

## Maíz tardío sembrado en baja densidad como una opción en ambientes limitantes

Maltese N.E.<sup>1</sup>, Melchiori R.J.M.<sup>1</sup>, Kunzi E.Y.<sup>2</sup>, Modon G.<sup>3</sup> y Coll L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Producción INTA EEA Paraná

<sup>2</sup>Actividad privada (Ea. La Vigilancia)

<sup>3</sup>Alumno FCA-UNER

---

*Frente a escenarios de alto riesgo climático y económico, la elección de la densidad de siembra en maíz tiene alto impacto en el costo del cultivo a la vez que su ajuste en bajos niveles permite mantener un piso de rendimiento, mediante una mayor oferta de recursos por planta. Estas prácticas se evalúan a través de una red (<https://www.agro.uba.ar/GET/reduba-demaiz>), en la cual participan técnicos de la EEA INTA Paraná, que vincula a grupos de investigación nacionales, internacionales y empresas del sector privado.*

---

### Maíz de siembra tardía en región Pampeana y Entre Ríos

En los últimos años, en la región templada húmeda de la Argentina, se ha extendido la ventana de siembra de maíz hasta fechas más tardías (diciembre y hasta mediados de enero), buscando mejoras en la estabilidad del rendimiento interanual, a través de un balance hídrico más equilibrado en el periodo reproductivo (Maddonni, 2012). Este tipo de decisión, se basa en una estrategia de tipo defensiva (Ciancio *et al.*, 2016; Parco *et al.*, 2020), priorizando el criterio de estabilidad de los rendimientos a expensas de un menor rendimiento potencial dado por menor radiación solar y temperaturas durante el periodo reproductivo comparado con fechas de siembra tempranas (Maltese *et al.*, 2019). Una opción de este tipo, es particularmente de interés en ambientes de productividad limitada por restricciones de suelos o clima menos favorable, como ocurre en el norte de Entre Ríos. En la última década, la siembra tardía se expandió alcanzando cerca del 50% de la superficie total sembrada en la región pampeana (BCBA, 2020), aunque a nivel regional se ha mantenido, en promedio, entre 15 y 20% (BCER, 2020). Esta menor expansión, en una zona de alta variabilidad interanual del rendimiento del cultivo, quizás obedezca, entre otros aspectos, a una mayor presión de plagas, malezas, enfermedades fúngicas y menor calidad de granos, lo que incrementa el riesgo del cultivo.

### Ajustes en densidad de siembra y elección de híbridos

Frente a escenarios de alto riesgo, otra herramienta de manejo agronómico de tipo defensiva en maíz es la elección de la densidad de siembra (Rotili *et al.*, 2019). Su adecuación tiene alto impacto en el costo del cultivo a la vez que su ajuste en bajos niveles permite mantener un piso de rendimiento, a través de una mayor oferta de recursos por planta (nutrientes, agua, radiación solar).

Actualmente, el mercado de híbridos de maíz ofrece distintas opciones que permiten evaluarse en situaciones de reducciones en la densidad de siembra. Entre estas, la plasticidad vegetativa y/o reproductiva a través de la expresión de caracteres como incremento en el número de espigas por planta (prolificidad), contribución de granos en espigas fértiles de macollos y la flexibilidad en el tamaño de espiga (híbridos Flex), los cuales pueden operar compensando situaciones de menores densidades de plantas, bajo escenarios climáticos favorables.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la performance de híbridos de maíz con diferentes caracteres de plasticidad vegetativa y reproductiva en tres densidades de siembra bajo fecha de siembra tardía en un ambiente de bajo potencial de rendimiento.

### ¿Cómo se realizó esta experiencia?

Se condujo un experimento en cercanías de la localidad de Santa Elena (Estancia la Vigilancia, 30°56'24" S; 59°38'31" O) sobre un suelo Arguidol vértico.

Se evaluaron cuatro híbridos de maíz (Tabla 1) sembrados con tres densidades (2, 4 y 8 pl. m<sup>-2</sup>) en fecha tardía (02/01/2020). El experimento se dispuso con un diseño en bloques completos al azar, con tres repeticiones. Cada unidad experimental fue de 4 surcos de ancho separados a 0,52 m, con una longitud de 30 m.

