



**MAÍZIFICANDO
CONCIENCIA**
XII CONGRESO NACIONAL DE MAÍZ

Eje

Comercialización. Usos y maíces especiales

8, 9 y 10 de Noviembre
Pergamino, BA
UNNOBA



Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Ministerio de Economía
Argentina

2022





¿CÓMO IMPACTA LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE LA APTITUD GRANÍFERA Y FORRAJERA EN MAÍZ?

Chazarreta, Y.D.^{1,2}; Alvarez Prado, S.^{3,4}; Otegui, M.E.^{1,5}

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) en Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Centro Regional Buenos Aires Norte, Estación Experimental INTA Pergamino, Buenos Aires, Argentina.

² Cátedra de Producción Vegetal. Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, Pergamino, Buenos Aires, Argentina.

³ Cátedra de Sistemas de Cultivos Extensivos-GIMUCE. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, Campo Experimental Villarino S/N, S2125ZAA Zavalla, Santa Fe, Argentina.

⁴ IICAR – CONICET, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, Campo Experimental Villarino S/N, S2125ZAA Zavalla, Santa Fe, Argentina.

⁵ Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

* *chazarreta.yesica@inta.gob.ar*

HOW DOES MAIZE SOWING DATE AFFECT GRAIN AND FORAGE APTITUDE?

Abstract

Late-sown maize (*Zea mays* L.) crops represent 50 % of the current maize area in Argentina. The main goal of this work was to evaluate the effect of late sowing dates on grain and forage aptitudes in a set of eight commercial maize hybrids when grown under contrasting sowing date × year environments in the Central Pampas region. Grain yield, harvest index, grain dry-down, fresh biomass, and duration of the chopping window for whole-plant silage were measured to evaluate grain and forage aptitudes. Grain yield was maximized in early (2019/2020) as well as late sowing dates (2020/2021), whereas the harvest index was always higher in the early sowing dates. In early sowings, both kernel desiccation rates (before and post physiological maturity) were highest (in absolute values). Hybrids differed in their kernel desiccation rates. The chopping window occurred earlier (32 – 46 days after silking) and was shorter (13 days) in early than in late sowing dates (46 - 66 days after silking and 21 days, respectively). Fresh biomass production was higher in the late sowing date environments than in the early ones. Thus, the best genotype for grain yield is not necessarily the best one for forage yield, as suggested by the change of ranking between hybrids depending on the environment and the crop final usage.

Palabras claves

Maiz (*Zea mays* L.), fecha de siembra, secado de los granos, ventana de picado.

Keywords

Maize (*Zea mays* L.), sowing date, grain dry-down, silage chopping window.



Introducción

Durante las últimas décadas, la producción del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en Argentina experimentó cambios vinculados principalmente a la expansión de la agricultura hacia áreas usualmente consideradas 'marginales' para el cultivo y al atraso en la fecha de siembra. En la Región Pampeana Central, la siembra del maíz tradicionalmente se realizaba a comienzos de la primavera (septiembre – octubre). Estas siembras ubican la floración del cultivo entre la segunda quincena de diciembre y la primera de enero, en una condición de alto rendimiento potencial (Otegui et al., 1995, 1996). Sin embargo, en condiciones de secano se observa una alta variabilidad interanual del rendimiento, debido a la mayor probabilidad de explorar un déficit hídrico durante el período crítico (Maddonni, 2012). La aparición del maíz Bt en 1997 (Williams et al., 1997) permitió atrasar la fecha de siembra hacia fines de noviembre - principio de diciembre, evitando mermas en el rendimiento por incidencia de las principales plagas. En estas fechas de siembra, consideradas tardías, la floración ocurre generalmente en el mes de febrero, desplazando tanto el período crítico como el período de llenado de los granos hacia el final del verano-principios del otoño, con menor potencialidad y menor probabilidad de explorar limitaciones hídricas (Otegui et al., 1996; Maddonni, 2012; Bonelli et al., 2016). A pesar de la menor potencialidad de rendimiento, la siembra tardía disminuye la variabilidad interanual del rendimiento en grano al disminuir la probabilidad de ocurrencia de déficits hídricos alrededor de floración (Maddonni, 2012; Mercou y Otegui, 2014). Esto ha permitido que, en la última década, la superficie de maíz tardío + maíz de segunda (i.e. sobre un cultivo antecesor como cebada, trigo o arveja) aumentara desde prácticamente cero en 2008-2009 hasta alcanzar actualmente un 45-50% de la superficie total destinada a maíz en Argentina (Bolsa de Cereales, 2021; Otegui et al., 2021). Sin embargo, las siembras posteriores a noviembre en la región Central ubican el secado del grano en condiciones que no favorecen la pérdida de humedad (i.e., caída de la radiación incidente, bajas temperaturas y aumentos en la humedad relativa del ambiente; Bonelli et al. 2016; Chazarreta et al. 2021). Consecuentemente, los productores deben mantener el cultivo en pie varios meses hasta alcanzar la humedad de cosecha (i.e. 14,5%), dado que el alto costo del secado artificial no justifica la cosecha anticipada. Esto generalmente trae aparejados problemas en la calidad del grano debido a la mayor incidencia de enfermedades de la espiga (Ferraguti et al. 2016) o pérdidas de rendimiento debido al quebrado y vuelco de plantas (Parsons y Munkvold 2010).

