

## Caracterización y evaluación comparativa de cultivares de maíz en siembras tardías. Campaña 2019/20

\*Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris  
Julio 2020

### Introducción

Las siembras tardías han irrumpido en la Región Núcleo Pampeana, gracias a su singular adaptabilidad a condiciones de desfavorables de clima o suelo. La mayor recarga de agua y nitrógeno (N) en suelo al momento de la siembra, junto a la menor demanda ambiental en el período crítico permiten conformar una base de rendimiento superior a la observada en siembras tradicionales tempranas. Por otra parte, la baja correlación entre los rendimientos en siembras tempranas y tardías permitiría, al asignar una parte de la superficie a estas últimas, desarrollar una estrategia de diversificación productiva muy amplia dentro de un mismo cultivo y zona geográfica.

Los caracteres relevantes en siembras tardías son diferentes de aquellos obtenidos en sus pares tempranas. La fortaleza de raíz y caña podría ser el atributo más importante, ya que transcurre mucho tiempo entre madurez fisiológica y cosecha, mientras el grano pierde humedad en un ambiente otoño- invernal bajo días cortos, moderada insolación y elevada humedad relativa. La tolerancia a insectos, tizón, roya, velocidad de secado son propiedades también deseables, junto al potencial y estabilidad de rendimiento.

El objetivo de este trabajo fue realizar una caracterización morfológica y sanitaria, así como la evaluación de rendimiento y sus componentes, de diferentes híbridos comerciales de maíz en el área de transición entre el norte del partido de Pergamino y el sudeste de departamento constitución, Santa Fe. Asimismo, relacionar el rendimiento con las variables agronómicas que lo explican y determinan.

**Palabras clave:** Maíz, siembras tardías, genética, interacción genotipo x ambiente, relación rendimiento-variables agronómicas.

### Materiales y Métodos

El experimento se instaló entre la localidad de El Socorro (Pergamino) y General Gelly (Santa Fe), perteneciendo formalmente a este último. El suelo del sitio corresponde a la Serie Py2, Argiudol vértico en fase por erosión, clase IIe. Se encuentra ubicado en la cuenca del Arroyo del Medio, y se caracteriza por su horizonte superficial adelgazado por erosión histórica, posición alta en el relieve y B textural muy potente. El antecesor fue soja de primera. Se implantó el día 06 de diciembre, en siembra directa a una densidad de 75000 semillas ha<sup>-1</sup> e hileras espaciadas a 0,525 m. Para ello, se utilizó una sembradora neumática de 12 surcos. Se implantaron 26 materiales diferentes en un diseño en bloques completos al azar con dos repeticiones.

De acuerdo con el diagnóstico realizado a partir del análisis de suelo, el cultivo fue fertilizado con fosfato momoamónico (11-23-0) 120 kg/ha en línea de siembra y urea incorporada previo a la siembra, a la dosis de 250 kg/ha de urea granulada (46-0-0). La cosecha se realizó en forma mecánica. Se aplicaron herbicidas en barbecho y preemergencia para prevenir la emergencia de malezas. SE realizó un control temprano de insectos en el estado V6, para controlar un brote temprano de *Spodoptera frugiperda*. Junto a este, se aplicó un fungicida formulado sobre la base de Pycoxistobin + Cyproconazole, a la dosis de 500 ml ha<sup>-1</sup>.

Los datos de suelo correspondientes al ensayo se describen en la Tabla 1:

