

## EFFECTO DE DOS PRBADORES EN LA SELECCIÓN DE LÍNEAS DE MAÍZ TROPICAL

### EFFECT OF TWO TESTERS ON THE SELECTION OF TROPICAL MAIZE LINES

Mariano Mendoza Elos<sup>1</sup>, Arnoldo Oyervides García<sup>2</sup> y Sergio Alfredo Rodríguez Herrera<sup>2</sup>

#### RESUMEN

Para identificar las mejores líneas, híbridos superiores a los testigos y determinar cual probador maximiza la ganancia en rendimiento, se evaluaron 23 líneas  $S_3$  derivadas de una cruce de dos poblaciones mejoradas (Tutifruti x Compuesto Cardel), este germoplasma fue cruzado con dos probadores: Reducida base genética (cruza simple) y amplia base genética (variedad VAN 555). El experimento se estableció en dos ambientes y dos repeticiones en el estado de Veracruz en 1990. Las variables en estudio fueron: Altura de planta, días a floración, prolificidad y rendimiento, estas características se analizaron bajo un diseño bloques al azar con arreglo factorial, tomando como factor A las líneas y factor B los probadores. Se encontraron resultados significativos para líneas (A) lo cual permitió realizar una buena selección, sobresaliendo en promedio con ambos probadores la  $S_3$  37 y  $S_3$ -7 con 9.473 y 9.203 t/ha, respectivamente. Además, se encontraron híbridos superiores en combinación con las líneas  $S_3$ -17 y  $S_3$ -7 con producción de grano de 9.685 y 9.509 t/ha, respectivamente. El probador de reducida base genética (cruza simple) resultó superior y con diferencia significativa en relación al de amplia base genética (variedad VAN 555) maximizando el rendimiento en 0.540 t/ha; no obstante, la VAN 555 superó en un grupo al primer probador lográndose así una mejor discriminación de las líneas.

#### PALABRAS CLAVE ADICIONALES

*Zea mays* L., cruce simple, variedad, híbrido, probador.

#### SUMMARY

Twenty-three  $S_3$  lines from a cross between two improved populations (Tutifruti x Compuesto Cardel) were evaluated for identifying the sets lines from the agronomic point of view as well as better hybrids than controls. Both improved populations were crossed to two testers. One being narrow genetic based (testcross) and the other being wide genetic based (topcross). The experiment was established in two environments and two replications in the State of Veracruz in 1990. The traits recorded included plant height, date to flowering, prolificity and yield, these variables were analyzed under a randomized block design with factorial arrangement taking as factor A the lines and factor B the testers. The results were superior significantly for lines (A) which allowed to make a good selection, the most outstanding lines throughout the testers were the line 37 and 7 with 9.473 and 9.203, respectively. The best hybrids were in combination with the line 17 and 7 that present yields of 9.685 and 9.509, respectively. Otherwise, the tester (single cross) overyielded significantly VAN 555 variety with 0.540 t/ha; however, the most efficient tester in the discriminating for yield was the VAN 555 variety.

#### ADDITIONAL INDEX WORDS

*Zea mays* L., single cross, variety, hybrid, tester.

#### INTRODUCCIÓN

El sistema clásico de obtención de líneas endocriadas y su combinación en híbridos es frecuentemente utilizado en los programas dedicados al mejoramiento genético del maíz, sin embargo, este método requiere demasiado tiempo para lograr el éxito, por lo que se considera conveniente realizar las pruebas tempranas de selección en base a aptitud combinatoria (Jenkins, 1935) con el cual se evita una alta inver-

<sup>1</sup> CIGA-ITA 33 Roque, Celaya, Gto. Tel. y Fax: 01(461) 16263. E-mail: mmendoza66@hotmail.com.

