

Identificación de líneas sobresalientes de frijol negro opaco en dos sistemas de producción en Zacatecas

Identification of outstanding opaque black bean lines in two production systems in Zacatecas

José Ángel Cid Ríos^{1*}, Rodolfo Velásquez Valle¹, Reveles Hernández Manuel¹, Luis Manuel Serrano Covarrubias² y Ulises Aranda Lara³.

¹ Campo Experimental Zacatecas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Km. 20.5 Carretera Zacatecas Fresnillo, Calera, V. R., Zacatecas, México. CP 98500. Tel. 018000882222 Ext 82320.

² Centro Regional Universitario del Centro Norte (CRUCEN). Universidad Autónoma de Chapingo. Carretera Zacatecas-Fresnillo km. 24.5. CP. 98053. 4781090128, 5959521500. EXT. 3023.

³ Campo Experimental Río Bravo, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Carretera Matamoros-Reynosa km 61, Río Bravo, Tamaulipas.

*Autor para correspondencia: cid.angel@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue identificar líneas de negro opaco sobresalientes en rendimiento en baja interacción genotipo ambiente (IGA) bajo condiciones de riego y temporal en Zacatecas. Se establecieron 36 líneas de frijol negro opaco provenientes de un vivero de observación del CEZAC, evaluando bajo dos sistemas de producción: bajo condiciones de riego por goteo y temporal. Para cada sistema se utilizó un diseño de bloques incompletos látice rectangular 6 x 6 más el testigo regional Negro Zacatecas en dos repeticiones y para cada sistema de producción. Los resultados del análisis combinado se identificaron once genotipos de mayor rendimiento respecto al testigo regional donde los rendimientos los primeros oscilan entre 2.813 y 2.142 t ha⁻¹, y el testigo obtuvo 1.626 t ha⁻¹. Además, el modelo AMMI permitió identificar los genotipos 170, 168, 187, 90, 44, 29, 141, 132, 137, 149, y 142 como estables y de baja interacción con genotipo por ambiente, además, superan al testigo con 42.2 y 24.09 por ciento comparados con el testigo. Los genotipos 168 y 170 pudieran ser considerados como progenitores en la generación de nuevas progenies. Sin embargo, se deben evaluar en múltiples localidades para confirmar la estabilidad de los genotipos en los ambientes de evaluación.

Palabras clave: genotipos, frijol, ambientes, rendimiento.

ABSTRACT

The aim of this work was to identify outstanding lines of opaque black in low (IGA) genotype environment interaction under irrigation and rainfed conditions in Zacatecas. 36 lines of opaque black beans were established from a CEZAC observation nursery, evaluating under two production systems; under drip irrigation and rainfed conditions. For each system, a 6 x 6

rectangular lattice incomplete block design plus the Negro Zacatecas regional control in two repetitions and for each production system. The results of the combined analysis were identified eleven genotypes with the highest yield compared to the regional control where their yields range from 2,813 to 2,142 tons. ha⁻¹, and the control showed 1,626 tons. ha⁻¹. In addition, the AMMI model allowed identifying genotypes 170, 168, 187, 90, 44, 29, 141, 132, 137, 149, and 142 as stable and with low interaction with genotype per environment; in addition, they surpass the control with 42.2 and 24.09 percent compared to the control. Genotypes 168 and 170 could be considered as progenitors in the generation of new progeny. However, they must be evaluated at multiple locations to confirm the stability of the genotypes in the testing environments.

Keywords: genotypes, bean, environments, yield.

INTRODUCCIÓN

El estado de Zacatecas es el principal productor de frijol en México, ya que tan solo en ese estado se establece el 38.58 de la superficie nacional para el cultivo de frijol. También es importante señalar que de las 356,685 hectáreas destinadas para producción de frijol que se establecen en el estado de Zacatecas, el 53.99 por ciento de la superficie se establece con frijol negro, tipo opaco o brillante. La mayoría de los productores de frijol en el estado de Zacatecas señalan como necesidad la disponibilidad de variedades de frijol negro para condiciones de riego y temporal. Rosales *et al.*, (2020), señalan que para la generación de variedades de frijol tipo negro deben tomar en cuenta las características comerciales; buen tamaño de grano y buen rendimiento en condiciones de riego. Es conveniente evaluar las líneas mejoradas bajo condiciones de riego para

