1	C2	M	Media	C1	C2	M	Media
1	203x207	1,39 a	0,97 abc	1,39	1,25 abc	7,45	6,48 ab	10,03	7,98 ab
2	203x208	1,16abcd	1,07 ab	1,52	1,25 abc	7,60	7,46 a	9,99	8,35 a
3	203x210	1,28 abc	1,04 abc	1,37	1,23 abc	7,60	6,87 ab	9,31	7,92 ab
4	203x217	1,22 abc	0,93 abc	1,33	1,16 abcd	8,03	6,73 ab	9,37	8,04 a
5	203x218	1,24 abc	1,04 abc	1,44	1,24 abc	7,52	6,71 ab	9,33	7,85 ab
6	206x208	1,17 abcd	0,97 ab	1,33	1,16 abcd	8,07	6,95 ab	8,69	7,90 ab
7	206x210	1,21 abc	0,96 abc	1,32	1,16 abcd	7,28	6,75 ab	9,51	7,84 ab
8	206x217	1,32 ab	0,87 c	1,29	1,16 abcd	6,55	6,46 ab	8,70	7,23 ab
9	206x218	1,10 bcd	0,98 abc	1,39	1,15 abcd	7,60	6,85 ab	9,23	7,89 ab
10	206x220	1,12 bcd	0,90 bc	1,33	1,11 bcd	6,71	6,75 ab	9,59	7,74 ab
11	207x210	0,95 d	0,95abc	1,30	1,06 d	6,89	5,14 b	9,45	7,15 ab
12	207x217	1,12bcd	0,95 abc	1,50	1,19 abcd	6,98	7,25 ab	8,91	7,68 ab
13	207x218	1,03 cd	0,95 abc	1,33	1,10 cd	6,85	6,04 ab	7,96	6,95 ab
14	207x220	1,04 cd	1,04 abc	1,31	1,12 bcd	7,37	6,66 ab	7,81	7,28 ab
15	208x217	1,08 bcd	1,04 abc	1,42	1,17 abcd	6,73	6,43 ab	8,62	7,26 ab
16	208x218	1,11 bcd	1,02 abc	1,43	1,19 abcd	6,74	7,12 ab	8,17	7,34 ab
17	208x220	1,14 bcd	1,00 abc	1,51	1,21 abcd	7,30	6,16 ab	9,77	7,67 ab
18	210x218	1,12 bcd	0,99 abc	1,38	1,16 abcd	5,85	6,75 ab	7,49	6,60 b
19	210x220	1,12 bcd	1,05 ab	1,42	1,19 abcd	6,25	6,33 ab	8,52	7,03 ab
20	217x220	1,13 bcd	0,99 abc	1,52	1,21 abc	6,82	6,06 ab	8,06	7,01 ab
21	UAEM-2	1,28 abc	1,09 a	1,51	1,29 a	7,06	6,43 ab	9,82	7,77 ab

Medias con distintas letras en la misma columna difieren estadísticamente (Tukey, p d" 0.01)

El genotipo más estable fue 206x220 (10), por presentar valores pequeños en los componentes 1 y 2 y por ubicarse cerca del origen (Figura 1).

Los componentes principales 1 (55,1 %) y 2 (29,4 %) explicaron el 84,5 % de la variación original, por lo que las correlaciones aproximadas que se detectaron en el biplot también pueden interpretarse confiablemente. Rendimiento de grano (RG) y alturas de planta (AP) y mazorca (AM) se correlacionaron positiva y significativamente ( $p < 0,01$ ), pero éstas y floración masculina (DF) estuvieron correlacionadas negativa y significativamente ( $p < 0,01$ ). La componente principal 1 estuvo asociada a las dimensiones de la planta (AP y AM) y la componente principal 2 a RG y DF.

Estos resultados indican que es posible identificar híbridos de cruz simple precoces y de mayor rendimiento, pero con mayores alturas de planta y mazorca. También se

observó que 203x208 (2) tuvo el mayor rendimiento promedio (8,35 t.ha<sup>-1</sup>), UAEM-2 tuvo las mayores alturas de planta (2,39 m) y mazorca (1,29 m), y las cruces más tardías fueron 207x210 (11), 210x218 (18), 207x220 (20) y el sintético UAEM-2 (21) (Tabla 3, Figura 2).

En relación con el material genético considerado en el estudio, González *et al.* (2008), al evaluar 25 genotipos de maíz en cuatro ambientes del Valle Toluca-Atzacomulco, México, observaron que la raza Cónico fue más precoz (90,4 días a floración), con menores alturas de planta y mazorca (2,4 y 1,4 m) y menor rendimiento de grano de (6,55 t ha<sup>-1</sup>).