<sup>2</sup> Instituto Mexicano del Maíz. Buenavista. 25315. Saltillo, Coah. Tel. y Fax: 01(84) 177361.



sión de tiempo, trabajo y dinero. En toda fase preliminar de un programa de formación de híbridos de maíz, deben probarse líneas endogámicas por su productividad y habilidad combinatoria en sus combinaciones posibles (McLean *et al.*, 1997), debido a que la evaluación y selección de líneas es la etapa más importante en un programa de mejoramiento de plantas, donde se ha tratado de implementar métodos simples e indirectos que permiten detectar los genotipos más sobresalientes; es así, como nace el concepto de aptitud combinatoria general (ACG) y aptitud combinatoria específica (ACE) propuesto por Sprague y Tatum (1942). Apartir de ello se hace uso de probadores de amplia base genética (Topcross) y de estrecha base genética (Testcross). Una de las primeras definiciones de probador la hace Hull (1945) quien lo define teóricamente como el cultivar homocigótico recesivo en todos sus *loci*; otros estudios, demuestran que el uso de una línea endogámica como probador proporciona más información para aptitud combinatoria general (ACG) que para aptitud combinatoria específica (ACE) (Hallauer y Miranda, 1988); así Rawling y Thompson (1962) mencionan que un buen probador debe discriminar y clasificar correctamente los genotipos evaluados. Otro apunte lo hace Matzinger (1953) quien menciona que el mejor probador es aquél que proporciona la mayor cantidad de información; McLean *et al.* (1997) lo definen como aquél que clasifica correctamente el mérito de los genotipos probados dentro de grupos heteróticos, de modo que diferencie efectivamente los genotipos evaluados, aumente la varianza y la ganancia genética. Hallauer y Miranda (1988) lo definen como aquél que presenta simplicidad en su uso y que maximiza la ganancia por selección.

Numerosos estudios se han realizado para determinar que probador es más eficiente en la discriminación y clasificación de las líneas; desde el punto de vista evaluación y selección lo más recomendable es que se utilice más de un probador, esto permite hacer una compara-

ción por la habilidad para clasificar y su varianza dentro de línea por probador (Latournerie, 1990). Por su parte, Romero (1996) concluyó que el probador de reducida base genética es el más adecuado en la discriminación y clasificación para rendimiento, resultados que concuerdan con lo afirmado por Cedillo (1985) al utilizar una cruza simple AN2 x AN1 para el trópico seco. Al respecto, Hiorth (1985) considera que el uso de probadores emparentados con las líneas a evaluar es eficiente pero no constituye pruebas definitivas, no obstante, los probadores heterogéneos pueden mejorar el rendimiento *per se* y de las cruzas, aunque esto por lo general son menos eficientes que las líneas homocigotas y cruza simples. Al respecto, Vega *et al.* (1998), demuestran que una línea no emparentada es mejor como probador para contenido de lisina que dos variedades sintéticas emparentadas, reportes similares a López (1986) y Márquez (1988) en usar como probador material no emparentado. De acuerdo con Horner *et al.* (1972) señalan que si el proceso es producción de semilla entonces el probador deberá ser una cruza simple. También, López (1986) apunta que si la selección es para líneas con alta ACG debe usarse un probador de amplia base genética, en su contraparte para los efectos génicos no aditivos debe emplearse un probador de estrecha base genética. Abdull *et al.* (1994) usan dos probadores (Mo17 y B73) para mejorar calidad de grano en híbridos. Concluyeron que las líneas tipo Cateto mejoran peso y contribuyen con alelos favorables para bajo contenido de humedad en la cosecha, lo cual puede ayudar indirectamente a reducir pérdidas por tallos rotos.