**Tabla 1.** Híbridos evaluados y caracteres de plasticidad vegetativa y/o reproductiva.

| Híbrido                 | Carácter                                                                  |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1. AX7784 (Nidera)      | No prolífico con macollos abundantes y buena fertilidad en los mismos.    |
| 2. DM2738 (Don Mario)   | Plasticidad por prolificidad mas plasticidad por macollos.                |
| 3. DK69-10VT3P (Dekalb) | Plasticidad por prolificidad sin macollos.                                |
| 4. Next 22.6 (Brevant)  | Plasticidad por flexibilidad de espiga, prolificidad baja y sin macollos. |

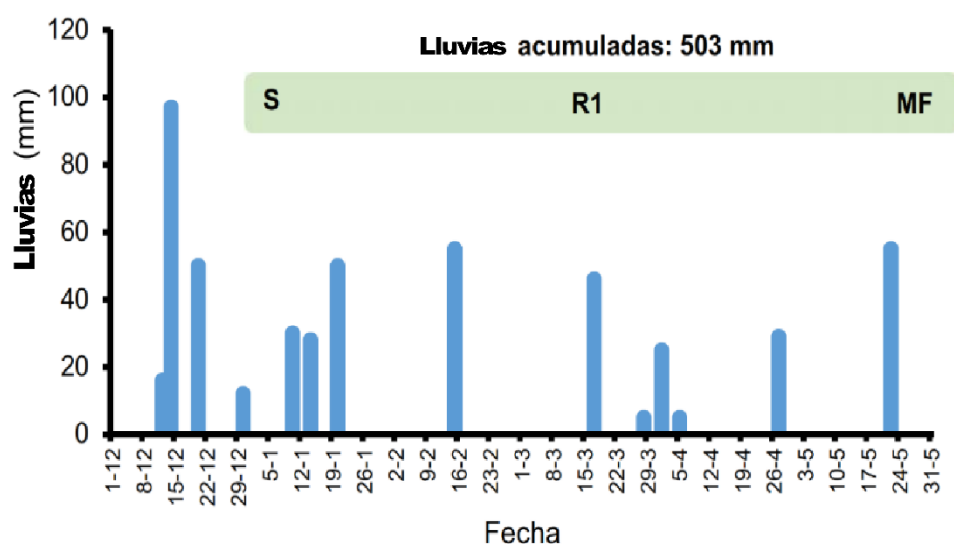
La siembra se realizó con una sembradora de dosificación de semillas a placa de 16 surcos a 0,52 m de separación, utilizando 4 surcos por genotipo. Al momento de la siembra se aplicaron 80 kg. ha<sup>-1</sup> de fosfato diamónico (FDA) y 100 kg ha<sup>-1</sup> de urea en banda al costado y debajo de la línea de siembra. Posteriormente, al estadio de 6 hojas (V6), se refertilizó el cultivo, con urea-nitrato de amonio (UAN) en una dosis de 130 l. ha<sup>-1</sup>.

Se registraron las variables rendimiento y sus componentes numéricos (peso de mil granos y n° de granos), n° de macollos y n° espigas por unidad de superficie. La interceptación de radiación fotosintéticamente activa (photosynthetically active radiation, PAR) se realizó con sensor lineal cuántico por encima del tope de la canopia y por debajo de la última hoja verde en la base de la misma en el estadio fenológico de R2.

Los resultados obtenidos, se analizaron con ANOVA y las comparaciones de medias se realizaron mediante un test LSD – Fisher. El software utilizado para los análisis fue InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2011).

### ¿Qué resultados obtuvimos?

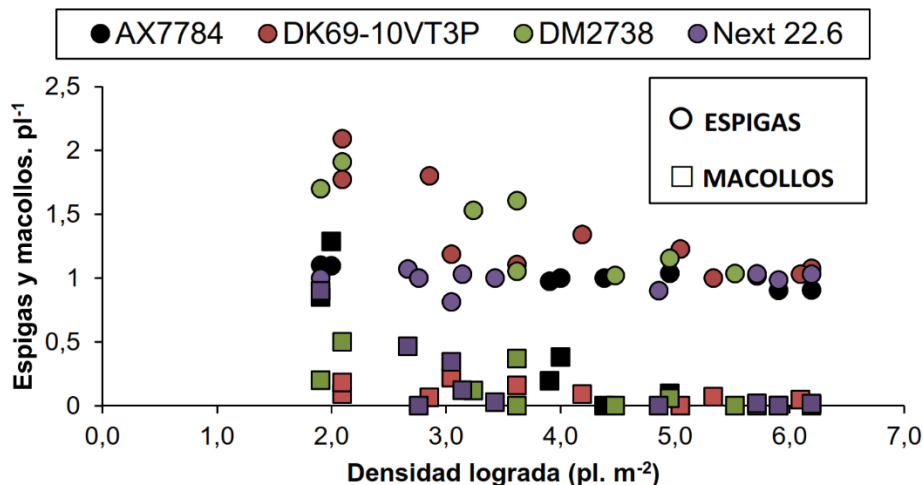
Las condiciones de implantación fueron óptimas, sin malezas presentes al momento de siembra y durante el desarrollo del cultivo hasta más allá de floración. La emergencia de algunas gramíneas hacia el final del ciclo, particularmente en las parcelas de baja densidad, no causó efectos de competencia al cultivo. La disponibilidad hídrica se estimó como adecuada, como consecuencia de la recarga del perfil previo a la siembra (diciembre) (Fig. 1), y precipitaciones suficientes para un buen crecimiento del cultivo. Particularmente, luego del 20 de enero las lluvias fueron menos frecuentes, aunque en el cultivo no se evidenciaron síntomas severos de déficit hídrico durante la estación de crecimiento.



