



MAÍZIFICANDO CONCIENCIA

XII CONGRESO NACIONAL DE MAÍZ

Eje

Genética y mejoramiento

8, 9 y 10 de Noviembre
Pergamino, BA
UNNOBA



Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Ministerio de Economía
Argentina

20
22





EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA ADAPTATIVA DE POBLACIONES DE MAÍZ EN DISTINTAS FECHAS DE SIEMBRA, EN LA ZONA SEMIÁRIDA CENTRAL DE CÓRDOBA

Monsierra, L.¹; Quiroga, N.¹; Piedra, D.¹; Pérez, G.T.¹; Mansilla, P. S. ¹

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.

lmonsierra@agro.unc.edu.ar; nquiroga@agro.unc.edu.ar; day.piedra@mi.unc.edu.ar; gaperez@agro.unc.edu.ar; pmansilla@agro.unc.edu.ar

EVALUATION OF THE ADAPTIVE RESPONSE OF MAIZE POPULATIONS IN DIFFERENT SOWING DATES, IN THE CENTRAL SEMI-ARID ZONE OF CÓRDOBA

Abstract

The objective of this work was to evaluate the adaptive response of maize introduced populations and landraces, cultivated at different sowing dates during 2021/22 cycle in the central semi-arid zone of Córdoba. On December 16, 2021 (FS 1) and January 11, 2022 (FS 2), twelve maize populations (introduced and landraces) were planted in the Campo Escuela (FCA - UNC) under a randomized complete block design, with two replications. Male (FM) and female (FF) flowering periods (days from sowing), interval between anthesis and silk (FF-FM), harvested plants (PC), lodged plants (PA), prolificacy and grain yield (R) of the populations were estimated. Data were analyzed by ANOVA and InfoStat/Professional software was used. The later sowing date advanced FM and FF, but did not affect the interval between anthesis and silk. Also, decreased PC and prolificacy, while increased PA. In FS 2, a significant decrease in the mean yield of all populations was observed. The CDP, CDC and CDO populations presented higher grain yield on both sowing dates. The planting date showed a marked effect on the adaptive response of populations. This study represents substantial preliminary advances to identify the best genotypes as well as the most suitable sowing date to continue with the process of adaptive evaluation of these populations.

Palabras claves

Mejoramiento genético, rendimiento

Keywords

Open-pollination, adaptation.



Introducción

El maíz (*Zea mays L.*) constituye la gramínea anual estival de mayor importancia en los planteos agrícolas en nuestro país. Durante la campaña 2021/2022, se sembraron 8,64 millones de hectáreas, con un rinde estimado de 68,8 q ha⁻¹, alcanzando una producción total de 51 millones de toneladas (Bolsa de Comercio de Rosario, 2022).

Las variedades de polinización libre de maíz, a diferencia de los híbridos, son genéticamente heterogéneas, lo que significa que cada población es una mezcla de genotipos (Domínguez-Hernández et al., 2022). Sumando a ello, la introducción de genes reguladores de caracteres productivos no presentes en materiales adaptados es una de las principales estrategias para aumentar la variabilidad genética (Bertola y Monsierra, 2021). Esta variabilidad dentro y entre poblaciones puede aprovecharse para implementar diferentes esquemas de selección recurrente, con el fin de domesticar y mejorar genotipos para obtener nuevas variedades (Acosta Roca et al., 2013).

El Programa de Maíces Especiales de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba (FCA – UNC) trabaja en la adaptación y obtención de germoplasma de distintos tipos varietales de maíz en la región semiárida central de la provincia de Córdoba. La introducción, adaptación y caracterización de nuevos materiales brinda importantes recursos genéticos para productores locales. Simultáneamente, los genotipos obtenidos representarían alternativas para expandir la biodiversidad de los sistemas agrícolas y proporcionar la materia prima para la producción de alimentos a base de maíz (Mansilla et al., 2021). Sin embargo, la obtención de nuevo germoplasma implica la evaluación de los materiales en distintos ambientes, a fin de detectar variedades con adaptabilidad y alto potencial de rendimiento en condiciones ambientales específicas, como base para iniciar su mejoramiento genético. En función de esto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta adaptativa de poblaciones introducidas de distintos tipos de maíz, cultivadas en dos fechas de siembra durante el ciclo 2021/22, en la zona semiárida central de la provincia de Córdoba.