La justificación del presente trabajo se basa a que existe una gran cantidad de germoplasma tropical para el desarrollo de cultivares con potencial agronómico, sin embargo, este tolera muy poco la endogamia, lo que dificulta la obtención de buenas líneas tropicales (Vasal *et al.*, 1997); aunado a esto también son pocas las instituciones dedicadas a mejorar este tipo de germoplasma, como consecuencia la existencia



de pocos materiales tropicales comerciales. Bajo estas premisas, el objetivo de esta investigación fue evaluar una serie de líneas tropicales con dos tipos de probadores (cruza simple y variedad), obtener los mejores híbridos y determinar cual probador maximiza la ganancia en rendimiento y mejor discrimina las líneas.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Para derivar las 23 líneas se partió de dos poblaciones mejoradas conocidas como Compuesto Cardel y Tutifruti, la primera se formó a partir de la raza Tuxpeño y de germoplasma derivado de la variedad 524 del INIFAP, de aquí se seleccionaron las mejores progenies de cada una. Posteriormente se recombinaron dando lugar al Compuesto Cardel. La segunda población fue formada con variedades representativas de las razas Tuxpeño y Zapalote Chico, a la que se le incorporó el mutante braquítico más tres poblaciones del Istmo de Tehuantepec, originando lo que se conoce como Tutifruti. Después, estos dos compuestos se cruzaron (Tutifruti x Compuesto Cardel) derivándose varios cientos de líneas, seleccionando sólo 23 de ellas en forma *per se*. Para su evaluación las líneas han sido usadas como hembras con dos probadores, una craza élite (43-46-2-3-2 x V524-223-1-7) y la variedad Antonio Narro (VAN 555, formada a partir de población 22 y la Posta), además se incluyeron tres tratamientos más como testigos.

Las características climatológicas y edáficas para la localidad de Villa Ursulo Galván, Ver., son las siguientes: Latitud norte 19°24', longitud oeste 97°24', altitud de 8 msnm, temperatura media anual de 25.8 °C y una precipitación de 1017.7 mm; el suelo es tipo feozem y vertisol. La localidad de Carretas, Ver., está situada a una latitud de 19°22', una longitud oeste de 96°35', a una altura de 129 msnm, presenta una temperatura media anual de 26.5 °C y una precipitación media de 979.3 mm; es una área con suelos vertisol y cambisol.

Los tratamientos fueron sembrados en dos repeticiones, siendo la fecha de siembra el día 30 de Junio de 1990 en la localidad de U. Galván, Ver., y para la localidad de Carretas, Ver., el día 13 de Julio del mismo año, se sembraron dos surcos por parcela con una longitud de surco de 4.62 m, una distancia entre surcos de 0.92 m, a una distancia entre plantas de 0.22 m, teniendo un total de 21 planta por surco. Al momento de la siembra se depositaron dos semillas para después aclarar a una, el área de la parcela experimental fue de 8.13 m<sup>2</sup>, considerando como parcela útil 7.69 m<sup>2</sup>, resultando una densidad de 49,400 plantas/ha. Se realizó un análisis de varianza bloques completos al azar combinado con arreglo factorial, tomando como factor A las líneas y factor B los probadores. La prueba diferencia mínima significativa (DMS) se aplicó para realizar la comparación de medias. Se registraron datos para las variables días a flor masculina (días desde la siembra hasta que el 50 % de las plantas de la parcela mostraban anteras dehiscentes), altura de planta (en cm, se midió desde la base de la planta a la hoja bandera antes de la cosecha), la prolificidad (se estimó en base a una regla de tres, siendo el 100 % el número de plantas cosechadas con respecto al número de mazorcas cosechadas) y el rendimiento se ajustó al 15.5 % de humedad en una muestra de 250 g a toneladas por hectárea.