Históricamente, la mayor parte del maíz cultivado en Argentina ha tenido como destino final su exportación como grano, siendo nuestro país el segundo exportador a nivel mundial (FADA, 2022). Sin embargo, cuando se consideran los datos históricos de utilización de maíz para diversos usos industriales, se verifica que el mercado interno ha aumentado notablemente su consumo (Ministerio de Agroindustria, 2022). Durante la última campaña, 1.200.000 has de maíz se destinaron a silaje de planta completa para alimentación animal (Cámara Argentina de Contratistas Forrajeros, 2022).

El contenido de materia seca al momento de picado para ensilar tiene relación directa con la calidad técnica (aptitud del forraje para conservarlo con pérdidas mínimas) y con la calidad biológica del cultivo (aptitud para generar un producto animal: leche o carne) (Martínez-Santamaría et al., 2018). Los valores óptimos de humedad para picar las plantas enteras y confeccionar el silo se encuentran entre el 30-40% de materia seca, dado que permiten la mayor velocidad y nivel de fermentación (Cone et al., 2007). En términos productivos, resulta importante que esta ventana de picado (i.e. el lapso de tiempo en el cual el cultivo permite ser picado obteniendo máxima producción, alta calidad y un adecuado proceso fermentativo que asegure su conservación) dure el mayor tiempo posible, para permitir al productor ensilar el maíz dentro de este período y obtener un silo de mejor calidad.



Así, el secado rápido suele ser un atributo deseable en la producción de maíz para grano (porque permite alcanzar rápidamente la humedad de comercialización del 14,5%), pero no lo es para el silaje. Dado que la ventana de picado de los híbridos con destino a silo está íntimamente relacionada con la velocidad de secado (Martínez-Santamaría, et al., 2018), el ranking de genotipos para este destino puede diferir del ranking basado exclusivamente en el rendimiento en grano.

El presente trabajo se propone como objetivo analizar el impacto de la fecha de siembra sobre la aptitud granífera y forrajera en un conjunto de híbridos comerciales de maíz cultivados en fechas de

Materiales y Métodos

Durante las campañas 2019/2020 (en adelante 2019) y 2020/2021 (en adelante 2020) se sembraron los híbridos DK 72-10, NEXT 22.6, SYN 840 (graníferos), DUO 30, EXP 1517, KM 4360, LG 30850 y LG 30853 en dos fechas de siembra (Temprana: 22/10/19 y 16/10/20; Tardía: 19/12/19 y 18/12/20) en la EEA INTA Pergamino (33°56' S, 60°33'O). Se utilizó una única densidad (90000 plantas ha⁻¹), adecuada fertilización nitrogenada (250 kg N ha⁻¹) y riego complementario. Los datos diarios de radiación solar incidente, temperatura del aire y precipitaciones se obtuvieron de una estación meteorológica situada a menos de 1 km de los experimentos. La radiación fotosintéticamente activa (RFA) se obtuvo multiplicando a la radiación solar por 0,45 (Monteith, 1965).