**Tabla 1:** Análisis de suelo al momento de la siembra

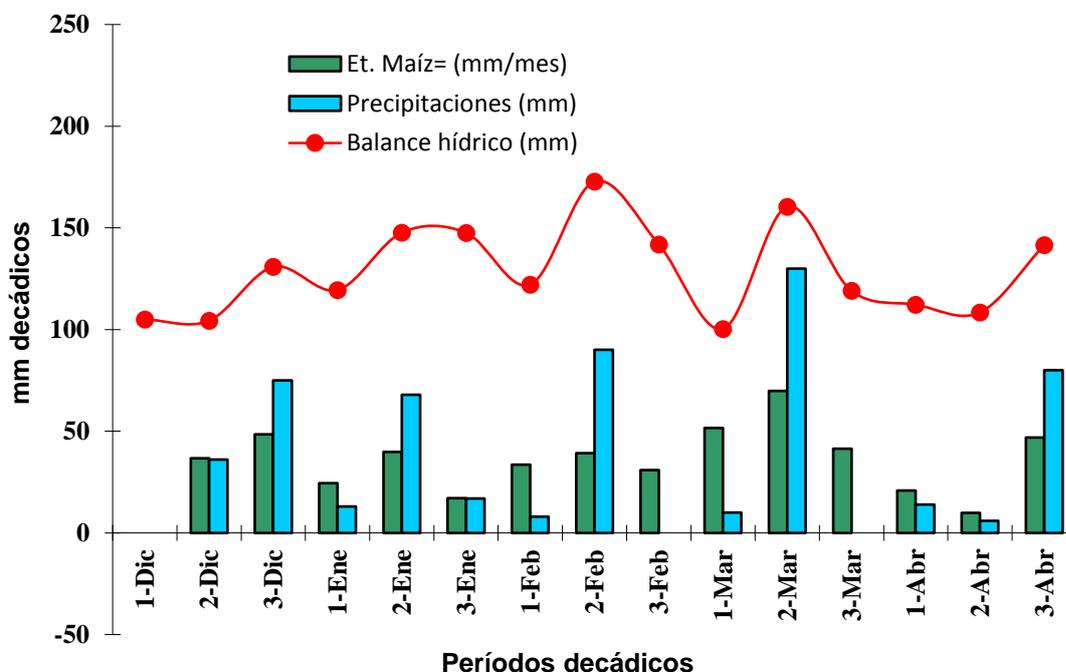
Prof	Materia Orgánica	N total	Fósforo extractable	N-Nitratos suelo 0-20	Napa	N-Nitratos suelo 0-20	Agua en suelo (1,5 m)	Zn	B
	%	%	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>		mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>
0-20	2,44	0,122	14,2	5,8	No	5,0	105	0,93	0,39

Dentro de las determinaciones realizadas, se evaluó el número de plantas a cosecha (PL), altura de planta (AP) porcentaje de plantas quebradas (Q%), volcadas (V%). Para evaluar el comportamiento sanitario se midieron la severidad de Roya común del maíz (Roya) y Tizón del maíz. En ambos casos, las observaciones se realizaron en las plantas después de antesis (Estado R2-R3). De igual manera se calificó el vigor de crecimiento y el nivel de cobertura a floración, en alto, medio y bajo.

Finalmente, se determinó el rendimiento (Rend), granos m<sup>-2</sup> (NG), Peso individual de granos (PG), número de granos por espiga (GE), número de hileras (Hil), Grado de llenado de la espiga (PE), Humedad a cosecha (H%) y el índice de prolificidad (IP). Se establecieron relaciones estadísticas entre rendimiento y las variables evaluadas mediante análisis multivariado –componentes principales y análisis de conglomerados- y análisis de regresión lineal.

## Resultados y Discusión

En la Figura 1 se presentan las precipitaciones y el balance hídrico del sitio. Las lluvias fueron bastante acotadas, especialmente a finales de febrero y durante el mes de marzo, donde transcurre buena parte del período de definición de número y peso de los granos. En este período además, se registraron temperaturas anormalmente elevadas. Aun así, el cultivo alcanzó un buen porte y rendimiento, ayudado por las reservas acumuladas, una muy buena lluvia a mediados de febrero y el retorno de las precipitaciones a mediados de marzo.



**Figura 1:** Precipitaciones, evapotranspiración y nivel de almacenaje (valores positivos) o déficit (negativo) acumulados (mm) en el sitio experimental. General Gelly, campaña 2019/20. Agua disponible inicial en el suelo (150 cm) 105 mm. Precipitaciones totales en el ciclo 637 mm. Déficit de evapotranspiración 0 mm. El cuadro marca el nivel hídrico debajo del cual el uso consuntivo podría estar debajo del óptimo.