Las labores de preparación del terreno que se realizaron en las dos localidades fueron las acostumbradas a realizar en la región, barbecho, rastreo y surcado. La siembra se realizó en forma manual, la dosis de fertilización 120-80-00 fue aplicada manualmente depositando al momento de la siembra el 50 % de nitrógeno y todo el fósforo, en el segundo cultivo de la misma forma fue depositado el resto del nitrógeno. Con respecto, a las labores de cultivo se llevaron a cabo durante todo el ciclo vegetativo, dando prioridad a las primeras etapas de crecimiento y desarrollo, de tal manera que se mantuvo libre de plagas y malezas.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cabe mencionar que todos los efectos se sometieron a un modelo de efectos fijos por lo que el espacio de inferencia es amplio. La concentración de cuadrados medios y su significancia de las variables bajo estudio se presentan en el Cuadro 1. Se observó que la fuente de variación bloques presentó diferencias estadísticas ( $p < 0.01$ ) sólo para altura de planta y prolificidad, la diferencia de esta última variable no fue de gran magnitud para que el rendimiento resultara significativo estadísticamente. Para localidad existió diferencias para todas las variables bajo estudio ( $p < 0.01$ ), resultados esperados debido a las diferentes condiciones climáticas y edáficas de los ambientes usados en la evaluación. En las líneas, también se encontró diferencias estadísticas ( $p < 0.01$ ) para todas las características agronómicas, esta respuesta se atribuye a la variabilidad genética del germoplasma el cual es derivado de una población heterogénea-heterocigota y al bajo nivel de endogamia el cual ocasiona mayor diferenciación entre ellas. Esta variación permite realizar una buena selección en base a su aptitud combinatoria general (ACG) y aptitud combinatoria específica (ACE), razón por lo cual es importante practicar pruebas tempranas y selección visual (Chávez, 1995); además se logra eliminar todas aquellas plantas con características indeseables antes de realizar una mayor inversión (Jenkins, 1935). Al igual que en la fuente anterior, los probadores resultaron ser diferentes estadísticamente ( $p < 0.01$ ), resultados lógicos, de acuerdo a la diversidad genética de los mismos. En línea x probador se detectó significancia para días a floración masculina, altura de planta, prolificidad y rendimiento lo cual permitió la discriminación de las líneas, asimismo, determinar cual probador fue más productivo. Las líneas y los probadores no interaccionaron con el ambiente para rendimiento, algo importante ya que es una característica cuantitativa drásticamente afectada por el ambiente. De acuerdo a los valores de cuadrados medios, se observó que los efectos genéticos aditivos

(ACG) en todas las variables para línea y probador fueron más importantes que los efectos no aditivos (ACE) en la interacción línea x probador.

Los resultados indican la importancia de la evaluación de las líneas en generaciones tempranas como una medida que permitirá identificar progenitores prometedores, en este sentido, son varias las líneas derivadas de Tutifruti x Compuesto Cardel que superan la media general (8.419 t/ha), genotipo 37, 7, 49, 51, 17, 1, 3, 39, y 15; dado que las líneas adquieren su individualidad en las primeras generaciones (Jenkins, 1935), se continuará el proceso de endogamia para en futuro estos genotipos incorporarlos a un programa de hibridación. Cabe señalar, que los resultados en rendimiento son muy alentadores tomando en cuenta la baja producción que existe en los cultivos tropicales actualmente. Algunos de estos materiales muestran uniformidad en todas las características, reportando rendimientos hasta de 9.473 t/ha por la línea 37, además la prolificidad ha sido importante en el rendimiento debido a que los cultivos antes mencionados superan el 100 %, al respecto Oyervides (1986) reporta que para que el rendimiento se incremente en forma significativa el nivel de prolificidad tendrá que ser mayor al 25 %; existen algunas líneas como la 31, 40, y 52 que presentan buena prolificidad, pero son superadas por otros cultivos lo cual puede ser explicado por su mayor tamaño de mazorca y peso de grano. Alrededor del 74 % del total de las líneas en promedio con ambos probadores superan al testigo (TH TTC 82) y el 99 % de las líneas muestran precocidad y mayor proliferación con respecto al mismo. La prueba de DMS arrojó un valor de 1.07 t/ha clasificando cinco grupos, existiendo una diferencia de 1.054 t/ha de la mejor línea con respecto a la media general y un excedente de 1.289 t/ha en relación al testigo TH TTC 82 (Cuadro 2).