González *et al.* (2007 a) también detectaron que la raza Cónico fue más precoz (94 días a floración), susceptible al acame de tallo y raíz (39,9 %), resistente a la pudrición de mazorca (3,7 %) y con rendimiento de grano (6,8 t.ha<sup>-1</sup>) mayor que la media estatal (3,9 t.ha<sup>-1</sup>).

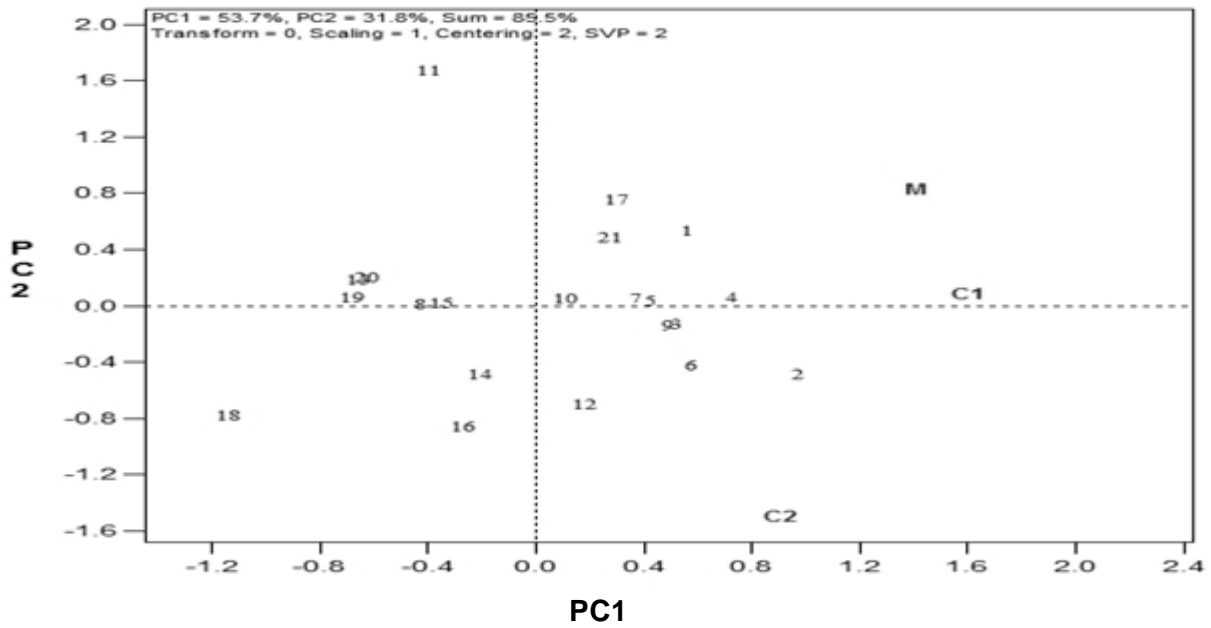


Figura 1. Biplot entre los dos primeros componentes principales (PC1 y PC2) para representar 21 genotipos de maíz evaluados en tres ambientes (C1, C2 y M) del Valle de Toluca, estado de México, México. Análisis genotipo x ambiente

