

Manejo de maíz de segunda en el sudeste bonaerense

Franchino Medernach, M.¹; Saffarano, M.¹; Villalba, P.¹; Mastronardi, A.¹; Nagore, M.L.¹

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, UNMDP. Ruta 226 km 76,5, Balcarce, 7620, Buenos Aires, Argentina.

mnagore@mdp.edu.ar

MANAGEMENT OF SECOND-CROP MAIZE IN THE SOUTHEASTERN BUENOS AIRES REGION

Second-crop maize acreage has increased in the southeastern Buenos Aires region in recent years, favored by the high proportion of land sown with winter cereals as a preceding crop. Its yield is conditioned by the harvest date of the preceding crop and by the occurrence of autumn frosts, factors that define the available growth window. To evaluate the effect of plant density and cycle length on yield, two experiments were conducted at the EEA INTA Balcarce (2021/22 and 2023/24 growing seasons), combining three hybrids of contrasting relative maturity (RM99, RM106, RM121) with three planting densities. The experiments represented contrasting environments: one with severe water and thermal deficit, and another with adequate water supply and a delayed first frost. In both seasons, plant density was the main determinant of yield, whereas the effect of relative maturity showed only a trend, with opposite direction between seasons. Kernel number was the component that best explained the differences in yield, sustained by biomass accumulation, while kernel weight played a minor and contrasting role depending on the environment. These results provide relevant management information for optimizing second-crop maize yield in the region.

densidad de planta, madurez relativa, rendimiento / plant density, relative maturity, grain yield

Introducción

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.) sembrado como cultivo de segunda, luego de un cultivo de primera de invierno, ha incrementado su superficie en la región sudeste bonaerense en los últimos años, en detrimento de la soja. La zona se caracteriza por poseer una alta proporción de superficie ocupada por cereales de invierno (MAGYP, 2026), que luego de su cosecha ofrece una ventana acotada para la implantación de un cultivo de segunda. La cosecha de estos se extiende desde fines de noviembre y hasta principios de enero, comenzando sobre el antecesor cebada y terminando sobre los lotes cosechados de trigo, por lo cual la mayor ventana de crecimiento para el cultivo de segunda la ofrece el antecesor cebada.

El rendimiento de maíz de segunda está condicionado además por la ocurrencia de la primer helada, que en la zona se ubica hacia mediados de abril. Resultados de ensayos en el SE bonaerense presentaron rendimientos de entre 9300 y 10800 kg ha⁻¹ para una siembra del 18 de diciembre en una campaña sin déficit y con un retraso en 15 días en la ocurrencia de primer helada (Ibarbia, 2025), mientras que siembra de principio de enero presentaron valores menores de 4100 y 8600 kg ha⁻¹ (Torreani, 2021), según el ciclo del híbrido. El desarrollo y crecimiento del cultivo de maíz en siembras de segunda está expuesto a condiciones ambientales de alta radiación solar y temperatura que

aceleran los procesos en etapas tempranas de crecimiento vegetativo, mientras que en etapas críticas de definición del rinde y llenado de granos las condiciones fototérmicas se deterioran, afectando el rendimiento (Cirilo y Andrade, 1994 a,b).

Una alternativa de manejo para maximizar el rendimiento de maíz de segunda es la elección del ciclo más adecuado que permitan que el cultivo complete su ciclo. Estudios previos indican un mayor rendimiento de híbridos precoces e hiperprecoces, de madurez relativa (MR) baja en siembras de segunda en la región respecto de híbridos templados (Torreani, 2021; di Francesco, 2025; Ibarbia, 2025). En zonas de alta latitud, la reducción de la radiación y las temperaturas hacia el otoño, momento en el que ocurren etapas críticas y de llenado de granos reducen el rendimiento de maíz de segunda, lo cual suele ser más acentuado en ciclos más largos que ubican sus etapas más tardes y prolongan la duración de la etapa, teniendo un mayor riesgo de finalizar anticipadamente su ciclo por la ocurrencia de heladas (Cirilo y Andrade 1994 b).