La prolificidad en la localidad de Carretas, Ver., se incrementó en 22 % y en el ambiente

Cuadro 1. Análisis de varianza línea x probador para rendimiento y otras variables en dos localidades del trópico de Veracruz.

| F. V.                | G.L. | Días a flor masculina | Altura de planta | Prolificidad | Rendimiento t/ha |
|----------------------|------|-----------------------|------------------|--------------|------------------|
| Bloque               | 1    | 0.1                   | 1527.0 **        | 16.5 **      | 0.3              |
| Localidad            | 1    | 6.7 *                 | 4863.0 **        | 13205.3 **   | 55.2 **          |
| Líneas (A)           | 22   | 6.6 **                | 816.1 **         | 855.2 **     | 1.8 **           |
| Probador (B)         | 1    | 23.0 **               | 15.0 **          | 577.5 **     | 13.4 **          |
| Línea x Probador     | 22   | 3.4 **                | 371.4 **         | 332.9 **     | 1.9 **           |
| Línea x Localidad    | 22   | 1.9 *                 | 174.8 **         | 236.9 **     | 0.7              |
| Probador x Localidad | 1    | 1.2                   | 184.0 **         | 141.8 **     | 1.7              |
| A x B x Localidad    | 22   | 0.8                   | 286.1 **         | 167.5 **     | 0.7              |
| Error experimental   | 91   | 0.8                   | 268.7            | 150.9        | 0.5              |
| Total                | 183  |                       |                  |              |                  |
| C. V. (%)            |      | 1.7                   | 7.3              | 10.8         | 8.5              |

\*, \*\* significativos al 5 y 1 % de probabilidad, respectivamente.

Cuadro 2. Promedios de las variables días a flor, altura de planta, prolificidad y rendimiento en cultivares tropicales en dos localidades de Veracruz.

| Genealogía   | Días a flor masculina | Altura de planta (cm) | Prolificidad (%) | Rendimiento t/ha |
|--|-----------------------|-----------------------|------------------|------------------|
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -37        | 53                    | 231                   | 127              | 9.473            |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -7         | 53                    | 232                   | 114              | 9.203            |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -49        | 53                    | 236                   | 114              | 8.938            |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -51        | 53                    | 226                   | 116              | 8.781            |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -24        | 53                    | 230                   | 110              | 8.685            |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -17        | 53                    | 239                   | 125              | 8.676            |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -1         | 52                    | 237                   | 105              | 8.623            |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -3         | 52                    | 221                   | 116              | 8.622            |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -39        | 51                    | 221                   | 113              | 8.606            |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -15        | 52                    | 206                   | 110              | 8.565            |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -46        | 51                    | 229                   | 106              | 8.377            |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -31        | 54                    | 227                   | 144              | 8.350            |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -32        | 51                    | 226                   | 111              | 8.347            |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -14        | 51                    | 220                   | 118              | 8.307            |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -8         | 52                    | 229                   | 109              | 8.283            |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -27        | 54                    | 245                   | 103              | 8.232            |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -2         | 53                    | 212                   | 118              | 8.216            |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -48        | 52                    | 230                   | 110              | 8.183            |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -52        | 52                    | 221                   | 126              | 8.004            |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -45        | 53                    | 222                   | 101              | 7.983            |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -16        | 51                    | 224                   | 104              | 7.957            |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -10        | 52                    | 203                   | 97               | 7.767            |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -40        | 54                    | 216                   | 124              | 7.469            |
| (**) x Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -4  | 52                    | 224                   | 104              | 8.539            |
| (**) x Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -12 | 53                    | 234                   | 117              | 8.421            |
| TH TTC 82  | 55                    | 213                   | 100              | 8.184            |
| Media  | 52                    | 225                   | 114              | 8.419            |
| DMS (0.01)   | 1.27                  | 23.01                 | 17.24            | 1.07             |

\*\* cruza simple (43-46-2-3-2 x V524-223-1-7).