**Fig. 1.** Lluvias diarias registradas durante el ciclo de cultivo de maíz en siembra tardía. El segmento verde representa el ciclo del cultivo e indica los momentos de siembra (S), floración (R1) y madurez (MF).

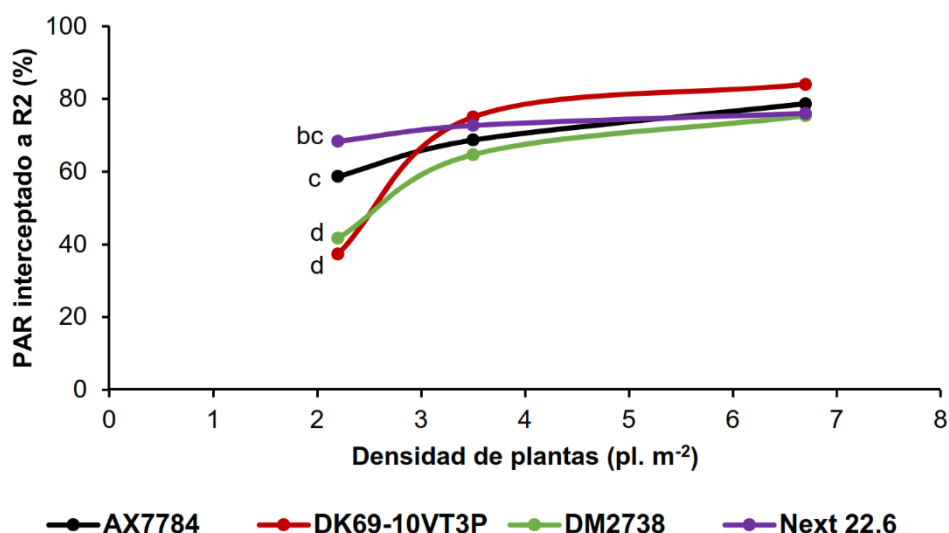
Las densidades de plantas logradas a madurez fueron de 2,2, 3,5 y 6,7 pl. m<sup>-2</sup> para 2, 4 y 8 pl. m<sup>-2</sup>, respectivamente. Los híbridos evaluados, expresaron los caracteres de plasticidad vegetativa y/o

reproductiva de la manera esperada (Fig. 2). En este sentido, se observó que el aumento en la densidad de plantas afectó negativamente la aparición de macollos y la prolificidad de espigas. Sin embargo, cuando la densidad de plantas fue menor, los híbridos DK69-10VT3P y DM2738 mostraron un incremento en su prolificidad por debajo de las 4 pl. m<sup>-2</sup>, mientras que AX7784 y Next 22.6 no modificaron éste carácter. Por otra parte, AX7784 mostró mayor cantidad de macollos por planta cuando la densidad fue en promedio 2 pl. m<sup>-2</sup>, mientras que no estuvieron presentes en densidades por encima de 4 pl. m<sup>-2</sup>. En Next 22.6 se registraron macollos cuando la densidad fue menor a 3 pl. m<sup>-2</sup>, sin embargo, los mismos no presentaron espigas fértiles.