Se marcaron 15 plantas indicando su fecha exacta de R1 (floración femenina o silking; Ritchie y Hanway, 1982), a partir de la cual se estableció R2 (R1 + 15días) para iniciar el seguimiento de la evolución del peso seco y la humedad del grano. Para esto se muestreó una espiga de cada parcela cada 7 - 10 días, tomando de cada espiga 15 granos de la porción media central, que fueron inmediatamente pesados para determinar peso fresco. Los granos fueron llevados a estufa durante al menos 92 horas y se pesaron para determinar su peso seco. Las mediciones se realizaron hasta alcanzar la humedad de madurez comercial (i.e. 14.5%). Los datos de humedad del grano se utilizaron para ajustar modelos bilineales cuyo punto de quiebre fue el momento de madurez fisiológica y permitieron calcular las tasas de secado pre y post - madurez fisiológica. El rendimiento en grano se determinó a madurez fisiológica cosechando 10 plantas consecutivas por parcela. El índice de cosecha se obtuvo como el cociente entre el rendimiento en grano y la biomasa aérea de la planta a madurez fisiológica (R6).

Entre R2 y R6 se realizaron 6 a 7 cortes de 4 plantas consecutivas (0,44 m²). Se registró el peso fresco y se llevaron a estufa a 70°C para obtener el peso seco. Mediante el ajuste de modelos de regresión lineal del porcentaje de materia seca de planta completa en función de los días desde floración se determinaron la duración de la ventana de picado (período comprendido entre el 30 - 40% de materia seca de planta completa) y la producción de materia verde (promedio de los cortes entre 30 - 40% de materia seca).

El efecto del ambiente (combinación del año y la fecha de siembra) sobre la aptitud granífera y forrajera de cada híbrido se estimó a través del índice de estabilidad de Finlay y Wilkinson (1963). Para ello, para cada rasgo de interés (rendimiento y materia verde) se ajustó la regresión lineal de los valores correspondientes a cada híbrido en cada ambiente respecto al índice ambiental (IA = valor promedio de todos los híbridos en cada ambiente).



Resultados y discusión

Las fechas de siembras tempranas alcanzaron R1 entre fines de diciembre y principios de enero, mientras que las siembras tardías lo hicieron a mediados de febrero (Fig.1, Tabla 1). R6 se alcanzó a fines de febrero en las siembras tempranas y en la segunda quincena de abril en las tardías (Fig. 1). La campaña 2019 correspondió a la fase neutra del fenómeno ENSO, mientras que la campaña 2020 correspondió a la fase La Niña, con intensidad moderada (<https://ggweather.com/enso/oni.htm>). Para el período comprendido entre la siembra y R1, la temperatura media fue mayor en siembras tardías (22,89 °C en 2019 y 22,79 °C en 2020) que en tempranas (21,52 °C en 2019 y 20,73 °C en 2020). Para el período de llenado de los granos, las fechas de siembra tempranas exploraron condiciones de mayor temperatura (22,31 °C en 2019 y 22,56 °C en 2020) y radiación (11,81 MJ m⁻² d⁻¹ en 2019 y 11,37 MJ m⁻² d⁻¹ en 2020) promedio respecto a las tardías, cuya temperatura media fue de 19,59 °C en 2019 y 20,62 °C en 2020 y la radiación promedio de 8,86 MJ m⁻² d⁻¹ en 2019 y 8,25 MJ m⁻² d⁻¹ en 2020. Respecto al período comprendido entre R6 y madurez comercial, las siembras tardías lo ubicaron en los meses del otoño-invierno, en condiciones de disminución de la radiación y la temperatura, mientras que en las siembras tempranas se situó durante el fin de verano- principio del otoño. Las precipitaciones totales desde siembra a R6 fueron de 471 mm (2019) y 550 mm (2020) para las fechas de siembra tempranas y 337 mm (2019) y 394 mm (2020) para las tardías