Cuadro 3. Comportamiento promedio de las características días a flor, altura de planta, prolificidad y rendimiento en el ciclo Otoño-Invierno.

| Localidad          | Días a flor masculina | Altura de planta (cm) | Prolificidad (%) | Rendimiento t ha <sup>-1</sup> |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|--------------------------------|
| V. U. Galván, Ver. | 52                    | 220                   | 105              | 7.862                          |
| Carretas, Ver.     | 53                    | 230                   | 122              | 8.978                          |
| Media              | 52.5                  | 225                   | 114              | 8.420                          |

Cuadro 4. Promedios de las variables bajo estudio en dos localidades del trópico de Veracruz para dos tipos de probadores.

| Genealogía                                | Días a flor masculina | Altura de planta (cm) | Prolificidad (%) | Rendimiento t ha <sup>-1</sup> |
|---|-----------------------|-----------------------|------------------|--------------------------------|
| (43-46-2-3-2 x V524-223-1-7) <sup>1</sup> | 52                    | 225                   | 116              | 8.690                          |
| VAN 555 <sup>2</sup>                      | 53                    | 226                   | 112              | 8.150                          |
| Media                                     | 52.5                  | 225.5                 | 114              | 8.420                          |
| DMS (0.01)                                | 0.374                 | 6.79                  | 5.08             | 0.295                          |

probador uno (Cruza simple)<sup>1</sup>, probador dos (Variedad Antonio Narro)<sup>2</sup>.

Cuadro 5. Resultados promedios de las características bajo estudio en la interacción línea x probador en ciclo Otoño-Invierno. Veracruz.

| Genealogía                                  | Días a flor    |                | Altura planta  |                | Prolificidad   |                | Rendimiento    |                |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|   | P <sub>1</sub> | P <sub>2</sub> | P <sub>1</sub> | P <sub>2</sub> | P <sub>1</sub> | P <sub>2</sub> | P <sub>1</sub> | P <sub>2</sub> |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -1  | 52             | 52             | 238            | 237            | 104            | 107            | 8.973          | 8.274          |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -2  | 52             | 53             | 211            | 213            | 101            | 135            | 7.895          | 8.538          |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -3  | 52             | 52             | 217            | 225            | 112            | 119            | 8.351          | 8.895          |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -7  | 52             | 55             | 239            | 224            | 119            | 107            | 9.509          | 8.898          |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -8  | 52             | 52             | 238            | 221            | 110            | 108            | 8.557          | 8.010          |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -10 | 51             | 53             | 208            | 199            | 101            | 94             | 8.537          | 6.999          |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -14 | 51             | 52             | 215            | 226            | 119            | 118            | 8.388          | 8.227          |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -15 | 51             | 52             | 203            | 208            | 117            | 104            | 9.401          | 7.731          |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -16 | 51             | 51             | 233            | 215            | 110            | 98             | 8.434          | 7.480          |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -17 | 53             | 53             | 243            | 235            | 139            | 110            | 9.685          | 7.667          |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -24 | 54             | 53             | 224            | 236            | 112            | 108            | 8.884          | 8.487          |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -27 | 55             | 54             | 259            | 232            | 109            | 105            | 8.179          | 8.286          |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -31 | 54             | 54             | 230            | 225            | 152            | 136            | 8.640          | 8.061          |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -32 | 51             | 51             | 219            | 233            | 109            | 114            | 8.634          | 8.060          |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -37 | 52             | 54             | 232            | 230            | 134            | 120            | 9.173          | 9.774          |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -39 | 51             | 52             | 224            | 218            | 112            | 113            | 9.223          | 7.981          |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -40 | 51             | 56             | 202            | 229            | 126            | 122            | 7.780          | 7.159          |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -45 | 53             | 54             | 221            | 223            | 104            | 98             | 8.442          | 7.524          |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -46 | 51             | 51             | 229            | 229            | 105            | 105            | 8.642          | 8.113          |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -48 | 52             | 52             | 219            | 242            | 111            | 108            | 8.116          | 8.251          |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -49 | 52             | 54             | 233            | 239            | 120            | 109            | 9.303          | 8.574          |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -51 | 53             | 53             | 218            | 236            | 107            | 125            | 8.908          | 8.656          |
| Tutifruti x Comp. Cardel S <sub>3</sub> -52 | 52             | 52             | 226            | 216            | 135            | 116            | 8.211          | 7.798          |
| Media                                       | 52             | 53             | 225            | 226            | 116            | 112            | 8.690          | 8.150          |
| THTC 82                                     | 55             |                | 213            |                | 100            |                | 8.184          |                |