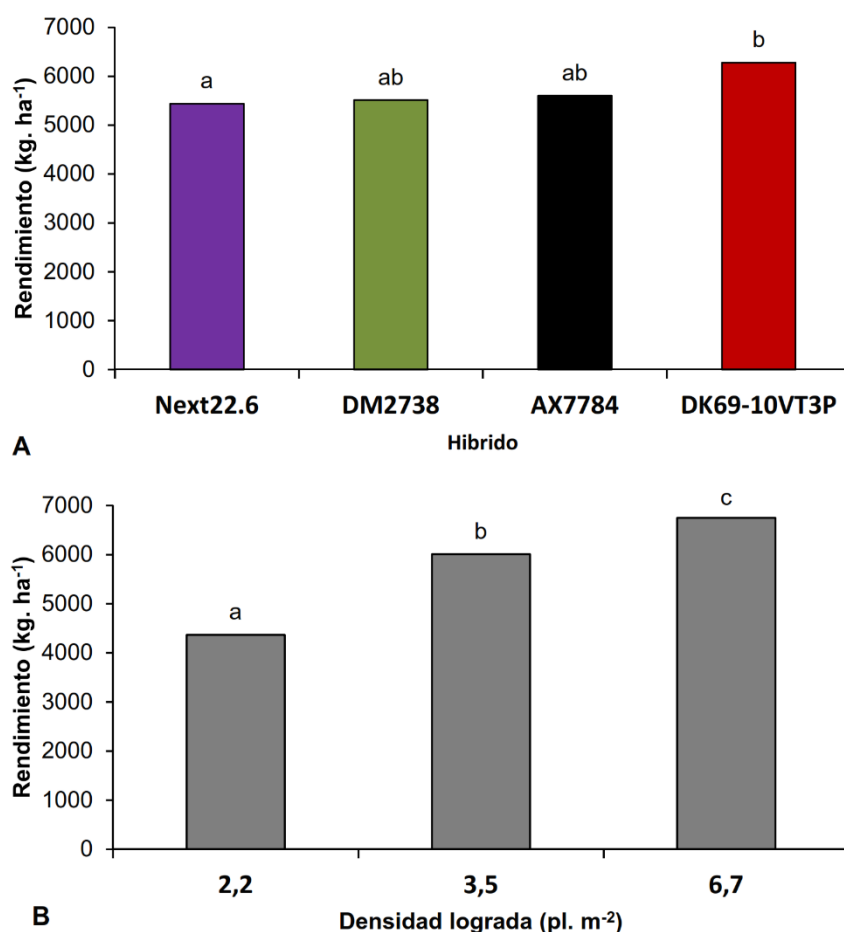
**Fig. 2.** Espigas (fértiles) y macollos (fértiles e infértiles) por planta en función de la densidad de plantas lograda a cosecha para cada híbrido analizado.

La Fig. 3 muestra el valor de PAR interceptado en R2 para los 4 híbridos y las 3 densidades evaluadas. En general, ninguna combinación de tratamientos logró alcanzar el índice de área foliar (IAF) crítico del 95%. El valor de PAR interceptado varió diferencialmente según el híbrido (interacción de híbrido x densidad de plantas,  $P < 0,05$ ). En este sentido, la densidad de plantas lo afectó positivamente, sin embargo, los híbridos solo se diferenciaron en bajas densidades de plantas, donde Next 22.6 y AX7784 presentaron mayor interceptación de radiación que DM2738 y DK69-10VT3P (Fig. 3), lo cual fue asociado principalmente a la presencia de macollos (Fig. 2).



**Fig. 3.** Radiación fotosintéticamente activa (PAR) interceptada en R2 por cuatro híbridos en 3 densidades de plantas (2,2, 3,5 y 6,7 pl. m<sup>-2</sup>). Letras diferentes indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre híbridos para una misma densidad de plantas.

El rendimiento medio del ensayo fue de 5709 kg. ha<sup>-1</sup>, comparable al registrado en la región (Fig. 4A-B). Para esta variable, no se registró interacción significativa de híbrido x densidad de plantas ( $P>0,05$ ), por lo cual las fuentes de variación se analizaron separadamente. El híbrido de mayor rendimiento fue DK 69-10VT3P, pero solo se diferenció estadísticamente de Next 22.6 ( $P<0,05$ ), mientras que el resto de los híbridos no mostraron diferencias significativas en rendimiento (Fig. 4A). Por otra parte, independientemente del híbrido, el incremento de la densidad de plantas tuvo un efecto positivo sobre el rendimiento (Fig. 4B), probablemente debido a las buenas condiciones hídricas registradas previas a floración (Fig. 1).