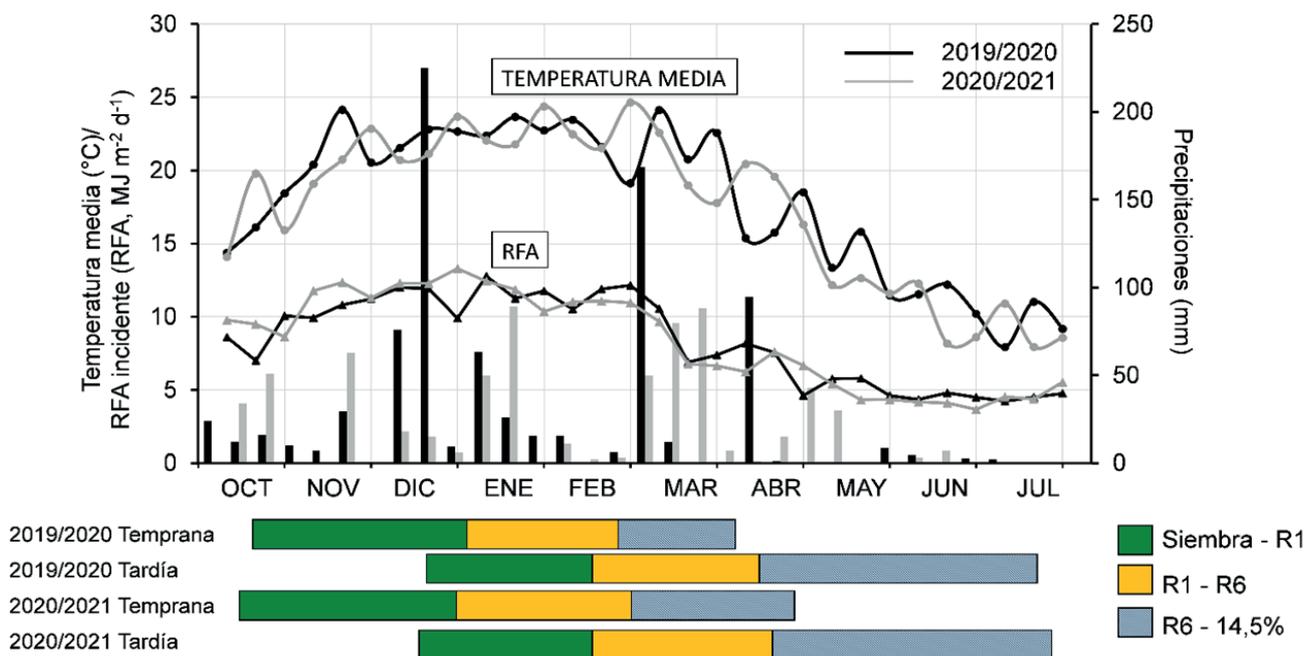


Figura 1. Evolución de la temperatura media del aire (círculos), la radiación fotosintéticamente activa (RFA, triángulos) y las precipitaciones (barras) durante las campañas 2019/2020 (gris) y 2020/2021 (negro). Las barras horizontales representan la longitud de los estadios fenológicos del cultivo: siembra a R1, R1 a R6 y R6 a humedad comercial (i.e. 14,5% de humedad).



Año	Fecha de siembra	Híbrido	Fecha de R1	Rendimiento en grano (kg ha ⁻¹)	Índice de cosecha	Tasa de secado pre -R6 (% día ⁻¹)	Tasa de secado post -R6 (% día ⁻¹)	Materia verde (kg ha ⁻¹)	Ventana de picado (días)
2019/2020	Temprana	DK 72-10	31-dic	13176	0,55	-1,475	-0,408	47718	11
		DUO 30 EXP	2-ene	14482	0,50	-1,303	-0,492	48528	12
		1517 KM	3-ene	11972	0,50	-1,553	-0,403	44081	11
		4360 LG	5-ene	13822	0,50	-1,477	-0,421	48998	10
		30850 LG	5-ene	12418	0,48	-1,243	-0,319	42838	11
		30853 NEXT	4-ene	11101	0,46	-1,270	-0,432	46114	10
		22.6 SYN	31-dic	14861	0,54	-1,175	-0,408	44647	12
		840	30-dic	14074	0,53	-1,248	-0,348	39883	13
		DK 72-10	17-feb	13754	0,50	-1,090	-0,224	54783	19
		DUO 30 EXP	17-feb	12106	0,48	-0,977	-0,221	50219	18
		1517 KM	22-feb	11151	0,45	-1,071	-0,238	49785	17
		4360 LG	22-feb	12194	0,49	-1,170	-0,225	52455	17
30850 LG	19-feb	11976	0,45	-1,136	-0,200	54934	18		
30853 NEXT	19-feb	10931	0,43	-0,997	-0,231	49577	17		
22.6 SYN	16-feb	12482	0,49	-1,277	-0,270	52074	16		
840	15-feb	11682	0,49	-1,226	-0,209	44036	14		
2020/2021	Temprana	DK 72-10	29-dic	15419	0,51	-1,223	-0,312	61532	15
		DUO 30 EXP	30-dic	15078	0,49	-1,213	-0,279	61307	14
		1517 KM	1-ene	15486	0,48	-1,287	-0,344	62952	15
		4360 LG	3-ene	14487	0,48	-1,144	-0,103	66189	16
		30850	3-ene	15116	0,46	-1,167	-0,216	62763	15



