

## INTRODUCCIÓN

La producción de maíz en la Argentina se triplicó en la última década debido a la expansión del área cosechada hacia ambientes más restrictivos (1). Las bajas densidades utilizadas en estos ambientes promueven la producción de múltiples espigas por planta, más de una espiga fértil por vástago (prolificidad; 3 y 4) y/o espigas de vástagos secundarios (macollos; 2). Dichos mecanismos casi no han sido tenidos en cuenta por el mejoramiento, siendo una fuente de plasticidad vegetativo-reproductiva que podría resultar de interés. La existencia de variabilidad genotípica en estos atributos es uno de los aspectos más importantes para la elaboración de un plan de mejoramiento genético. Sin embargo aún no se han abordado trabajos que hayan evaluado dicha variabilidad en fuentes de germoplasma útiles (e.g., líneas endocriadas e híbridos derivados en ensayos dialélicos) para estudios más detallados de control génico de los caracteres que confieren plasticidad.

**El objetivo de este trabajo fue analizar la variabilidad de la plasticidad vegetativo-reproductiva (macollaje y prolificidad) de líneas endocriadas de maíz del INTA Pergamino, para la posterior selección de líneas contrastantes y el desarrollo de híbridos que expresen los distintos patrones de plasticidad fenotípica (i.e., macolladores, prolíficos, macolladores-prolíficos y no macolladores-no prolíficos).**

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Experimento a campo:** dos campañas, 2020/21 (Exp.1) y 2021/22 (Exp.2) en la EEA Pergamino del INTA (33°56' S, 60°34' W), Bs. As., Argentina.

**Germoplasma:** 13 líneas endocriadas desarrolladas por el programa de mejoramiento de INTA Pergamino con rasgos contrastantes de plasticidad vegetativo-reproductiva: L1233, LP1212, L1571, L3556, LP179, LP2542, LP4703, LP923, Protog., LP598, Mac-1, Mac-2 (solo Exp.1), LP1044 (solo Exp.2).

**Diseño experimental:** bloques completos aleatorizados con 2 (Exp.1) y 3 (Exp.2) repeticiones.

**Condiciones de cultivo:** Densidad de siembra: 2 pl m<sup>-2</sup>. Fecha de siembra: 13/11 Exp.1 y 11/11 Exp.2. Los ensayos fueron en secano sobre un suelo Argiudol Típico, fertilizados con N, P y S, y mantenidos libres de malezas, plagas y enfermedades.

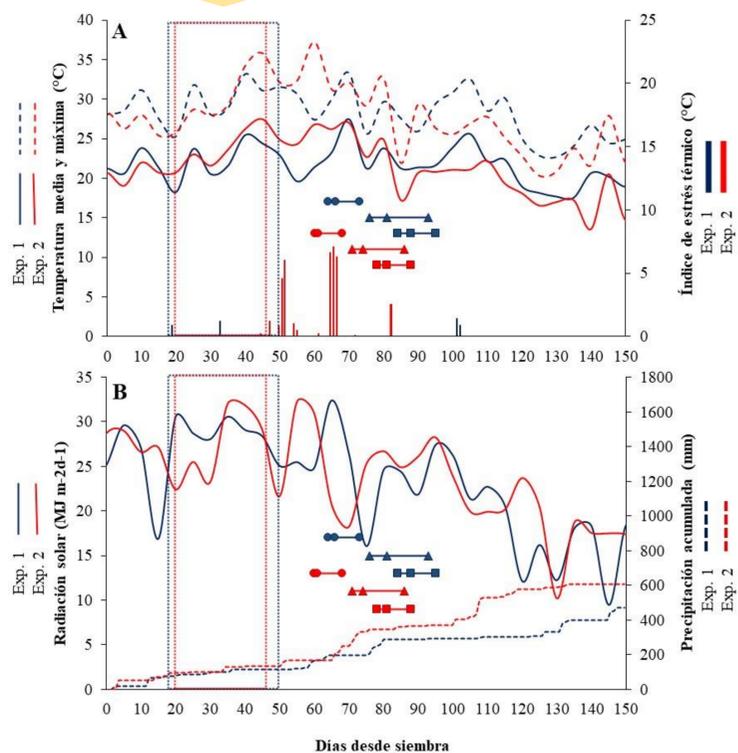
**Mediciones:** Se registró la temperatura media y máxima del aire, la radiación solar global incidente y las precipitaciones con una estación meteorológica ubicada en el sitio del ensayo. Dentro de cada parcela se cuantificó a madurez fisiológica (i) el número de espigas granadas, (ii) el número de granos, (iii) el peso individual de los granos y (iv) el rendimiento, discriminando por tipo de vástago y espiga (espigas apicales, sub-apicales y espigas de macollos). Adicionalmente, se registró la fecha de antesis del vástago principal y de macollos, y la floración femenina de cada una de las espigas del vástago principal y de macollos.