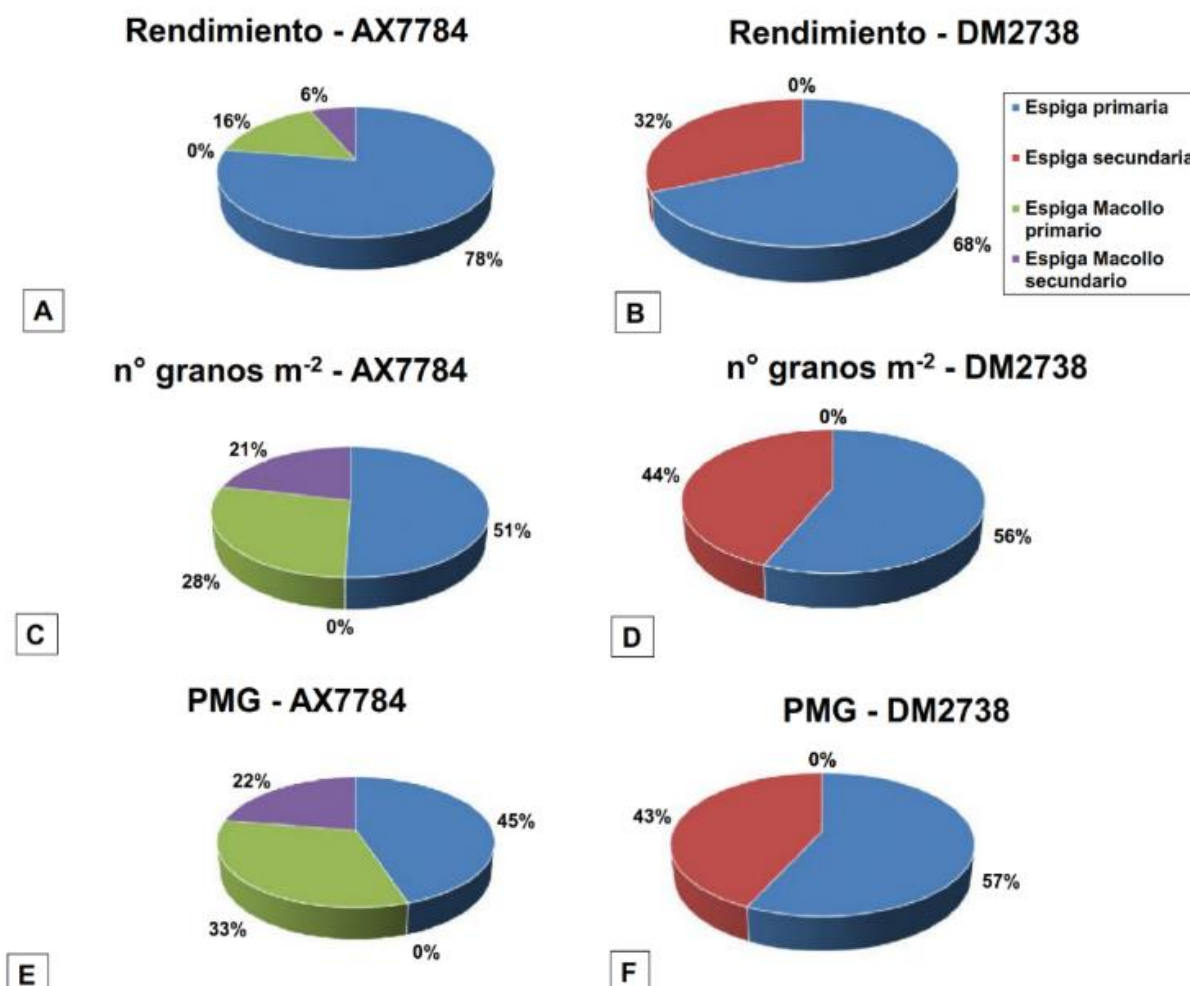


**Fig. 4.** Rendimiento medio logrado por híbrido (A) y densidad de plantas (B). Letras diferentes indican diferencias significativas ( $P<0,05$ ).

La contribución porcentual al rendimiento total y sus componentes numéricos (peso y n° de granos) solo fue analizado para los híbridos AX7784 (macollador) y DM2738 (macollador y prolífico) (Fig. 5). En la densidad de plantas más alta (6,7 pl. m<sup>-2</sup>), ambos híbridos mostraron rendimientos similares, sin contribución de las espigas secundarias y de macollos al rendimiento, mientras que en bajas densidades de plantas AX7784 alcanzó mayor rendimiento que DM2738 (dato no mostrado). Sin embargo, en bajas densidades de plantas (2,2 pl. m<sup>-2</sup>), estos híbridos compusieron el rendimiento mediante distintos mecanismos (Fig. 5). La contribución de granos de espigas secundarias (32%) al rendimiento fue mayor en DM2738 (Fig. 5B), mientras que en AX7784 la contribución de espigas de macollos primarios (más grandes) y secundarios (más pequeños) fue de un 16% y 6%, respectivamente (Fig. 5A), entendiendo a estos últimos como los vástagos que crecen desde las yemas axilares en la base del tallo y generan espigas fértiles.