Materiales y métodos

Ubicación

El estudio se realizó en el Campo Escuela de la FCA – UNC, ubicado Camino a Capilla de los Remedios, km 15,5 (31° 28' 49,42" S y 64° 00' 36,04" O), zona central de la provincia de Córdoba. El predio corresponde a la Zona Agroeconómica Homogénea XA, región fitogeográfica Chaqueña. Posee suelos Haplustoles, con buenas condiciones físicas y químicas para uso agrícola (Ghida Daza y Sánchez, 2009).

La región se caracteriza por tener un clima templado semiárido, con una temperatura media de 17°C y una amplitud térmica de 14°C. El régimen pluviométrico ronda los 780 mm anuales (Bolsa de Cereales de Córdoba, 2018).



Material genético

Se trabajó con 12 poblaciones, locales e introducidas de diversos orígenes: 1 provista por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) (MX), 3 provenientes de bancos de germoplasma de Perú y Bolivia (PMP, GR, AR) y 8 brindadas por productores locales del norte argentino (Salta y Jujuy), a través del trabajo conjunto (PR, PZ, BB, CDO, CDC, CDP, CS, PB). El germoplasma estuvo conformado, en su mayoría, por maíces pigmentados, como se muestra en la Figura 1. Se utilizó como testigo una variedad de polinización libre de maíz morado (MOR), obtenida por selección adaptativa en la región semiárida y registrada como cultivar en el Instituto Nacional de Semillas (INASE).

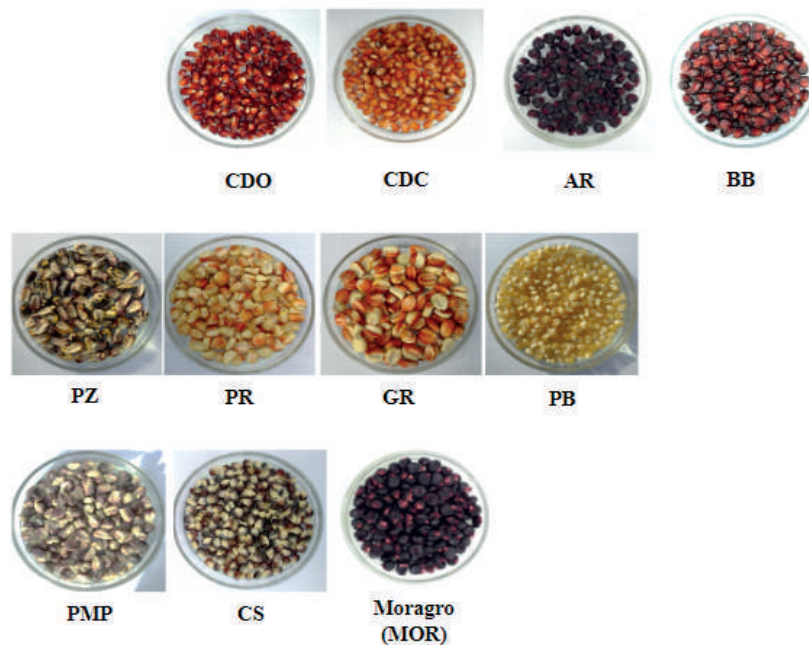


Figura 1. Semillas de poblaciones introducidas de maíces pigmentados.

Metodología a campo

Las poblaciones fueron sembradas en dos fechas de siembra: 16 de diciembre de 2021 (FS 1) y 11 de enero de 2022 (FS 2), bajo un diseño en bloques completos al azar, con dos repeticiones. Se usó una densidad de 70.000 pl ha⁻¹, con fertilización nitrogenada previo a la siembra.