	LG							
	30853	2-ene	12688	0,42	-1,150	-0,214	61795	15
	NEXT							
	22.6	27-dic	16169	0,50	-1,042	-0,263	64800	15
	SYN							
	840	27-dic	14721	0,49	-1,125	-0,289	51372	13
	DK 72-							
	10	16-feb	15695	0,47	-1,025	-0,242	83143	25
	DUO 30	15-feb	16084	0,46	-0,928	-0,211	89660	25
	EXP							
	1517	18-feb	14056	0,47	-1,011	-0,240	83334	24
	KM							
	4360	21-feb	16076	0,46	-0,960	-0,221	98936	28
Tardía	LG							
	30850	19-feb	13096	0,42	-0,889	-0,189	87415	25
	LG							
	30853	18-feb	13509	0,42	-0,871	-0,199	86822	24
	NEXT							
	22.6	16-feb	16820	0,47	-1,015	-0,233	86078	25
	SYN							
	840	13-feb	15588	0,49	-0,928	-0,204	56145	18

Año	***	***	***	***	**	**
FS	***	**	***	***	**	***
Híbrido	**	***	***	***	***	***
Año × FS	***	*	ns	***	**	*
Año × Híbrido	ns	ns	**	**	*	***
FS × Híbrido	ns	ns	***	**	ns	***
Año × FS × Híbrido	ns	ns	***	**	*	ns

*Significativo P = 0.05.

**Significativo P = 0.01.

***Significativo P = 0.001.

ns = no significativo

El rendimiento en grano varió entre 10931 y 16820 kg ha⁻¹ (Tabla 1) y fue significativamente más alto en la campaña 2020 (+ 11,12 y + 20,38% en siembras

Tabla 1. Fecha de R1, rendimiento en grano, índice de cosecha, tasa de secado pre – R6, tasa de secado post – R6, producción de materia verde y duración de la ventana de picado para 6 híbridos comerciales de maíz cultivados en fechas de siembra temprana y tardía durante dos campañas (2019/2020 y 2020/2021).

El rendimiento en grano varió entre 10931 y 16820 kg ha⁻¹ (Tabla 1) y fue significativamente más alto en la campaña 2020 (+ 11,12 y + 20,38% en siembras tempranas y tardías respectivamente; p < 0.001). Respecto a las fechas de siembra, para la campaña 2019 fue mayor en la siembra temprana (+ 9,09%; p < 0.001) que en la siembra tardía, mientras que para la campaña 2020 no existieron diferencias significativas en el rendimiento en grano entre fechas de siembra (p > 0.05). Los híbridos presentaron diferencias significativas en el rendimiento en grano (p < 0.01). La magnitud de las diferencias varió según la fecha de siembra considerada (p < 0.001), pero existió un cambio de



ranking (i.e. crossover) según el ambiente (Fig. 2A). En los ambientes con rendimientos inferiores a 13238 kg ha⁻¹ se destacó el híbrido DK 72-10, mientras que en los ambientes con rendimientos superiores se destacó el híbrido NEXT 22.6. El índice de cosecha se encontró entre 0.42 y 0.55 (Tabla 1) y fue significativamente más alto en la campaña 2019 (+ 5,66 y + 2.65 para siembras tempranas y tardías respectivamente %; $p < 0.001$) y en siembras tempranas (+ 7.38 y + 4.43% para las campañas 2019 y 2020 respectivamente; $p < 0.001$). Los híbridos graníferos presentaron mayores índices de cosecha que los forrajeros ($p < 0.01$) en todos los ambientes evaluados.