Por su parte, en la Tabla 2 se presentan datos morfológicos que permiten caracterizar a los diferentes materiales. La acumulación de biomasa fue muy elevada, lo cual es un detalle característico en siembras tardías por las temperaturas elevadas que aceleran el crecimiento (Tabla 2). La captura de radiación no habría sido limitante. Asimismo, se presentan los datos de Roya común del maíz. No se registró incidencia de Tizon foliar en ninguno de los materiales. Cabe aclarar que se realizó una aplicación de fungicida foliar en V6. Se observó una leve aparición de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), que con la ayuda de un insecticida no comprometió el crecimiento de ninguno de los cultivares. Algo más severa fue la aparición de la isoca de la espiga (*Helicoverpa zea*) en el período reproductivo, cuyo daño estuvo relacionado con el evento utilizado (Tabla 2).

**Tabla 2:** Densidad, altura de planta y severidad de Roya común del maíz. Red de ensayos comparativos de rendimiento, en fechas tardías. INTA Pergamino, campaña 2019/20.

Empresa	Híbrido	PL (plantas/ha)	AP (cm)	Severidad Roya común (%)	Daño por <i>Helicoverpa zea</i>
Bayer	DK 7270 VT3P	76190	310	trazas	leve a moderado
La Tijereta	LT 720 VT3P	78571	275	trazas	Leve
Monsanto	DK 7210 VT3P	71429	300	3	leve a moderado
ACA	473 VT3P	73810	260	2	Leve
Don Mario	DM 2772 VT3P	73810	310	trazas	leve a moderado
ACA	M6	71429	300	trazas	sin daño
Brevant	NEXT 22.6 PWU	68800	300	trazas	sin daño
ACA	481 VT3P	76190	310	trazas	Leve
Brevant	P25P253 PWU	76190	240	trazas	sin daño
Syngenta	Syn 897 Vip3	80952	260	2	sin daño
Illinois	I 799 VT3P	68800	290	trazas	leve a moderado
SRM	6620 MGRR2	76190	275	trazas	Moderado
Sursem	LX 447 Vip	67143	285	Trazas	sin daño
La Tijereta	LT 723 VT3P	71429	270	2	Leve
Don Mario	DM 2771 VT3P	69905	245	2	moderado
La Tijereta	LT 718 VT3P	69048	285	trazas	Leve
KWS	KM 3916 GL Stack	69048	280	0	leve a moderado
Bayer	DK 7227 VT3P	76190	240	0	leve a moderado
Bayer	DK 7220 VT3P	73810	290	trazas	leve a moderado
KWS	KM 3916 Vip3	69905	280	0	sin daño
Advanta	ADV 8319 MG RR2	71429	280	trazas	moderado
Pioneer	1815 Leptra	64762	260	2 3	sin daño
Advanta	ADV 8413 VT3P	64286	240	1	muy leve

**Tabla 3:** Porcentaje de vuelco y quebrado, planta verde a cosecha, vigor y cobertura de plantas. Red de ensayos comparativos de rendimiento en fechas tardías, INTA Pergamino, campaña 2019/20.