Debido a las condiciones de sequía que prevalecieron durante las primeras etapas de cultivo, se realizó un único riego por aspersión post-siembra. Cuando las plantas llegaron a estado adulto, se seleccionaron aquellas con mejores características per se, y sin síntomas de enfermedades. Éstas fueron aisladas y cruzadas con polen de la misma población, mediante un estricto protocolo para evitar contaminación, con el fin de obtener semilla para la próxima generación. En cada fecha de siembra, se midieron las siguientes variables: periodo de siembra a floración masculina (FM) y femenina (FF) (días), intervalo de floración (FF-FM) (días); plantas a cosecha (PC) (%), plantas acamadas a cosecha (PA) (%) y prolificidad. Se estimó el rendimiento (R) sobre el total de plantas de cada población y los resultados fueron ajustados al 14 % de humedad y expresados en quintales por hectárea (qq ha⁻¹).



Análisis Estadístico

Los datos se analizaron con el software InfoStat/Professional 2020 (Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba). Se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) para la variable rendimiento, y se utilizó el test de comparación de Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (DGC) con un nivel de significancia $p < 0,05$ (Di Rienzo et al., 2002).

Resultados y discusión

En la FS 2, se observó un adelanto tanto de FM y FF en la mayoría de las poblaciones, sin presentar grandes variaciones en el intervalo de floración respecto a la FS 1, excepto para la población MX (12 días) (Fig. 2). La población PMP presentó el mayor intervalo de floración en ambas fechas de siembra (12 y 10 días para FS 1 y FS 2, respectivamente). La etapa de floración es el periodo más crítico durante el desarrollo del cultivo, ya que tiene gran influencia en la determinación del rendimiento. Esta característica es altamente afectada por condiciones climáticas, pues las altas temperaturas aceleran el desarrollo del cultivo, debido a una mayor tasa de acumulación de calor, acortando el ciclo fenológico y disminuyendo la interceptación de radiación solar (Gómez Ayala, 2021). Consistentemente, otros autores indicaron que el tiempo de floración y la sensibilidad al fotoperíodo están influenciados por genes menores, que determinan la adaptación de las plantas al ambiente e influyen en el intercambio de germoplasma entre regiones con diferentes latitudes (Li et al., 2020). En este sentido, otros estudios demostraron variaciones en el período de floración de germoplasma introducido, originario de zonas con mayores altitudes a las de la región central de Argentina (Eyherávide, 2015; Mansilla et al., 2021).