En cuanto a la práctica de manejo densidad de plantas para maíz de segunda, que permiten optimizar la disponibilidad de recursos por parte de las plantas, es escasa la información con que se cuenta para la región de estudio. Algunos trabajos previos indican que densidades de 7 pl m⁻² o superiores presentan los mayores rendimientos en años contrastantes en disponibilidad de recursos (Torreani, 2021). Variaciones en la densidad de plantas tienen efectos sobre la dinámica de partición de materia seca a estructuras reproductivas (Andrade et al., 1999). Para maíz existe una estrecha asociación entre la biomasa final por planta y el número de granos fijados (Echarte y Andrade, 2003) cuando se varía la disponibilidad de recursos. En condiciones de baja disponibilidad de recursos por planta (densidades supraóptimas), la menor biomasa acumulada reduce el índice de cosecha, asociado a una menor fijación de granos por espiga. Esto ocurre porque, bajo dominancia apical, la espiga queda relegada en la distribución de asimilados, y porque su capacidad de fijar granos está además limitada por su propia morfología (Vega et al., 2001; Echarte et al., 2004).

Por lo tanto, en este trabajo se propone evaluar cómo la densidad de plantas y la duración del ciclo afectan al rendimiento del cultivo de maíz de segunda sembrados en el sudeste bonaerense.

Materiales y Métodos

Los experimentos fueron llevados a cabo en la EEA INTA, Balcarce, Buenos Aires, Argentina, durante la campaña 2021-22 (Exp.1) y 2023-24 (Exp.2). La siembra se realizó sobre un cultivo antecesor de invierno cebada o trigo, el 6-ene-2022 y el 9-ene-2025, con un distanciamiento entre hileras de 52 cm. Tres híbridos de maíz de diferente madurez relativa (MR) fueron seleccionados: MR99 (P9946), MR106 (P0622) y MR121 (DK6910 en Exp.1 y DK720 en Exp.2). Se evaluaron tres densidades de plantas que exploraron el rango de 3; 4,2 y 7 pl m⁻² en el Exp.1 y se elevó los valores en 4; 6 y 8 pl m⁻² en el Exp.2, para tratar de explorar un mayor rango. La fertilización se adecuó para evitar deficiencias. El cultivo fue mantenido libre de plagas, malezas y enfermedades. El diseño experimental empleado fue un DBCA con arreglo factorial híbrido x densidad (n=3). La fenología se determinó semanalmente (Ritchie y Hanway, 1982). En madurez fisiológica (R6) se determinó la biomasa aérea total cosechando seis plantas en los surcos centrales de cada parcela y el índice de cosecha (IC) se estimó como la relación entre el peso de los granos y la biomasa total. El rendimiento se determinó mediante la cosecha

de 10 m lineales en los surcos centrales de cada parcela. El peso de los granos se determinó contando y pesando dos muestras de 500 granos. El número de granos se estimó como el cociente entre el rendimiento y el peso de los granos. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de manera independiente para cada experimento ya que las campañas presentaron varianzas heterogéneas entre sí (test de Levene, $p < 0,01$) y no resultó apropiado combinarlas en un único modelo. Las diferencias entre medias se evaluaron mediante la prueba de diferencia mínima significativa (LSD de Fisher).

Las variables meteorológicas temperatura media, radiación fotosintéticamente activa (RFA), precipitación y evapotranspiración potencial (ETO) fueron obtenidas de la estación meteorológica de la EEA INTA Balcarce, situada a 1 km de distancia en línea recta del sitio de ensayo. Se utilizó para todas las variables la media o mediana mensual histórica (H) de los últimos 20 años, según corresponda y de cada campaña.