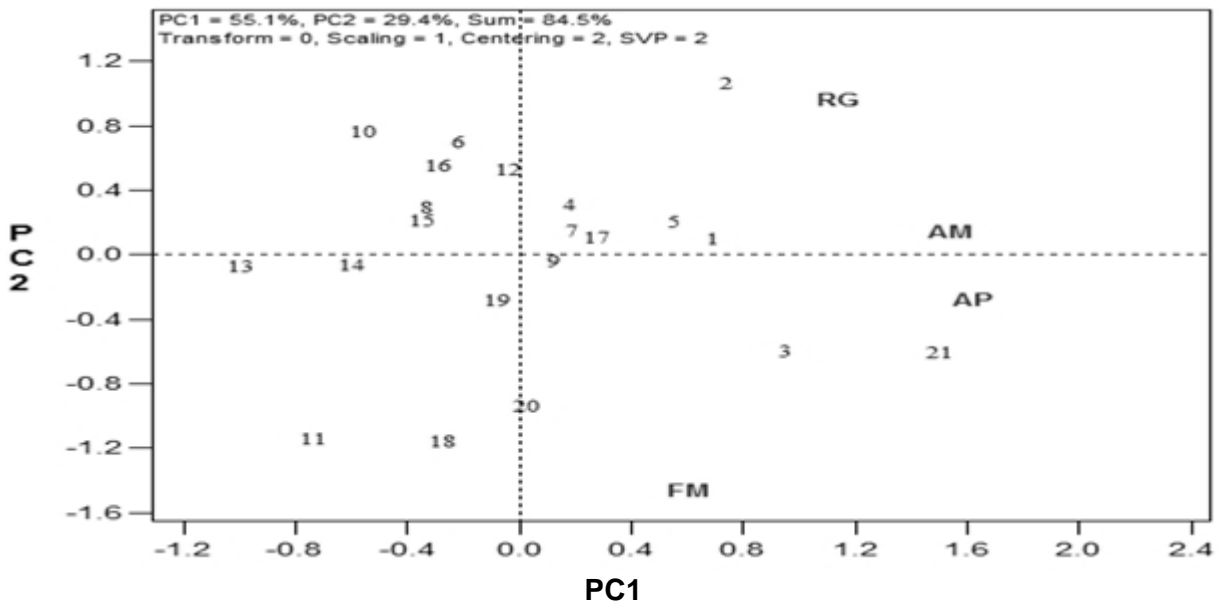


Figura 2. Biplot entre los dos primeros componentes principales (PC1 y PC2) para representar 21 genotipos de maíz evaluados por floración masculina (FM), alturas de planta (AP) y mazorca (AM) y rendimiento de grano por ha (RG), registrados en tres ambientes del Valle de Toluca, estado de México, México. Análisis genotipo x variable

## CONCLUSIONES

1. En Metepec se registró el mayor rendimiento promedio (8,93 t.ha<sup>-1</sup>). 8,35; 7,92 y 8,04 t.ha<sup>-1</sup>, respectivamente), pero éstas también fueron más tardías y de mayores alturas de planta y mazorca.
2. Las cruzas con mayor rendimiento fueron 203x207, 203x208, 203x210 y 203x217 (7,98; 3. Las cuatro cruzas simples de mayor producción

de grano y el sintético UAEM-2 podrían emplearse en siembra comercial y en nuevos programas de mejoramiento genético o generación de tecnología para el Valle de Toluca, México.

## BIBLIOGRAFÍA

1. González, H.A.; G. L. M Vázquez; C. J. Sahagún; P. J. E. Rodríguez y L. D. J. Pérez: "Rendimiento del maíz de temporal y su relación con la pudrición de mazorca," *Revista Agricultura Técnica en México* 33(1):33-42, 2007 a.
2. González, H. A.; C. J. Sahagún y L. D. J. Pérez: "Estudio de ocho líneas de maíz en un experimento dialélico incompleto," *Revista Ciencias Agrícolas Informa* 16:3-9, 2007 b.
3. González, H. A; G. L. M. Vázquez; C. J. Sahagún y P. J. E Rodríguez: "Diversidad fenotípica de variedades de híbridos de maíz en el Valle Toluca-Atlacomulco, México," *Revista Fitotecnia Mexicana* 31(1):67-76, 2008.
4. Herrera, C. B. E; L. A Macías; R. R. Díaz; R. M. Valadez y A. A. Delgado: "Uso de semilla criolla y caracteres de mazorca para la selección de semilla de maíz en México," *Revista Fitotecnia Mexicana* 25(1):17-24, 2002.
5. Herrera C. B.E.; G. F. Castillo; G. J. J. Sánchez; C. J. M Hernández; P. R. Ortega y M. M Goodman: "Diversidad del maíz Chalqueño." *Agrociencia* 38(2):191-206, 2004.
6. Niño, C. V.; M. C. Nicolás; L. D. J. Pérez y H. A. González: "Estudio de trece híbridos y cinco variedades de maíz en tres localidades del Valle Toluca-Atlacomulco," *Revista Ciencias Agrícolas Informa* 12:33-43, 1998.
7. Sahagún, C. J.: Evaluaciones genotípicas en series de experimentos. *Germen* 14. Sociedad Mexicana de Fitogenética, 40 pp., 1998.
8. Sánchez, G. J. J.: "El análisis biplot en clasificación," *Revista Fitotecnia Mexicana* 18(2):188-203, 1995.
9. Yan, W. and M. Kang: GGEbiplot analysis: A Graphical Tool for Breeders, Geneticists, and Agronomists. CRC Press LLC, Boca Raton, Fl. USA, 276 pp., 2003.

Recibido: 17/octubre/2008

Aceptado: 11/diciembre/2008