observar el comportamiento morfo-agronómico de las líneas, así como calidad de grano, rendimiento y la calidad nutracéutica (Rosales-Serna *et al.*, 2019). Así mismo, es importante realizar la evaluación del nuevo germoplasma bajo condiciones de temporal, donde además del rendimiento, componentes de rendimiento, se evalúe la tolerancia a enfermedades comunes de la región y se identifiquen los genotipos adaptados a múltiples ambientes (López *et al.*, 2001). El efecto diferencial de precipitación en ambientes, con humedad adecuada y escasez, permite seleccionar materiales estables en múltiples ambientes y con menor interacción genotipo por ambiente (Tosquy-Valle, 2019). El objetivo del estudio fue identificar líneas de negro opaco sobresalientes en rendimiento en baja interacción genotipo ambiente IGA bajo condiciones de riego y temporal en Zacatecas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en las instalaciones del Campo Experimental Zacatecas (CEZAC), del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), localizado en el Municipio de Calera de Víctor Rosales, Zac. Se establecieron 36 líneas de frijol negro opaco provenientes de un vivero de observación del CEZAC, bajo dos sistemas de producción: bajo condiciones de riego por goteo, donde la unidad experimental consto de tres metros lineales y la distancia entre surcos fue de 0.76 m y 10 cm entre plantas. La siembra fue manual y fue realizada el día 19 de junio del 2020, estableciendo la semilla por cada línea, y colocando una línea regante por surco con distancia entre emisor de 20 cm, aplicando ocho horas de riego para asegurar la germinación. La primera escarda fue realizada a los quince días después de la siembra donde se aprovechó para aplicar la fertilización al suelo con la dosis 50-60-30 (N-P205-K20, respectivamente). La segunda escarda fue realizada a los 30 días después de la primera. También se realizó un deshierbe manual. Solo se aplicó un riego de cuatro horas en llenado de grano.

El segundo sistema de producción fue establecido bajo condiciones de temporal. El día 26 de junio de presentaron 18.8 mm los cuales fueron aprovechados para establecer el experimento el día 28 de junio del 2020. La primera escarda fue realizada a los quince días después de la siembra donde se aprovechó para aplicar la fertilización al suelo con la dosis 30-50-00 (N-P205-K20, respectivamente). La segunda escarda fue realizada a los 20 días después de la primera. Para cada sistema de producción se realizaron dos deshierbes manuales

Para cada fecha de siembra los genotipos fueron establecidos bajo cada sistema un diseño de bloques incompletos látice rectangular 6 x 6 más el testigo regional Negro Zacatecas en dos repeticiones y para cada sistema de producción.

Para el análisis estadístico se usó el diseño de bloques completos al azar en dos ambientes.

El modelo fue ($Y_{ijk} = \mu + A_i + G_j + AG_{ij} + B(i)j + E_{ijk}$), que describe los efectos de ambientes (A), genotipos (G), y la interacción genotipo por ambiente (GA_{ij}), el efecto de bloques ($B(i)j$) y el efecto del error (E_{ijk}); para la separación de medias se utilizó la prueba de rango múltiple de Duncan con $\alpha = 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1, se muestra la temperatura y precipitación acumulada durante el desarrollo del cultivo, donde se registró un total de 471 mm de precipitación, incluyendo 18 mm en tercera decena de junio, humedad que se aprovechó para el establecimiento del cultivo. La precipitación logró mantener el cultivo con humedad adecuada en floración y comienzo de la etapa reproductiva, por lo que se pudiera considerar que el rendimiento en ambas localidades no fue afectado por estrés de humedad.

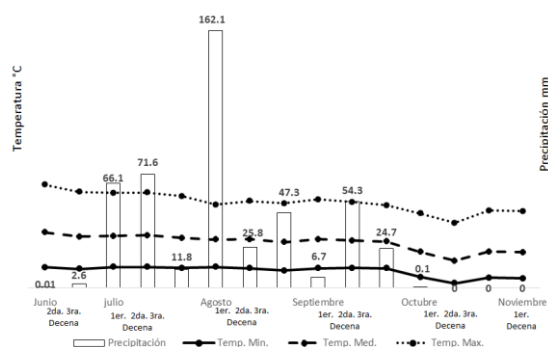


Figura 1. Temperaturas; máxima, mínima y media de precipitación acumulada por decenas en el ciclo de cultivo dentro del Campo Experimental Zacatecas.

El análisis de varianza combinado para rendimiento por hectárea mostró diferencias altamente significativas entre ambientes ($P \leq 0.005$), sin embargo, para genotipos ($P \leq 0.149$), y en la interacción genotipo por ambiente ($P \leq 0.598$), no se encontraron diferencias significativas. De acuerdo con estos resultados, los materiales presentan baja interacción, aunque se requiere información

del efecto de más localidades para confirmar resultados coinciden con lo reportado por su estabilidad. Los genotipos de mayor (Acosta-Gallegos *et al.*, 2012) quienes rendimiento fueron 170, 168, 187, 90, 44, 29, observaron que las localidades de prueba 141, 132, 137, 149, y 122 los cuales superan al (ambientes) fueron las que más influyeron en el testigo con 42.2 y 24.09 por ciento en orden la variación del rendimiento. decreciente respecto al testigo (Tabla 1). Los

Tabla 1. Comparación de medias para rendimiento por hectárea, del análisis combinado de 36 líneas más el testigo regional Negro Zacatecas bajo riego y temporal en ciclo Primavera-verano 2020.