Resultados y discusión

Las variables climáticas mostraron el descenso estacional característico del otoño en la zona (Tabla 1), con caída progresiva de temperatura, radiación y evapotranspiración hacia mayo en ambas campañas. Las precipitaciones mostraron patrones distintos entre campañas: el Exp. 1 presentó escases severa en diciembre y hasta mediados de enero donde se combinó con tres días consecutivos con temperaturas máximas de 40°C y muy baja humedad relativa; el Exp. 2 mostró alternancia de buena disponibilidad hídrica en diciembre y luego hacia febrero-marzo, con escases en enero y abril (Tabla 1). La ocurrencia de helada agrometeorológica ($>3^{\circ}\text{C}$) en el SE bonaerense a un 20% de probabilidad de los últimos 25 años para Balcarce se ubica el 18 de abril. En ambos experimentos la primer helada se retrasó al 30 de abril en Exp. 1 y al 29 de mayo en el Exp. 2.

Tabla 1: Radiación global (RG), temperatura media del aire en abrigo (Tmed), precipitaciones (PPT) acumulada y mediana, evapotranspiración de referencia (ETO) para los experimentos 1 y 2 y valores históricos (H) en la localidad de Balcarce.

Mes	Tmed			RG			ETO			PPT		
	H	Exp.1	Exp.2	H	Exp.1	Exp.2	H	Exp.1	Exp.2	H	Exp.1	Exp.2
Dic	20,0	20,8	18,1	23,3	23,1	22,4	5,0	5,2	4,2	64,8	17,8	168,5
Ene	21,7	22,5	22,0	22,6	22,9	24,7	5,1	5,7	5,2	81,3	78,7	33,5
Feb	20,7	19,8	22,7	19,7	19,3	19,8	4,1	4,0	4,5	104,8	114,8	108,5
Mar	18,7	17,4	19,0	15,4	16,2	13,8	2,9	3,1	2,5	97,1	129,5	159,5
Abr	15,4	15,0	14,3	11,2	12,3	11,3	1,8	2,1	1,5	63,5	75,0	58,4
May	11,8	10,2	12,8	7,3	8,0	7,4	0,9	1,1	0,9	45,2	17,8	105,4

El rendimiento de maíz de segunda fue variable a través de las campañas: el Exp.1 registró valores muy bajos y con escasa variabilidad entre tratamientos (Tabla 2), compatibles con déficit hídrico y térmico; el Exp. 2 presentó rendimientos mayores asociado a una campaña con buena oferta hídrica y un retraso sustancial en la ocurrencia de la primer helada.

Tabla 2: Rendimiento, biomasa, índice de cosecha (IC), número de granos (NG) y peso de granos (PG) en dos experimentos, para tres híbridos que difieren en su madurez relativa (MR): 99; 106 y 121, sembrados en tres densidades de siembra. Se indica el p valor para la interacción MR*Densidad y para los factores por separado: diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) y no significativas ($p > 0,05$)

Exp	MR	Densidad	Rendimiento $kg\ ha^{-1}$	Biomasa $kg\ ha^{-1}$	IC	NG m^{-2}	PG mg
1	99	3	1133	4489	0,26	1966	116
		4,2	1327	6085	0,24	1166	111
		7	1629	8801	0,24	1651	101
	106	3	1253	5058	0,25	1123	110
		4,2	1321	6099	0,22	1340	96
		7	1895	8284	0,21	2243	85
	121	3	861	5592	0,18	1289	68
		4,2	822	6820	0,11	1173	70
		7	1665	11133	0,16	2176	78
	MR		0,0733	0,0123	0,0038	0,0547	0,0006
	Densidad		0,0011	0,0000	0,2910	0,0000	0,4154
	MR*Densidad		0,7180	0,2910	0,9322	0,4146	0,4288
2	99	4	4600	10856	0,42	1699	279
		6	6764	14984	0,45	2614	260
		8	8372	19502	0,43	3408	254
	106	4	4868	11521	0,42	1833	273
		6	7010	16564	0,42	3059	231
		8	8672	20411	0,42	3772	231
	121	4	6069	15438	0,39	2536	247
		6	7608	20074	0,38	3434	228
		8	8979	23586	0,38	4016	227
	MR		0,0973	0,0007	0,0000	0,0001	0,0030
	Densidad		0,0000	0,0000	0,6605	0,0000	0,0021
	MR*Densidad		0,9102	0,9901	0,2163	0,6487	0,6480