Empresa	Híbrido	Plantas volcadas a cosecha (%) <sup>(*)</sup>	Plantas quebradas a cosecha (%) <sup>(*)</sup>	Planta verde (Stay green) <sup>(**)</sup>	Vigor planta	Cobertura
Bayer	DK 7270 VT3P	0	0	parcial	alto	media
La Tijereta	LT 720 VT3P	0	0	si	muy alto	muy alto
Monsanto	DK 7210 VT3P	0	0	si	medio	medio
ACA	473 VT3P	0	0	parcial	medio	media
Don Mario	DM 2772 VT3P	0	0	si	alto	media
ACA	M6	0	0	si	alto	m
Brevant	NEXT 22.6 PWU	5	0	no	alto	alto
ACA	481 VT3P	5	0	no	alto	alta
Brevant	P25P253 PWU	0	0	si	alto	alto
Syngenta	Syn 897 Vip3	5	0	parcial	medio	media
Illinois	I 799 VT3P	5	0	parcial	alto	media
SRM	6620 MGRR2	0	0	no	alto	meda
Sursem	LX 447 Vip	0	0	no	alto	alta
La Tijereta	LT 723 VT3P	0	0	sí	alto	alta
Don Mario	DM 2771 VT3P	0	0	medio	medio	media a alta
La Tijereta	LT 718 VT3P	0	0	si	alto	media
KWS	KM 3916 GL Stack	0	0	no	alto	alto
Bayer	DK 7227 VT3P	0	0	no	alto	alta
Bayer	DK 7220 VT3P	0	0	medio	alto	alta
KWS	KM 3916 Vip3	0	0	si	alto	media
Advanta	ADV 8319 MG RR2	0	0	medio	alto	alta
Pioneer	1815 Leptra	0	0	si	alto	alta
Advanta	ADV 8413 VT3P	0	0	si	alto	alta

<sup>(\*; \*\*)</sup> Evaluado 15 días antes de cosecha, con testigo con 20 % de Humedad.

En la Tabla 4 se presentan los rendimientos, sus componentes, y algunos parámetros simples que hacen a la calidad de los granos cosechados.

**Tabla 4:** Rendimiento de grano ajustado por el testigo, número de granos por espiga y m<sup>2</sup>, peso de granos, color, textura, número de hileras y peso hectolítrico, para los diferentes materiales evaluados. Red de ensayos comparativos de rendimiento en fechas de siembra tardía. INTA Pergamino, campaña 2019/20.

Empresa	Híbrido	Rendimiento 13,5 % ajustado	Componentes de rendimiento			Calidad grano			
			GE	NG	PG x 1000	Color	Humd (%)	Hileras	PH
Bayer	DK 7270 VT3P	13463	525	3998	336,8	AN SD	17,5	18-20	72,1
La Tijereta	LT 720 VT3P	13417	508	3994	336,0	AN SD	16,5	16	69,4
Monsanto	DK 7210 VT3P	12874	562	4012	320,9	AN Osc SD	16,1	16	0,5
ACA	473 VT3P	12528	515	3798	329,8	AN SD	17,3	20	72,4
Don Mario	DM 2772 VT3P	12396	551	4069	304,6	AN SD	18,1	18	72,2
ACA	M6	12364	465	3324	371,9	AN SD	17,4	16	74,7
Brevant	NEXT 22.6 PWU	12306	494	3397	362,3	An claro SD	17,4	16-18	67,2
ACA	481 VT3P	11967	494	3767	317,7	CD	18,3	18	70,3
Brevant	P25P253 PWU	11927	437	3328	358,4	An claro SD	18,5	16	71,8
Syngenta	Syn 897 Vip3	11763	498	4031	291,8	AN SD	19,0	18	71,7
Illinois	I 799 VT3P	11540	477	3281	351,7	AN Osc SD	16,7	14-16	75,0
SRM	6620 MGRR2	11195	560	4266	262,4	AN SD	18,7	18	73,0
Sursem	LX 447 Vip	10998	570	3829	287,3	AN SD	18,4	18	74,8
La Tijereta	LT 723 VT3P	11193	532	3798	294,7	AN Ocs SD	16,0	16-18	73,0
Don Mario	DM 2771 VT3P	10877	499	3487	311,9	AN Osc SD	18,2	18-20	75,8
La Tijereta	LT 718 VT3P	11053	479	3308	334,2	AN Osc SD	16,7	14-16	73,3
KWS	KM 3916 GL Stack	10764	434	2996	359,3	AN SD	15,6	16-18	74,7
Bayer	DK 7227 VT3P	10497	487	3709	283,0	AN Osc SD	17,7	18	71,1
Bayer	DK 7220 VT3P	10608	428	3157	336,0	AN Ocs SD	16,0	14-16	73,9
KWS	KM 3916 Vip3	10117	394	2751	367,8	AN SD	17,9	16-18	70,8
Advanta	ADV 8319 MG RR2	10222	489	3492	292,8	AN Osc SD	16,0	14-16	75,5
Pioneer	1815 Leptra	9847	523	3388	290,6	AN Osc SD	16,9	16-18	73,1
Advanta	ADV 8413 VT3P	9431	467	3002	314,2	AN SD	17,6	18-20	70,3