**Análisis estadístico:** Los atributos fueron evaluados mediante análisis de la varianza (ANVA) utilizando el programa Infostat (Di Rienzo et al., 2019) y análisis de regresión lineal para establecer las relaciones entre las variables analizadas.

## RESULTADOS

### Condiciones meteorológicas:

Las temperaturas medias y máximas resultaron mayores en el Exp.2, siendo especialmente desfavorables para la línea más precoz que para las líneas de floración más tardía, registrándose un importante índice de estrés térmico durante los 15 días previos y hasta la floración (Fig. 1A). La radiación incidente, en cambio, fue similar entre años, al igual que la precipitación acumulada desde la siembra (Fig. 1B).



**Figura 1:** Valores de temperatura media y máxima e índice de estrés térmico (A) y valores de radiación y precipitación acumulada (B) para los 2 experimentos analizados (Exp.1, en azul y Exp.2, en rojo). Los símbolos en las líneas horizontales indican la fecha de floración de la espiga apical (izquierda), sub-apical (centro) y de macollos (derecha) de las líneas endocriadas de floración temprana (círculos; L1233), intermedia (triángulos; L1571, L3556, LP179, LP2542, LP4703, LP923, Protog.) y tardía (cuadrados; LP1044, LP598, MAC-1, LP1212). Los rectángulos de líneas punteadas señalan el período V3-V14 para Exp 1 (azul) y Exp. 2 (rojo).

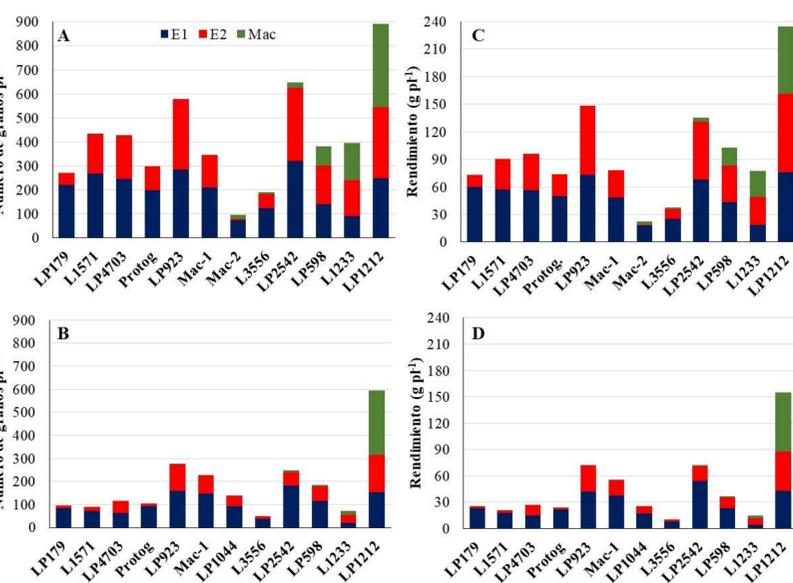
**Tabla 1:** Valores de probabilidad P de los cuadrados medios del efecto del genotipo (G), del Año (A) y de la interacción G×A., y coeficientes de variación (CV) para los rasgos analizados en las 13 líneas endocriadas de maíz.

FACTOR	Genotipo	Año		G×A			
		Exp.1	Exp.2	P	P		
Espigas granadas (espigas pl <sup>-1</sup> )	Apical	0.62	3.0	0.38	5.1	0.10	0.75
	Subapical	<0.001	12.1	0.001	31.2	<0.001	0.04
	Macollos	0.002	77.4	<0.001	75.9	0.03	0.02
Rendimiento (g pl <sup>-1</sup> )	Total	0.001	13.6	<0.001	15.8	0.001	0.08
	Apical	<0.001	8.7	<0.001	33.0	<0.001	0.01
	Subapical	<0.001	9.9	<0.001	41.4	<0.001	<0.001
Número de Granos (granos pl <sup>-1</sup> )	Macollos	<0.001	66.9	<0.001	116.0	0.03	0.09
	Total	<0.001	9.2	<0.001	28.1	<0.001	0.001
	Apical	<0.001	8.9	0.008	32.4	<0.001	0.001
Rendimiento (g espiga <sup>-1</sup> )	Subapical	<0.001	9.3	<0.001	40.8	<0.001	<0.001
	Macollos	<0.001	59.9	<0.001	147.3	0.02	0.10
	Total	<0.001	9.6	<0.001	30.8	<0.001	<0.001

### Patrones de expresión fenotípica. Rendimiento y componentes numéricos:

La expresión de la plasticidad vegetativo-reproductiva varió significativamente entre años (P<0.05) y entre las líneas analizadas (P<0.01), con excepción del número de espigas apicales (≈1 espigas pl<sup>-1</sup>) (Tabla 1). En el Exp.1 las líneas presentaron dos patrones marcados de expresión fenotípica de plasticidad vegetativo-reproductiva: 6 con **fenotipo prolífico** (Mac-2, L3556, LP2542, LP598, L1233 y LP1212) y 6 con **fenotipo prolífico-macollador** (LP179, L1571, LP4703, Protog., LP923 y Mac-1) (Fig. 2A), con marcadas diferencias en número de espigas debidas a las espigas sub-apicales y/o de macollos (Tabla 1). En el Exp.2 se evidenció una reducción en la cantidad de **espigas granadas** totales por planta, atribuidas al menor número de espigas sub-apicales y de macollos (Tabla 1; Fig. 2B).