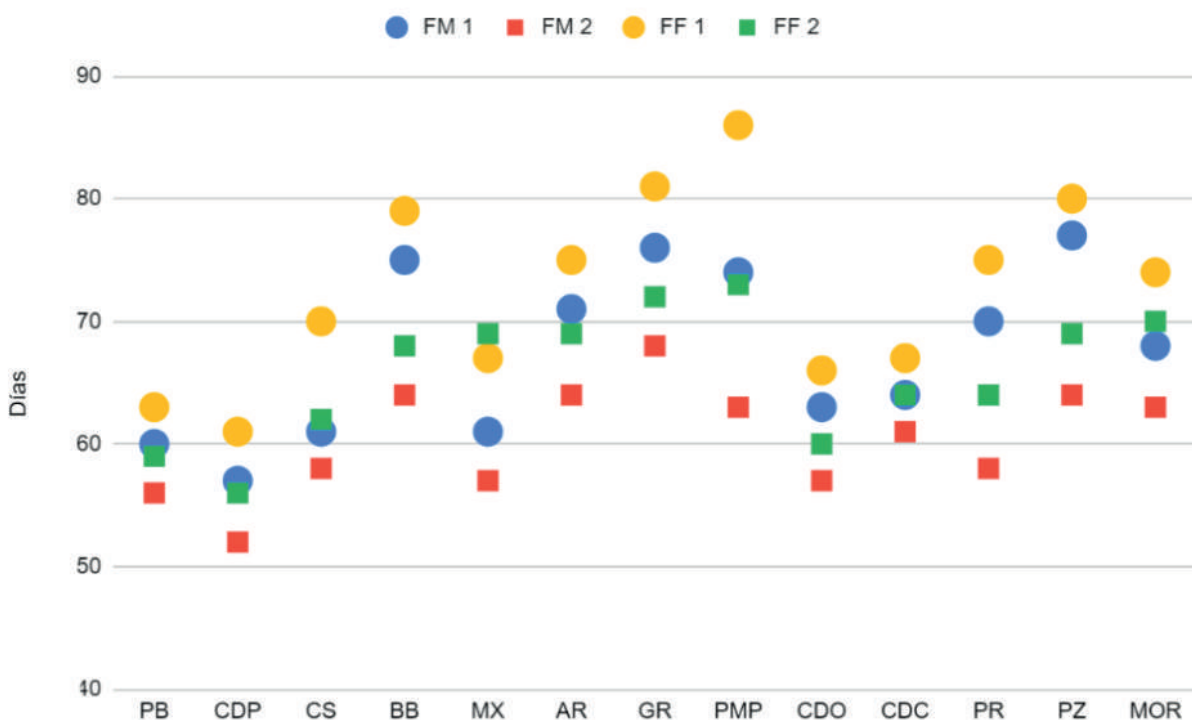


Figura 2. Días desde siembra a floración masculina y femenina, según la fecha de siembra. FM 1: Periodo de floración masculina de la primera fecha de siembra; FM 2: Periodo de floración masculina de la segunda fecha de siembra; FF 1: Periodo de floración femenina de la primera fecha de siembra; FF 2: Periodo de floración femenina de la segunda fecha de siembra.



El retraso de la fecha de siembra provocó una disminución en PC y prolificidad, mientras que se observó un aumento en PA (Tabla 1). El incremento en el acame pudo deberse a la ocurrencia de fuertes vientos en etapas tempranas del cultivo. Sin embargo, Bertola y Monsierra (2021) reportaron una prolificidad, PC y PA de maíces adaptados a la región semiárida de Córdoba semejante a la FS 1. Estudios afines obtuvieron resultados similares al comparar fechas de siembra entre materiales exóticos y locales (Gómez Espejo et al., 2015).

POBLACIÓN	PC (%)		PA (%)		PROLIFICIDAD	
	FS 1	FS 2	FS 1	FS 2	FS 1	FS 2
PB	97	98	6	15	1,4	1,2
CDP	100	98	6	22	1,3	1
CS	96	89	20	49	1,2	1,3
BB	100	88	32	19	1,1	1
MX	94	89	3	47	1,1	0,7
AR	85	83	24	61	1,1	0,9
GR	86	66	47	60	1,1	0,9
PMP	79	53	43	48	0,8	0,2
CDO	97	88	21	36	1,3	1,2
CDC	100	94	31	71	1,2	1,2
PR	77	65	21	50	1,1	0,8
PZ	84	44	18	70	1	0,9
MOR	95	91	18	20	1	0,7

Tabla 1. Plantas a cosecha (PC), plantas acamadas (PA) y prolificidad de poblaciones introducidas de maíz sembradas en dos fechas de siembra (FS 1 y FS 2).