El número de granos por unidad de área presentó el mismo comportamiento que el rendimiento, aunque en DM2738 se detectó un mayor aporte porcentual de granos de espigas secundarias a este componente comparado con el rendimiento, mientras que en AX7784 la contribución de granos provenientes de espigas de macollos primarios y secundarios al número de granos por unidad de área

total fue del 49% (Fig. 5C-D). En cuanto al peso de mil granos (PMG), las espigas primarias siempre mostraron una mayor contribución porcentual al PMG total (45 y 57% para AX7784 y DM2738, respectivamente) comparado con espigas secundarias o de macollos primarios y secundarios en ambos híbridos (Fig. 5E-F).



**Fig. 5.** Rendimiento medio (A-B), número de granos por unidad de área (C-D) y PMG (E-F) y la contribución en porcentaje (%) de las espigas primarias, secundarias, macollos primarios y secundarios al rendimiento total para los híbridos DM2738 y AX7784 con baja densidad de plantas (2,2 pl. m<sup>-2</sup>).

#### Consideraciones Finales

- ✓ Los híbridos evaluados expresaron caracteres de plasticidad vegetativa y/o reproductiva diferente ante reducciones en la densidad de plantas de manera acorde a caracterizaciones previas disponibles.
- ✓ El rendimiento medio se incrementó con aumentos en la densidad de plantas para todos los híbridos utilizados.
- ✓ Aunque en bajas densidades (2,2 pl. m<sup>-2</sup>) DM2738 y DK69-10VT3P tuvieron menor intercepción PAR a R2 comparado con AX7784 y Next 22.6, no se detectaron diferencias en rendimiento, lo cual sugiere cambios en la partición de biomasa a espiga en híbridos prolíficos.
- ✓ La contribución de granos de espigas secundarias en bajas densidades (2,2 pl. m<sup>-2</sup>) alcanzó un 32% del rendimiento total en DM2738.
- ✓ La contribución de granos de macollos primarios y secundarios al rendimiento total fue de 16 y 6%, respectivamente, en AX7784 cuando fue sembrado en bajas densidades (2,2 pl. m<sup>-2</sup>).

- ✓ La utilización de estrategias defensivas (fechas tardías y bajas densidades de plantas) puede resultar una herramienta agronómica promisorio en ambientes de bajo potencial de rendimiento cuando se utilizan híbridos con alta plasticidad vegetativa y/o reproductiva.

### Para seguir leyendo

- CIANCIO N., PARCO M., INCOGNITO S. J. P. and G.A. MADDONNI 2016. Kernel setting at the apical and sub-apical ear of older and newer Argentinean maize hybrids. *Field Crops Research*, 191, 101-110.
- DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZALEZ L., TABLADA M. y C.W. ROBLEDO 2011. InfoStat. Córdoba, Argentina. Retrieved from. Universidad Nacional de Córdoba. <http://www.infostat.com.ar/>.
- MADDONNI G. A. 2012. Analysis of the climatic constraints to maize production in the current agricultural region of Argentina—a probabilistic approach. *Theoretical and Applied Climatology*, 107(3-4), 325-345.
- MALTESE N.E., MELCHIORI R.J.M., MADDONNI G.A., FERREYRA J.M. and O.P. CAVIGLIA, 2019. Nitrogen economy of early and late-sown maize crops. *Field Crops Research*, 231, 40-50.
- PARCO M., CIAMPITTI I. A., D'ANDREA K. E. and G.A. MADDONNI, 2020. Prolificacy and nitrogen internal efficiency in maize crops. *Field Crops Research*, 256, 107912.
- ROTILI D.H., GIORNO A., TOGNETTI P.M. and G.A. MADDONNI, 2019. Expansion of maize production in a semi-arid region of Argentina: Climatic and edaphic constraints and their implications on crop management. *Agricultural Water Management*, 226, 105761.

Para mayor información: [maltes.nicolas@inta.gob.ar](mailto:maltes.nicolas@inta.gob.ar)