**Figura 2 (derecha):** Espigas granadas por planta discriminadas por tipo de espiga: apical (E1), sub-apical (E2) y de macollos (Mac) de 13 líneas endocriadas de maíz evaluadas durante la campaña 2020/21 (A) y 2021/22 (B). El ordenamiento de las líneas de menor a mayor número de espigas por plantas durante la campaña 2020/21 se respetó para la campaña 2021/22.

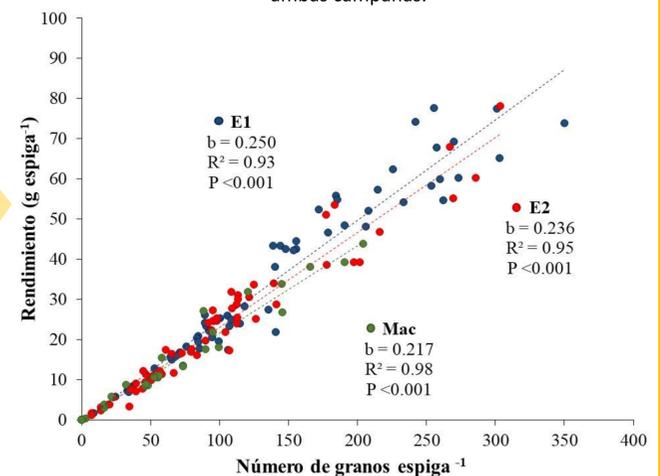


Al igual que para el número de espigas granadas, se registró una reducción en el **número de granos** y el **rendimiento** por planta en el Exp.2 (Fig. 3). Dicha reducción fue principalmente debida a la disminución en el aporte de granos de espigas sub-apicales y en menor medida de apicales y de macollos.

**Figura 3 (Izquierda):** Número de granos por planta (A, B) y rendimiento por planta (C, D), discriminados por tipo de espiga: apical (E1), sub-apical (E2) y de macollos (Mac) de 13 líneas endocriadas de maíz evaluadas durante la campaña 2020/21 (A, C) y 2021/22 (B, D). El ordenamiento de las líneas de menor a mayor número de espigas por plantas durante la campaña 2020/21 (Fig. 2A) se respetó para todos los rasgos presentados en ambas campañas.

Se encontró una relación estrecha ( $R^2 > 0.93$ ;  $P < 0.001$ ) entre el rendimiento y el número de granos de los distintos tipos de espigas (Fig. 4); observándose, en promedio, una mayor fijación de granos y mayor peso individual de los granos provenientes de la espiga apical (E1=250 mg), en contraposición con la menor fijación y peso de los granos de las espigas de macollos (Mac=217 mg).

**Figura 4:** Relación entre el rendimiento y el número de granos de espigas apicales (E1), sub-apicales (E2) y de macollos (Mac) de 13 líneas endocriadas de maíz evaluadas durante los dos años experimentales. El valor "b" (pendiente de la recta de regresión) estima el peso individual del grano promedio de cada tipo de espiga.



## REFERENCIAS

- Maddonni, et al. (2021). *Agronomía y Ambiente*, 41(2), 84–99.
- Rotili, et al. (2020). *Field Crops Research*, 255. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107900>.
- Parco, et al (2020). *Field Crops Research*, 256. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107912>.
- Parco, et al. (2022). *Field Crops Research*, 284. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2022.108553>.

## CONCLUSIONES

- Las líneas endocriadas de maíz analizadas en este trabajo presentaron variabilidad genotípica para los mecanismos de plasticidad vegetativo-reproductiva (macollaje y prolificidad) (Tabla 1).
- Se destacan las líneas LP923 como prolífica y LP1212 como prolífica-macolladora. Ambas lograron los mayores rendimientos y números de granos en cada tipo de espiga, independientemente del año considerado (Fig. 3).
- Para esta caracterización no se encontraron los fenotipos solo macolladores y no macollador-no prolíficos.
- Así como para el genotipo, también se evidenció un efecto del año y de la interacción G×A en los atributos evaluados.



Este trabajo fue financiado por: 103BA. UBACyT 2018 y PICT 2018-03925 RAICES.  
Este proyecto forma parte del GET RED UBA DE MAÍZ (<https://www.agro.uba.ar/GET/reduba-demaiz>).