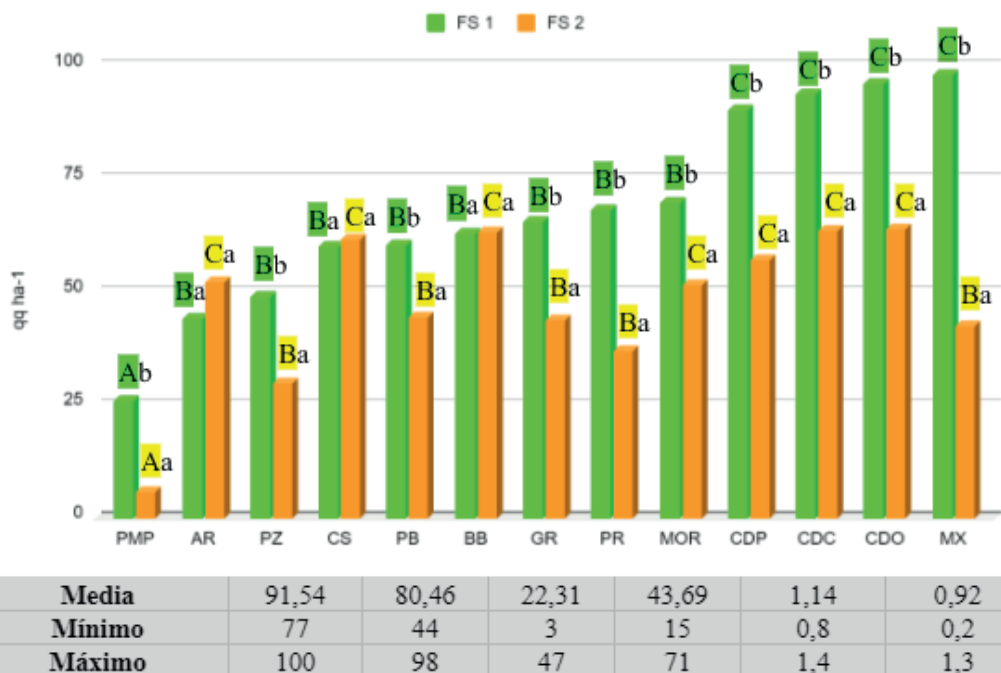


Figura 4: Rendimiento de los genotipos en dos fechas de siembra tardía. Valores seguidos por letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) dentro de la misma fecha de siembra. Valores seguidos por letras minúsculas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre fechas de siembra.



Se observaron diferencias significativas en el rendimiento de las poblaciones, entre y dentro de las fechas de siembra (Fig. 3). Las poblaciones MX, CDO, CDC y CDP presentaron los mayores rindes en la FS 1 (97,92; 95,84; 93,7; 90,05 qq ha⁻¹, respectivamente), superando al testigo. En la FS 2, se observó una disminución significativa del rendimiento medio de todas las poblaciones (de 68,61 a 48,62 qq ha⁻¹), cuyos valores máximos fueron los genotipos CDO, CDC, BB, CS, CDP, AR y MOR (63,86; 63,58; 63,1; 61,74; 57,13; 52,1; 51,56 qq ha⁻¹, respectivamente). Al igual que en FS 1, la población PMP en la FS 2 presentó el menor rendimiento (5,8 qq ha⁻¹), lo que sugiere una menor respuesta adaptativa al ambiente (Fig. 3). Mercau y Otegui (2014) informaron que los rendimientos disminuyen en siembras más tardías respecto a fechas tempranas. No obstante, otros estudios indicaron que los rindes en distintas fechas dependen del grado de adaptación de los materiales (Stehli et al., 1999).

Conclusiones

La fecha de siembra evidenció un marcado efecto sobre la respuesta adaptativa de las poblaciones estudiadas durante 2021/2022. Este estudio permitió lograr avances preliminares en la identificación tanto de los mejores genotipos como de la época de siembra más adecuada para continuar con el proceso de evaluación adaptativa de estos materiales.

Las poblaciones CDP, CDC y CDO presentaron los mejores rendimientos en ambas fechas de siembra. Esto indicaría una mejor respuesta adaptativa a la región, aunque resulta necesario realizar nuevos ciclos de evaluación para establecer conclusiones más consistentes.

Esta investigación aporta avances relacionados a la adaptabilidad de estos genotipos en la zona y permitirá continuar con futuras investigaciones para el mejoramiento aplicado de maíz.

Agradecimientos

Al Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Provincia de Córdoba. (Res. MINCyT N° 000077/2019.9
A la Secretaría de Ciencia y Tecnología – Universidad Nacional de Córdoba. (Res. 411-18).