Probador 1 (P<sub>1</sub>=43-46-2-3-2 x V524-223-1-7), Probador 2 (P<sub>2</sub>= VAN 555).

de Galván, Ver., en un 5 %, lo cual repercutió directamente en el rendimiento obteniéndose 1.116 t/ha más en la primera localidad, no obstante, la altura de planta fue más alta (10 cm), factor limitante en la región por el ataque de barrenador y los fuertes vientos que causan grandes pérdidas en el acame. La floración fue similar en ambas localidades (Cuadro 3).

Los probadores utilizados poseen diferente constitución genética, lo cual permite clasificar las líneas y determinar cual probador es mejor; la teoría señala, que un probador de estrecha base genética explota los efectos de la varianza no aditiva reflejándose en una mayor heterosis. Los resultados de esta investigación indican que el probador de reducida base genética (43-46-2-3-2 x V524-223-1-7) presenta un mejor comportamiento obteniendo un rendimiento de 8.690 t/ha, siéndo diferente estadísticamente a la Variedad 555 hasta por 0.540 t/ha, lo cual coincide con López Pérez (1986) quien indica que el usar como probador una cruza simple permite además de discriminar las líneas, obtener híbridos trilineales. El comportamiento en días a floración, altura de planta y prolificidad en ambos probadores fue similar (Cuadro 4).

En el Cuadro 5 se presentan las medias de las variables en la interacción línea x probador, donde se determinó que el probador uno cruza simple (43-46-2-3-2 x V524-223-1-7) maximizó la ganancia en rendimiento de las líneas con una media de 8.690 t/ha en relación al probador dos (VAN 555) que muestra una media de 8.150 t/ha. Con la cruza simple sobresalieron las líneas Tutifruti x Compuesto Cardel 17 con 9.685; la 7 con 9.509, la 15 con 9.401, la 49 con 9.303, la 39 con 9.233 y la 37 con 9.173 t/ha; esta última línea (37) mostró mejor comportamiento con la VAN 555 produciendo 9.774 t/ha, lo cual hace que ocupe el primer lugar con los dos probadores (9.473 t/ha). En general, el probador de reducida base genética (cruza simple) fue mejor al probador de amplia base genética (VAN 555) en las variables días a floración, altura de planta, prolificidad y rendi-

miento; es así, como la respuesta de la heterosis para rendimiento fue superior para el primer probador; sin embargo, en la comparación de medias se tiene un valor de DMS de 1.41 t/ha en donde la VAN 555 presenta un grupo más que la cruza simple siendo el probador dos (variedad VAN 555) el que mostró mejor discriminación de las líneas, resultados similares reportan Thompson y Rawlings (1960) y Paz (1973).

## CONCLUSIONES

La variabilidad genética existente entre las líneas derivadas de Tutifruti x Compuesto Cardel permitió realizar una buena selección, es así, como se detectó que la línea 37 y 7 fueron las más productivas con los dos probadores y en los dos ambientes con rendimientos de 9.473 y 9.203 t/ha, respectivamente.

Las líneas que mejor combinaron con el primer probador (43-46-2-3-2 x V524-223-1-7), obteniendo así los híbridos trilineales superiores a los testigos son la 17, 7, 15, 49, 39 y 37, donde sus rendimientos oscilan entre 9.685 a 9.173 t/ha. La línea 37 presentó el mejor comportamiento con el probador dos (VAN 555) con un rendimiento de 9.774 t/ha.