Línea	Rendimiento (Ton.ha ⁻¹)	Línea	Rendimiento (Ton.ha ⁻¹)	Línea	Rendimiento (Ton.ha ⁻¹)	Línea	Rendimiento (Ton.ha ⁻¹)
170	2.813 a	184	2.126 abcdef	144	1.776 abcdef	115	1.379 cdef
168	2.700 ab	104	2.083 abcdef	85	1.772 abcdef	107	1.44 f
187	2.631 ab	57	2.057 abcdef	172	1.760 abcdef	10	1.04 f
90	2.510 abc	138	2.032 abcdef	103	1.684 abcdef	134	0.96 f
44	2.439 abc	6	2.001 abcdef	177	1.658 abcdef		
29	2.423 abcd	156	1.975 abcdef	500*	1.626 abcdef		
141	2.384 abcd	194	1.944 abcdef	77	1.626 abcdef		
132	2.290 abcde	86	1.892 abcdef	94	1.626 abcdef		
137	2.276 abcde	54	1.878 abcdef	13	1.604 abcdef		
149	2.145 abcde	18	1.826 abcdef	1	1.581 abcdef		
122	2.142 abcde	14	1.801 abcdef	185	1.547 bcdef		

Nota: Medias con la misma letra son estadísticamente igual. * Testigo Negro Zacatecas.

La variable rendimiento por hectárea, se estimó en cada genotipo y repetición al determinar el peso por parcela (kg) y se convirtió a kilogramos por hectárea. Para determinar los efectos de la interacción genotipo x ambiente (IGA) se utilizó el modelo AMMI. Cuanto menor sea el valor de la media de los componentes, menor será la contribución a la interacción y, en consecuencia, más estable es el genotipo; así, los genotipos estables y de alto rendimiento pueden ser identificados en el gráfico CP (Zobel *et al.*, 1988). Los genotipos presentan un comportamiento similar para el rendimiento, los que se encuentran alineadas en proyecciones verticales tienen similar rendimiento, en tanto aquellos ubicados en el mismo nivel horizontal presentan una interacción similar. Aunque los tratamientos presentaron diferencias en rendimiento, se encontraron tratamientos con la misma interacción. De acuerdo con Camargo *et al.*, 2010) los tratamientos estables son los más cercanos al cero. Yan (2002), señala que el genotipo ideal se identifica estadísticamente por contar con la mayor longitud del vector, para el peso de cien semillas y con el valor cercano a cero, el tratamiento ideal es el de mayor peso de cien semillas y estable en todos los ambientes. El análisis multivariado de la interacción genotipo por ambiente (AMMI) para

rendimiento indicó que 59.5 % de la variación se la explicó el ambiente, 13.79 la interacción y el 26.71 % el genotipo. López-Salinas *et al.*, (2015), señalan que la evaluación de genotipos en diversos ambientes permite identificar genotipos estables de alto rendimiento y mayor adaptación, por lo que se requiere ampliar las localidades para confirmar la estabilidad de los genotipos. Ya que el enfoque común para la selección de genotipos, es el alto rendimiento, y que muestren estabilidad en los ambientes (Gauch, 2013; Pereira *et al.*, 2009).

En la Figura 2, se observa que los genotipos que presentan un comportamiento similar para

rendimiento. Los genotipos 168 y 170 se identifica estadísticamente por contar con la mayor longitud del vector para el rendimiento y con el valor cercano a cero, en segundo lugar, se encuentran los genotipos; 187, 44, 141, 90, 184, 149, los genotipos de menor rendimiento, pero estables en los ambientes 103, 13, 66, 144, 6, 104 y 177. Los genotipos de menor rendimiento 134, 15, 10, 1, 107 y 185 fueron los de menor rendimiento y menos estables en los ambientes.