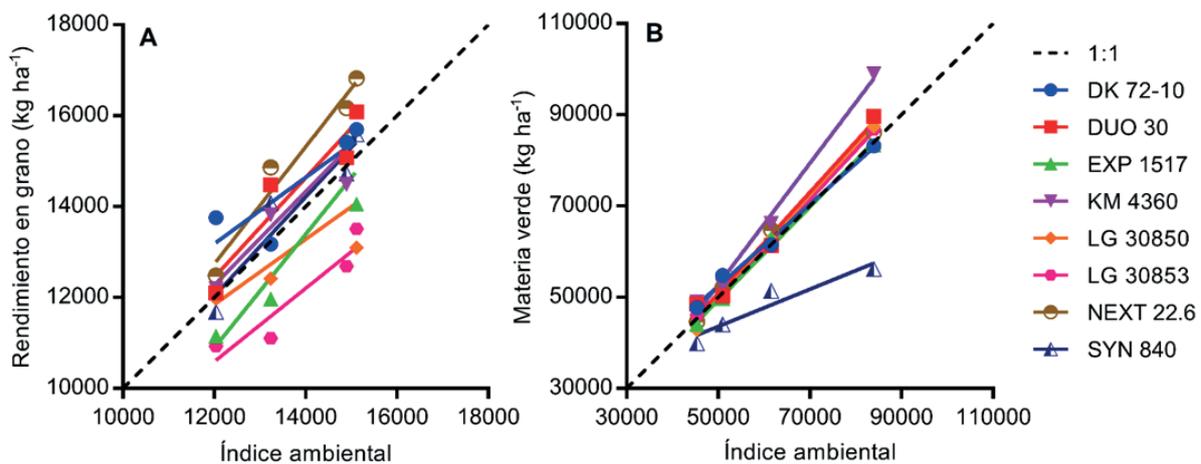


Figura 2. A) Rendimiento en grano y B) producción de materia verde en función del índice ambiental para seis híbridos de maíz cultivados en dos fechas de siembra contrastantes durante dos años.

Las tasas de secado del período comprendido entre R1 y R6 fueron mayores (en términos absolutos) en los ambientes de siembra temprana (- 1,34 y -1,17 % día⁻¹ para las campañas 2019 y 2020 respectivamente) respecto a los de siembra tardía (-1,12 y -0,95 % día⁻¹ para las campañas 2019 y 2020 respectivamente; $p < 0.001$), siendo mayores en la campaña 2019 ($p < 0.001$). Los híbridos presentaron diferencias en su tasa de secado pre – R6 ($p < 0.001$). La magnitud de las diferencias varió con el año y la fecha de siembra considerada ($p < 0.001$). Las tasas de secado del período comprendido entre R6 y madurez comercial (i.e. humedad = 14.5%) fueron mayores (en términos absolutos) en los ambientes de siembra temprana (-0,40 -y -0,25 % día⁻¹ para las campañas 2019 y 2020 respectivamente) respecto a las siembras tardías (-0,23 y -0,22 % día⁻¹ para las campañas 2019 y 2020 respectivamente; $p < 0.001$), siendo mayores en la campaña 2019 ($p < 0.001$). Los híbridos presentaron diferencias en su tasa de secado post – R6 ($p < 0.001$), que impactaron en la fecha en la que se alcanzó la madurez comercial. La magnitud de las diferencias varió con el año y la fecha de siembra considerada ($p < 0.001$).

La producción de materia verde se encontró entre 39882 y 98935 kg ha⁻¹ (Tabla 1), siendo siempre mayor en los ambientes de siembra tardía (50982 y 83941 kg ha⁻¹ en las campañas 2019 y 2020, respectivamente) que en los de siembra temprana (45350 y 61588 kg ha⁻¹ en las campañas 2019 y 2020, respectivamente; $p < 0.001$). Los híbridos difirieron en este rasgo ($p < 0.001$), siendo la producción de materia verde del híbrido forrajero KM 4360 la mayor a través de todos los ambientes evaluados (Tabla 1) y la del SYN 840 la menor (Fig. 2B).



La ventana de picado para silaje de planta completa presentó una duración entre 10 y 28 días (Tabla 1). En siembras tempranas la misma se situó entre los 32 y 46 días desde R1, con una duración promedio de 13 días y sin diferencias entre los híbridos analizados (Tabla 1). En siembras tardías dicha ventana se atrasó, ocurriendo entre los 45 y los 66 días post – R1 y con una duración promedio de 21 días. En los ambientes de fecha de siembra tardía, el híbrido KM 4360 presentó la mayor duración de la ventana de picado. En promedio, los híbridos difirieron significativamente ($p < 0.001$) en la duración de su ventana de picado, teniendo el SYN 840 la menor duración (14 días) y el KM 4360 la mayor duración (18 días).