En la Tabla 5 se presenta el ANOVA y comparación de medias para rendimiento. Las diferencias entre cultivares fueron estadísticamente significativas ( $P=0,009$ ;  $cv=8,2$  %). Se identificaron 10 cultivares de rendimiento superior, integrando un cluster de mayor rendimiento.

**Tabla 5: ANOVA y comparación de medios (LSD  $\alpha=0,05$ ). Letras distintas representan diferencias significativas en los rendimientos**

Análisis de la varianza										
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV						
Rend	46	0,74	0,47	8,23						
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)										
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor					
Modelo	60100004	23	2613043,65	2,75	0,0103					
Bloque	831882,52	1	831882,52	0,88	0,3595					
Cultivar	59268121,4	22	2694005,52	2,84	0,009					
Error	20897814,5	22	949900,66							
Total	80997818,4	45								
Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2021,25537										
Error: 949900,6581 gl: 22										
Cultivar	Medias	n	E.E.							
DK 7270 VT3I	13952,5	2	689,17 A							
LT 720 VT3P	13738	2	689,17 A	B						
DK 7210 VT3I	13119	2	689,17 A	B C						
473 VT3P	12952,5	2	689,17 A	B C						
DM 2772 VT3	12940,5	2	689,17 A	B C						
M6	12797,5	2	689,17 A	B C D						
NEXT 22.6 PV	12738	2	689,17 A	B C D						
481 VT3P	12523,5	2	689,17 A	B C D E						
P25P253 PWI	12512	2	689,17 A	B C D E						
Syn 897 Vip3	12416,5	2	689,17 A	B C D E F						
I 799 VT3P	11845,5	2	689,17	B C D E F G						
6620 MGRR2	11773,5	2	689,17	B C D E F G H						
LX 447 Vip	11523,5	2	689,17	C D E F G H						
LT 723 VT3P	11393	2	689,17	C D E F G H						
DM 2771 VT3	11369	2	689,17	C D E F G H						
LT 718 VT3P	11345,5	2	689,17	C D E F G H						
KM 3916 GL S	10905	2	689,17	D E F G H						
DK 7227 VT3I	10904,5	2	689,17	D E F G H						
DK 7220 VT3I	10798	2	689,17	D E F G H						
KM 3916 Vip:	10536	2	689,17	E F G H						
ADV 8319 M6	10404,5	2	689,17	F G H						
1815 VYHR	10130,5	2	689,17	G H						
ADV 8413 VT	9785,5	2	689,17	H						
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )										

## Consideraciones finales

- El ambiente explorado representó un sitio típico donde en general las siembras tardías prevalecen. El índice ambiental fue inferior al utilizado para el experimento de siembras tempranas.
- El rendimiento medio del experimento fue de 11450 kg ha<sup>-1</sup> con un máximo de 13463 kg ha<sup>-1</sup> y un rango de 4032 kg ha<sup>-1</sup> entre máximo y mínimo. Estos representan valores altos, mayores a los observados en siembra temprana, dando mucho peso a la elección del cultivar dentro del proceso.
- El diferimiento de la fecha de siembra afectó muy poco el rendimiento potencial. La productividad del sitio difícilmente se hubiera igualado en una fecha temprana, aun con alta provisión de insumos.
- La presencia de adversidades bióticas alcanzó valores bajos. La presencia de *Spodoptera* fue leve y en *Helicoverpa* moderada. La severidad de Roya común fue también baja, aunque reducida por el uso de un fungicida. Esta característica de moderada presión de plagas otorga a la región una singular aptitud para este sistema alternativo.
- La siembra en fechas tardías lleva pocos años en la región. Se han desarrollado genotipos y perfiles genéticos apropiados a este sistema, que ha permitido un salto notable en los niveles productivos. Por otra parte, el enfoque sobre el cultivo, ahora observado como un sistema estable pero muy productivo, ha permitido dejar de lado una subestimación de su potencial. El uso de densidades medias a elevadas, correcta fertilización, protección y tecnología sobre el cultivo ha llevado a lograr rendimientos insospechados poco tiempo atrás.