En ambos experimentos, la densidad de plantas fue el factor de mayor efecto sobre el rendimiento ($p < 0,05$; Tabla 2), incrementándose el rendimiento de forma consistente al aumentar la densidad, independientemente del ciclo del híbrido. El efecto de la MR sobre el rendimiento presentó una tendencia ($p < 0,1$) opuesta entre campañas: en el Exp. 1 el rendimiento tendió a ser menor en la MR mayor (121), mientras que en el Exp. 2 éste híbrido presentó los mayores rindes; esto sugiere que el comportamiento de la MR estuvo condicionado por el ambiente de cada campaña. Ciclos de mayor longitud (MR120) son afectados en mayor medida por la ocurrencia de heladas que interrumpen el flujo de fotoasimilados hacia los granos, interrumpiendo el ciclo del cultivo en una campaña en el estado de R3, respecto a los más cortos que se encontraban en R4 en el Exp.1. Los mayores rendimientos en ciclos largos en el Exp.2 se asocian a un retraso en la primer helada, que permitió que el híbrido pueda seguir creciendo y podría estar asociado además a diferencias genéticas entre los materiales. La interacción

MR* Densidad no resultó significativa en ningún caso ($p > 0,05$), indicando que sus efectos son independientes.

La variable que mejor explicó las diferencias de rendimiento en ambas campañas fue el número de granos, mostrando un incremento en la fijación de granos por unidad de superficie frente a un aumento en la densidad de plantas. El número de granos en maíz es fuertemente afectado por la densidad de plantas debido principalmente a que su escasa plasticidad vegetativa le impide alcanzar una alta interceptación de la radiación principalmente en etapas críticas de determinación del número de granos (Andrade et al., 2000). La proporción de radiación interceptada en R1 para el Exp.1 se incrementó con la densidad desde un valor de 88 % en la densidad de 7 pl m⁻² cayendo a 79 y 68% en las densidades de 4,2 y 3 pl m⁻², respectivamente. Además, una baja plasticidad reproductiva, limitada por el tamaño de la espiga y la prolificidad del híbrido o su capacidad de macollar, afecta la capacidad de fijar granos por unidad de superficie en bajas densidades (Tabla 2; Rotili et al., 2021).

La biomasa acumulada fue la segunda variable que se asoció con el rendimiento respondiendo significativamente a la densidad de plantas en ambos experimentos ($p < 0,05$). Un incremento de la densidad de plantas determina una mayor interceptación de radiación por unidad de superficie durante el período crítico (Andrade et al., 2000) que le permite fijar un mayor número de granos por unidad de superficie.

El peso de grano explicó en menor medida las variaciones en rinde a través de las campañas. En el Exp.1 fue afectado por la MR ($p < 0,05$), observando los menores valores en los híbridos de MR mayor. Una mayor MR expuso al cultivo a un mayor riesgo de helada en etapas más temprano del llenado de grano respecto de híbridos de menor MR, penalizando el peso individual de los granos. En el Exp. 2, el PG mostró una relación negativa con el rendimiento: a mayor densidad se observó una reducción del PG, reflejando el efecto de compensación fuente-destino, donde el mayor número de granos por unidad de superficie diluye la disponibilidad de asimilados por grano y reduce su peso individual (Borrás y Otegui; 2001), en un año donde la ventana de crecimiento del cultivo de segunda fue mayor.