Es un hecho que con el uso de diferentes probadores se obtiene la máxima información, logrando seleccionar el germoplasma descado y cultivares comerciales a corto plazo (híbridos). En este caso, el probador más valioso por la productividad que proporciona a sus cruza fue el de reducida base genética (43-46-2-3-2 x V524-223-1-7); pero el probador más apropiado para la discriminación y clasificación de las líneas fue el de amplia base genética (VAN 555).

## BIBLIOGRAFÍA

- Abdull, H., M. Pollak, and Paul N. Hinz. 1994. Evaluation of cateto maize accession for grain yield and physical grain quality traits. *Crop Sci.* 34:265-



269.

- Cedillo G., V. 1985. Comportamiento de 26 líneas de maíz derivadas de V-524 en un estudio de aptitud combinatoria con tres tipos de probadores. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 73 p.
- Chávez A., J. L. 1995. Mejoramiento de Plantas II. 2a. ed. Editorial Trillas. México, D. F.
- Hallauer, A. R. and J. B. Miranda. 1988. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State University. Press/Ames. pp. 159-294.
- Hiorth G., E. 1985. Genética Cuantitativa I: Fundamentos Biológicos. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Argentina. 223 p.
- Horner, E. S., W. H. Chapman, and H. W. Lundy. 1972. Commercial utilization of three products of recurrent selection for specific combining ability in maize crop. *Crop Sci.* 12:602-604.
- Hull, F. H. 1945. Recurrent selection for specific combining ability in corn. *J. Am. Soc. Agron.* 37:134-145.
- Jenkins, M. T. 1935. The effect of inbreeding and selection within inbred lines of maize upon the hybrids made after successive generations of selfing. *Iowa State J. Sci.* 3:429-450.
- Latournerie L., M. 1990. Comportamiento de 35 líneas de maíz del trópico seco con tres probadores. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- López P., E. 1986. Comparación entre diferentes probadores para evaluar líneas de maíz. Folleto de Divulgación. Vol. 1, No. 7. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. pp. 2-5.
- Márquez S., F. 1988. Genotecnica Vegetal. AGT Editores. México. 186 p.
- Matzinger, D. F. 1953. Comparison of three types of testers for the evaluation on inbred lines of corn. *Agron. J.* 45:493-495.
- McLean, S. D., S. K. Vasal; S. Pandey and G. Srinivasan. 1997. The use testers to exploit heterosis in tropical maize at CIMMYT *In: Book of Abstracts. The genetics and exploitation of heterosis in crops. An international symposium. Mexico, D. F., pp. 26-27.*
- Oyervides G., A. 1986. Estudio de la importancia económica de tres caracteres morfológicos del maíz. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 151 p.
- Paz J., R. 1973. Variedades de bajo rendimiento *versus* variedades de alto rendimiento como probadores para medir ACG de líneas autofecundadas. Rama de Genética. Chapingo, México. pp. 43-55.
- Rawlings, J. O. and D. L. Thompson. 1960. Evaluation of four testers of different ear heights of corn. *Agron. J.* 52:617-620.
- Rawlings, J. O. and D. L. Thompson. 1962. Performance level as criterion for the choice of maize testers. *Crop Sci.* 2:217-220.
- Romero C., M. G. 1996. Evaluación de líneas tropicales de maíz en forma *per se* y en cruza con dos probadores para determinar su aptitud combinatoria. Tesis Profesional. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 74 p.
- Sprague, G. F. and L. A. Tatum. 1942. General *versus* specific combining ability in single crosses of corn. *J. Am. Soc. Agron.* 34:923-932.
- Vasal, S. K., H. Córdova; S. Pandey, and G. Srinivasan. 1997. Tropical maize and heterosis *In: Book of Abstracts. The genetics and exploitation of heterosis in crops. An international symposium. Mexico, D. F. pp. 270-271.*
- Vega M., C., E. Navarro, J. Espinoza, J. L. Guerrero y G. A. Burciaga. 1998. Selección de líneas para formar híbridos de maíz dulce ricos en lisina: Probadores. *Agronomía Mesoamericana* 9(2):57-60.