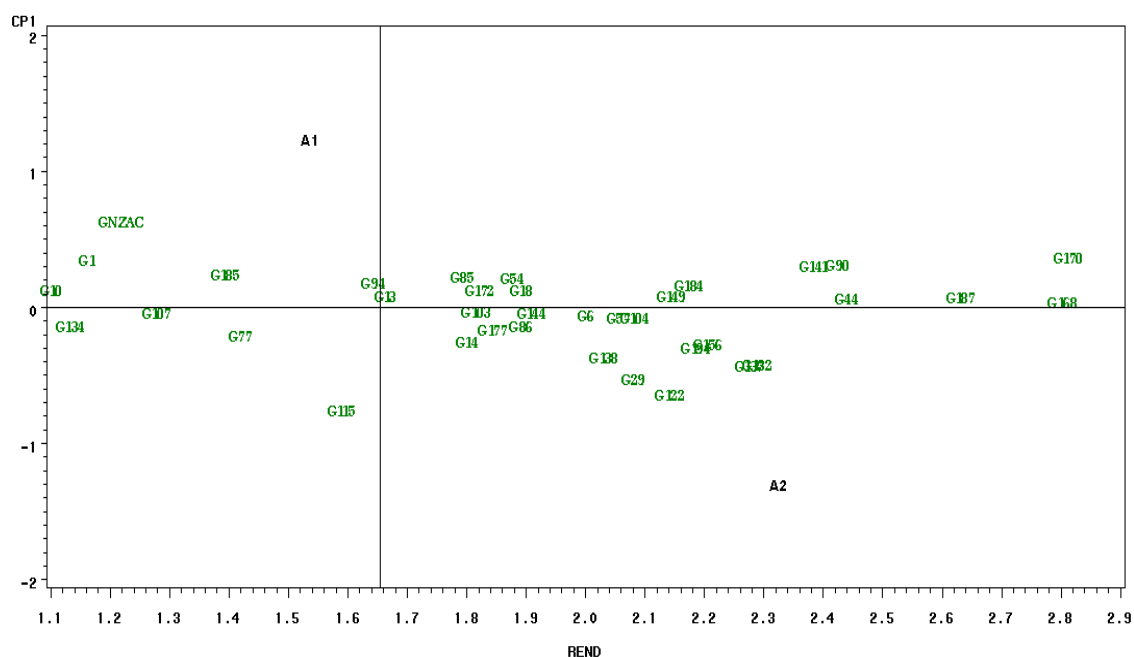


Figura 2. Componente principal y el rendimiento por hectárea por ambiente del modelo AMMI de treinta y siete genotipos de frijol negro opaco. G = genotipo, por ejemplo, GNZAC = Negro Zacatecas. A1= ambiente temporal. A2 ambiente riego.

CONCLUSIONES

El modelo AMMI permitió identificar las líneas de frijol negro opaco superiores en rendimiento por hectárea con base a su nivel de interacción

con el ambiente. Por lo que estos genotipos estables que pueden ser utilizados en futuros programas de mejoramiento genético.

Los genotipos 168 y 170 pudieran ser considerados como progenitores en la generación de nuevas progenies.

LITERATURA CITADA

- Acosta-Gallegos J. A., E. Espinoza-Trujillo B., Sánchez-García M., Jiménez-Hernández Y., Salinas-Pérez R. A., Rosales-Serna R., Zandate-Hernández R. y González-Rivas C. 2012. Adaptación del frijol tipo flor de junio a diferentes ambientes de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 15:427 – 438.
- Camargo R. V. P., Moda-Cirino V., Destro D., Fonseca J., N. da S. and Cavenaghi P., C. E. 2010. Adaptability and stability for the trait grain yield for the color and black commercial groups in common bean. *Ciencias Agrarias, Londrina* 31:39-54
- Gauch Jr., H. G. 2013. A simple protocol for AMMI analysis of yield trials. *Crop Science* 53: 1860-1869.
- López O., Cano O., Villar B., Cumpián J., Ugalde F. J. y López V. O. 2001. Evaluación de líneas de frijol negro, en Veracruz y Chiapas, México. *Agronomía Mesoamericana* 12: 129-133.
- Pereira H. S., Melo L. C., De Faria L. C., Cabrera D. J. L., Del Peloso M. J., Cáprio da C. J. G., and Wendlan A. 2009. Stability and adaptability of carioca common bean genotypes in states of the central South Region of Brazil. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 9:181-188.
- Rosales S., R., H. Flores G., y S. Santana E. 2020. NOD 1, variedad mejorada de frijol negro opaco para el estado de Durango. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Dgo., México. 28 p
- Rosales-Serna R., Flores-Gallardo H., Nava-Berumen C. A. y Ortiz-Sánchez I. A. 2019. Rendimiento y calidad de grano en líneas mejoradas de frijol cultivadas bajo riego en Durango, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 42:39-42.
- Tosquy-Valle O. H., Villar-Sánchez B., Rodríguez-Rodríguez J. R., Ibarra-Pérez F. J., Zetina-Lezama R., Andrés-Meza P. y Anaya-López J. L. 2019. Adaptación de genotipos de frijol negro a diferentes ambientes de Veracruz y Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 10: 1301-1312.
- Yan, W. 2002. Singular-value partitioning in biplot analysis of multienvironment trial data. *Agronomy Journal* 94: 990-996.

Zobel W. R., Wright J. M., and Gauch H. Jr. G.
1988. Statistical Analysis of a Yield
Trial. Crop Science 80:387- 393.