## Bibliografía consultada

- Bleicher, J. Níveis de resistência a *Helminthosporium turcicum* Pass. Em três ciclos de seleção em milho pipoca (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1988. 130p. Tese (Doutorado) - ESALQ – SP, 1988.
- Chen, K., Camberato, J. J., Tuinstra, M. R., Kumudini, S. V., Tollenaar, M., & Vyn, T. J. (2016). Genetic improvement in density and nitrogen stress tolerance traits over 38 years of commercial maize hybrid release. *Field Crops Research*, 196, 438-451.
- Duvick, D. N. (2005). Genetic progress in yield of United States maize (*Zea mays* L.). *Maydica*, 50(3/4), 193.
- Elmore R., L. Abendroth and G. Cummins. 2006. "Green Snap in Iowa". *Integrated Crop Management (ICM) N° 496 (19): 199 – 200*. Iowa State University.
- Fawcett, J., Weaver, A., Koopman, Z., Schnabel, M., & Rogers, J. (2018). On-Farm Corn and Soybean Variety Demonstration Trials. *Farm Progress Reports*, 2017(1), 7.
- Ferraris, GN. y F. Mousegne. 2017. Caracterización y evaluación comparativa de cultivares de maíz en la localidad de Colón (BA). pp 14-19. *Revista de Tecnología Agropecuaria: Vol. 10 N° 33*. Agosto 2017.
- Ferraguti, F., J. Castellarín, J.C. Papa y D. Rubin. 2010. ¿Qué es el Green Snap o quebrado en verde del tallo del maíz? Para mejorar la Producción, *INTA EEA Oliveros*. 44: 53-57
- González, M. 2000. First Report of Virulence in Argentine Populations of *Puccinia sorghi* to Rp Resistance Genes in Corn. *Plant Diseases* Vol 84:921.
- Grassini, P., Specht, J. E., Tollenaar, M., Ciampitti, I., & Cassman, K. G. (2015). High-yield maize-soybean cropping systems in the US Corn Belt. In *Crop Physiology (Second Edition)* (pp. 17-41).
- Rienzo, J. A. D., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2016). *InfoStat versión 2016*. Córdoba, InfoStat Group, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. URL <http://www.infostat.com.ar>, 30.
- Lobell, D. B., Roberts, M. J., Schlenker, W., Braun, N., Little, B. B., Rejesus, R. M., & Hammer, G. L. (2014). Greater sensitivity to drought accompanies maize yield increase in the US Midwest. *Science*, 344(6183), 516-519.
- Peterson, R.F.; F.A. Campbell; A.E. Hannah. 1948. A diagramatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. *Canadian Journal Research* 26: 496-500.

- Ritchie, S. and J. Hanway. 1993. How a Corn Plant Develops. Special Report No. 48. Iowa State University of Science and Technology. Cooperative Extension Service Ames, Iowa. Disponible on line [www.iastate.edu](http://www.iastate.edu)
- Xu, H., Twine, T. E., & Girvetz, E. (2016). Climate change and maize yield in Iowa. PloS one, 11(5), e0156083.

**Agradecimientos:**

A los criaderos participantes por el interés demostrado y su confianza en nuestro trabajo.

A los contratistas que colaboraron con la siembra, protección y cosecha del experimento.