Conclusiones

En siembras de maíz de segunda en el SE bonaerense el rendimiento se asoció principalmente a cambios en la densidad de plantas, mientras que solo se observó una tendencia frente a la selección de híbridos de distinto ciclo. Incrementos en la densidad de siembra produjeron aumentos en el rendimiento de maíz que variaron entre 30 y 48% y fueron independientes de las condiciones climáticas de la campaña. El mayor rendimiento observado en altas densidades de plantas estuvo determinado principalmente por una mayor fijación de granos y además por una alta producción de biomasa.

El uso de ciclos de menor duración representaría una ventaja para el ambiente donde las heladas ocurren según lo esperado de los datos históricos. Sin embargo, en ambos experimentos la primera helada se retrasó.

El peso de los granos se encontró afectado por la ocurrencia de heladas en una de las campañas, siendo afectados en mayor medida los ciclos más largos en todos los experimentos. Mientras que el año con condiciones favorables el PG respondió



50 AÑOS
PENSANDO
EL FUTURO

XIII
CONGRESO
NACIONAL
DE MAÍZ

negativamente al incremento del rendimiento, evidenciando el trade-off fuente-destino típico de altas densidades bajo buena disponibilidad de recursos.

Referencias bibliográficas

- Andrade, F.H.; Otegui, M.E.; Vega, C. (2000). Intercepted radiation at flowering and kernel number in maize. *Agronomy Journal*. 92, 92-97.
- Andrade, F.H.; Vega, C.R.C.; Uhart, S.; Cirilo, A.; Cantarero, M.; Valentinuz, O. (1999). Kernel number determination in maize. *Crop Science*. 39, 453-459.
- Borrás, L.; Otegui, M.E. (2001). Maize kernel weight response to post-flowering source-sink ratio. *Crop Science*. 41, 1816-1822.
- Cirilo, A.G.; Andrade, F.H. (1994a). Sowing date and maize productivity: I. Crop growth and dry matter partitioning. *Crop Science*. 34, 1039-1043.
- Cirilo, A.G.; Andrade, F.H. (1994b). Sowing date and maize productivity: II. Kernel number determination. *Crop Science*. 34, 1044-1046.
- di Francesco, X. (2025). Rendimiento de maíz de segunda en función de la duración del ciclo en la zona costera de Orense. Tesis de grado. Balcarce, Argentina: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, 21p.
- Echarte, L.; Andrade, F.H. (2003). Harvest index stability of Argentinean maize hybrids released between 1965 and 1993. *Field Crops Research*. 82(1), 1-12.
- Echarte, L.; Andrade, F.H.; Vega, C.R.C.; Tollenaar, M. (2004). Kernel number determination in Argentinean maize hybrids released between 1965 and 1993. *Crop Science*. 44, 1654-1661.
- Ibarbia, B. (2025). Evaluación del rendimiento de maíz en fechas de siembra tardía y de segunda en el sudeste bonaerense. Tesis de grado. Balcarce, Argentina: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, 28 p.
- MAGYP, 2026. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, Sistema Integrado de Información Agropecuaria. <https://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>
- Ritchie, S.W.; Hanway, J.J. (1982). How a corn plant develops. Iowa State University of Science and Technology. Cooperative Extension Service, Ames, Iowa, Special report 48.
- Rotili, D.H.; Sadras, V.O.; Abeledo, L.G.; Ferreyra, J.M.; Micheloud, J.R.; Duarte, G.; Girón, P.; Ermácora, M.; Maddonni, G.A. (2021). Maize prolificacy: A source of reproductive plasticity that contributes to yield stability when plant population varies in drought-prone environments. *Field Crops Research*. 265, 108107.
- Torreani, F. (2021). Maíz de segunda: ajuste de ciclo y densidades para maximizar rendimiento en el Sur de Buenos Aires. Tesis de grado. Balcarce, Argentina: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, 26 p.
- Vega, C.R.C.; Andrade, F.H.; Sadras, V.O. (2001). Reproductive partitioning and seed set efficiency in soybean, sunflower and maize. *Field Crops Research*. 72, 163-175.