Conclusiones

Los resultados indican que el mejor híbrido para grano no es necesariamente el mejor híbrido para silaje, destacándose el cambio de ranking según el ambiente considerado y el destino final del cultivo. El ambiente de siembra temprana no obtuvo siempre el mayor rendimiento en grano, pero sí maximizó el índice de cosecha y aceleró el secado de los granos, acortando la ventana de picado. En siembras tardías se logró mayor producción de materia verde para silaje de planta completa y una ventana de picado más extensa, haciendo más recomendable el retraso de la fecha de siembra para este objetivo de producción. Por el contrario, la siembra tardía ubica el secado de los granos en un ambiente desfavorable para la pérdida de humedad, aspecto crítico para la producción granífera.



Referencias bibliográficas

Bolsa de Cereales, 2021. Informe Cierre de Campaña Maíz 2020/2021. Disponible en <https://www.bolsadecereales.com/estimaciones-informes>

Bonelli, L.E., Monzón J.P., Cerrudo, A., Rizalli, R.H., Andrade, F.H. 2016. Maize grain yield components and source-sink relationships as affected by the delay in sowing date. *Field Crop Research* 198: 215-225.

Cámara Argentina de Contratistas Forrajeros. 2022. Disponible en <https://www.ensiladores.com.ar/>

Chazarreta, Y.D.; Amas, J.I.; Otegui, M.E. 2021. Kernel filling and desiccation in temperate maize: Breeding and environmental effects. *Field Crops Research* 271. 108243.

Cone, J.W., Van Gelder, A.H., Van Schooten, H.A., Groten, J.A.M. 2007. Effects of forage maize type and maturity stage on in vitro rumen fermentation characteristics. *Wageningen Journal of Life Sciences*. 55: 139-154.

FADA. 2022. Monitor de exportaciones agroindustriales. Disponible en <http://fundacionfada.org/informes/monitor-de-exportaciones-agroindustriales/>

Ferraguti, F; Castellarín, J; Papa, J.C.; Mendez, J.M.; Cristos, D; Moschini, R. 2016. Determinación del momento óptimo de cosecha en maíz tardío. Evolución del rendimiento, calidad e inocuidad de granos durante el secado a campo. Reporte técnico, INTA Oliveros, Santa Fe, Argentina.

Finlay, K.; Wilkinson, G. 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Aust. J. Agric. Res.* 14:742-754.

Maddonni, G.A. 2012. Analysis of the climatic constraints to maize production in the current agricultural region of Argentina—a probabilistic approach. *Theor. Appl. Climatol.* 107:325–345.

Martínez-Santamaría, A., Borlandelli, M.S., Bertoia, L.2018. Variabilidad de la duración del período en híbridos de maíz para silaje. XI Congreso Nacional de Maíz. 21-24 de Agosto de 2018. Pergamino. Argentina.

Mercau, J.L., 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. *Advances in Agricultural Systems Modeling*. 5: 351-373.

Ministerio de Agroindustria, 2022. Disponible en <https://datos.agroindustria.gob.ar/>

Monteith, J.L., 1965. Evaporation and the environment. In: 19th Symposia of the Society for Experimental Biology, 19, pp. 205–234.

Otegui, M.E., Nicolini, M.G., Ruiz, R.A., Dodds, P.A. 1995. Sowing date effects on grain yield components for different maize genotypes. *Agronomy Journal*. 87:29-33.

Otegui, M.E., Ruiz, R.A., Petruzzi, D. 1996. Modeling hybrid and sowing date effects on potential grain yield of maize in a humid temperate region. *Field Crops Res.* 47:167–174.

Otegui, M.E.; Riglos, M; Mercau, J.L. 2021. Genetically modified maize hybrids and delayed sowing reduced drought effects across a rainfall gradient in temperate Argentina. *Journal of Experimental Botany* 1-9.

Parsons, M.W.; Munkvold, G.P. 2010. Associations of planting date, drought stress, and insects with Fusarium ear rot and fumonisin B1 contamination in California maize. *Food Additives & Contaminants* 27(5):591-607



Ritchie, S.W., Hanway, J.J., 1982. How a Corn Plant Develops. Iowa State Univ. of Science and Technology, Ames.

Williams, W.P., Sagers, J.B., Hanten, J.A., Davis, F.M., Buckley, P.M. 1997. Transgenic corn evaluated for resistance to fall armyworm and Southwestern corn borer. *Crop Science* 37:957–962.

Financiamiento

Este trabajo fue financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 2016/1504) y el INTA (PD-E3-I060-001, Cartera 2019-2022). Yésica D. Chazarreta es becaria doctoral del CONICET. Santiago Alvarez Prado y María E. Otegui son miembros de CIC-CONICET.