Referencias bibliográficas

- Acosta Roca R.; Martínez Cruz M.; Colomer López A. R. y Ríos Labrada H. (2013). Evaluación morfoagronómica de una población de maíz (*Zea mays*, L.) en condiciones de polinización abierta en el municipio Batabanó, provincia Mayabeque. *Cultivos Tropicales*, 34 (2), 52-60. Recuperado en 19 de septiembre de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362013000200009&lng=es&tlng=pt.
- Bertola A. y Monsierra L. (2021). Adaptación y mejoramiento genético de maíces especiales con importancia regional para la zona semiárida central de la provincia de Córdoba. Tesis de grado para optar el título de Ingeniera Agrónoma. Facultad de Ciencias Agropecuarias – Universidad de Córdoba. Córdoba, Argentina.
- Bolsa de Cereales de Córdoba (2018). Anuario Meteorológico 2018. Red de Estaciones Meteorológicas del Departamento de Información Agroeconómica. Recuperado en 19 de septiembre de 2022 de https://es.scribd.com/document/336995943/Anuario-Meteorologico-2016#fullscreen&from_embed.
- Bolsa de Comercio de Rosario (2022). Informe de estimación mensual nacional para el ciclo 2022/2023. Recuperado en 19 de septiembre de: <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/gea/estimaciones-nacionales-de-produccion/estimaciones>
- Domínguez-Hernández E.; Gaytán-Martínez M.; Gutiérrez-Urbe J. A. and Domínguez-Hernández M. E. (2022). The nutraceutical value of maize (*Zea mays* L.) landraces and the determinants of its variability: A review, *Journal of Cereal Science*, Volume 103, 103399, ISSN 0733-5210, <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2021.103399>.
- Di Rienzo J.; Guzmán A.; and Casanoves, F. (2002). A multiple comparisons method based on the distribution of the root node distance of a binary tree. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 7:1-14.
- Eyhérbide, G. H. (2015). Bases para el manejo del cultivo de maíz. INTA Pergamino. Buenos Aires, Argentina.
- Ghida Daza C. y Sánchez C. (2009). Zonas Agroeconómicas Homogéneas Córdoba. INTA Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. 268 pp.
- Gómez Ayala M. (2021). Análisis de la variación en caracteres cuantitativos en una población panmítica de maíz. Tesis para obtener el Título de Maestra en Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del estado de Morelos. Morelos, México
- Gómez Espejo A. L.; Molina Galán J. D.; García Zavala J. J.; Mendoza Castillo M. del C. y de la Rosa Loera, A. (2015). Poblaciones exóticas originales y adaptadas de maíz. I: variedades locales de clima templado x variedades tropicales. *Revista fitotecnia mexicana*, 38(1), 57-66.
- Li Z.; Liu X.; Xu X.; Liu J.; Sang Z.; Yu K.; Yang Y.; Dai W.; Jin X. and Xu Y. (2020). Favorable haplotypes and associated genes for flowering time and photoperiod sensitivity identified by comparative selective signature analysis and GWAS in temperate and tropical maize. *The Crop Journal*, 8:227-242. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cj.2019.09.012>
- Mansilla P. S.; Bongianino N. F.; Nazar M.C. and Pérez G.T. (2021). Agronomic and chemical description of open-pollinated varieties of opaque-2 and purple maize (*Zea mays* L.) adapted to semiarid region of Argentina. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 68:2351–2366. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10722-021-01133-4>.

Mercau J.L. and Otegui M.E. (2014). A modeling approach to explore water management strategies for late-sown maize and double-cropped wheat-maize in the rainfed Pampas region of Argentina. "Practical Applications of Agricultural System Models to Optimize the Use of Limited Water". (Editores: Ahuja, L.R., Ma, L., Lascano, R.J.) 351-374.

Stehli A.; Soldati A. and Stamp P. (1999). Vegetative performance of tropical high land maize (*Zea mays* L.) in the field. *J. Agron. Crop Sci.* 183: 193–198.