

Red de evaluación de híbridos de maíz en fecha de siembra tardía. Campaña 2021-22

Videla Mensegue, Horacio²; Genero, Marcela³; Pagnan, Luis⁹; Ioele, Juan¹; Salafia, Analía²; Segura, Lucas⁴; Galarza, Carlos⁴; Masino, Alejandra¹; Chiacchiera, Sebastián⁵; Pietrantonio, Juan; Alladio, Ricardo; Anselmi, Henry⁸; Feresín, Patricio⁸; Canale, Alejandra¹⁰; Salomón, Alejandro¹⁰; Muñoz, Sebastián⁴; Alberione, Enrique; Conde, María; Gerster, Guillermo⁴ y Mastrovincenzo, Gabriela⁷.

¹AER Corral de Bustos, ²AER Laboulaye, ³AER Huinca Renancó, ⁴EEA Marcos Juárez, ⁵AER Noetinger,

⁶AER Bell Ville, ⁷AER Canals, ⁸AER La Carlota, ⁹AER Justiniano Posse, ¹⁰AER Río Cuarto.

Palabras claves: maíz- rendimiento - estabilidad de rinde - ambientes.

Resumen

La genética de maíz se encuentra en constante cambio, en busca de materiales que brinden mayor potencial de rendimiento y resistencia o tolerancia a adversidades bióticas (pe. enfermedades) y abióticas (pe. sequías). Lo cual demanda la evaluación a campo en red para observar su comportamiento en diferentes regiones y, a su vez, su desempeño en situaciones de manejo con tecnología de productor. Los objetivos de esta red de evaluación de híbridos de maíz son: a) evaluar el comportamiento agronómico (rinde, estabilidad y humedad a cosecha) de diferentes híbridos comerciales de maíz en lugares representativos del centro - sur de la provincia de Córdoba, b) difundir la información obtenida entre productores y técnicos. La red de ensayos de híbridos de maíz en siembra tardía se localizó geográficamente en 6 localidades de la región centro – sur de Córdoba. El diseño experimental de los ensayos fue en macroparcelas en bloques completos con 2 repeticiones. Los híbridos evaluados fueron 35 de 16 empresas semilleras. El rendimiento medio de los sitios de evaluación de fecha de siembra de tardía fue 8717 kg/ha con un mínimo de 6810 kg/ha y un máximo de 9551 kg/ha mientras que para los de siembra de segunda fue de 4696 kg/ha con un mínimo de 3647 kg/ha y un máximo de 5735 kg/ha. Los materiales que mayor rendimiento mostraron en promedio para todos los sitios y que no se diferenciaron estadísticamente fueron: LT 723 VT3 PRO, B7349 VT3 PRO, Dk 72-20 VT3P, ACA 476 VT3, ST 9820, Dk 72-08 VT3P, P 2167 VYHR, NXM 7123 PW, ADV 8122 VT3P, NEXT 22.6 PWU, Tigre 21-123 VT3P, Brv 8421 PWUN y Brevant 8380 PWU.

1. Introducción

El maíz es el segundo cultivo en orden de importancia en superficie sembrada en la provincia de Córdoba y el primero por la cantidad de toneladas producidas, respecto a los demás (soja, trigo, maní, y girasol; MAGyA, 2017). En consecuencia, los aspectos de manejo que aportan a mejorar el rinde y la eficiencia de uso de recursos merecen una especial atención. La expresión del rendimiento es una combinación particular del suelo, clima, plagas, enfermedades y competencia entre plantas del mismo cultivo y con otras especies (malezas). Esta composición forma un ambiente único que interactúa con el genotipo resultando en la expresión del rendimiento (de la Vega y de la Fuente, 2004).

La fecha de siembra en el cultivo de maíz constituye la práctica agronómica de mayor impacto sobre el rendimiento del cultivo, en este sentido, el atraso de la misma al mes de diciembre (maíz tardío) permite aumentar considerablemente la estabilidad del rendimiento, en base a un periodo de barbecho más prolongado, que garantiza mayores contenidos de agua útil al momento de la siembra y al posicionamiento del período crítico para la definición del rendimiento en condiciones de menor demanda atmosférica reduciendo la brecha con la oferta de agua por precipitaciones.

La genética de maíz se encuentra en constante cambio, en busca de materiales que brinden mayor potencial de rendimiento y resistencia o tolerancia a adversidades bióticas (pe. enfermedades) y abióticas (pe. sequías). Lo cual demanda la evaluación a campo en red para observar su comportamiento en diferentes regiones y, a su vez, su desempeño en situaciones de manejo con tecnología de productor. Esto permite comparar la performance de los híbridos en distintas regiones y evaluar la expresión de la genética en interacción con diferentes condiciones ambientales y manejo.

La cantidad de híbridos de maíz disponibles en el mercado es muy amplia, así como su potencial de rendimiento y su costo. Por lo que las evaluaciones en ensayos comparativos de rendimiento son una herramienta muy útil para productores y técnicos al momento de tomar decisiones agronómicas. A su vez, la territorialidad que el INTA posee a través de sus Agencias de Extensión Rural (AER) permite incluir una amplia diversidad de ambientes generando una red de evaluación que abarca gran parte de la región centro - sur de Córdoba.

Los objetivos de esta red de maíz son: a) evaluar el comportamiento agronómico (rinde, estabilidad y humedad a cosecha) de diferentes híbridos comerciales de maíz en lugares representativos del centro - sur de la provincia de Córdoba y b) difundir la información obtenida entre productores y técnicos de la región para sustentar la producción de maíz y permitir elegir mejor sus materiales genéticos en función de los objetivos planteados. En este informe se presentan los resultados de la red haciendo hincapié en el rendimiento por sitio, el rendimiento individual y la relación genotipo ambiente de los ensayos de fecha tardía y de segunda.

2. Materiales y métodos

2.1. Sitios de evaluación

La red de ensayos de híbridos de maíz en siembra tardía se localizó geográficamente en 6 localidades de la región centro – sur de Córdoba (Figura 1). La región abarcada es muy amplia en sus condiciones edáficas pasando desde suelos Argiudoles hasta Haplustoles enticos y típicos. Los sitios de ensayos fueron: Rio Cuarto (RIV, Sol de

Mayo), Laboulaye (LB), La Carlota (LC), Marcos Juárez (MJt), Huinca Renanco (LP). Además, dos sitios en fecha tardía y como cultivo de segunda, detrás de cultivos invernales y ellos son Marcos Juárez (MJ 2°) y Del Campillo (DC 2°) detallados en Figura 1.

En la mayoría de los sitios se caracterizó químicamente el suelo (0-20 cm) con análisis de materia orgánica, pH, fósforo, azufre de sulfatos y nitratos (0 a 60 cm). Además, se evaluó la cantidad de agua útil en cada sitio antes de la siembra del mismo. También se registró la precipitación desde septiembre a mayo y la presencia de la capa freática. En cosecha se determinó el rendimiento corregido por humedad a 14.5%, aclarando que cada sitio se cosechó según disponibilidad de máquina para el lote, pero siempre con niveles de humedad por debajo de 28%.

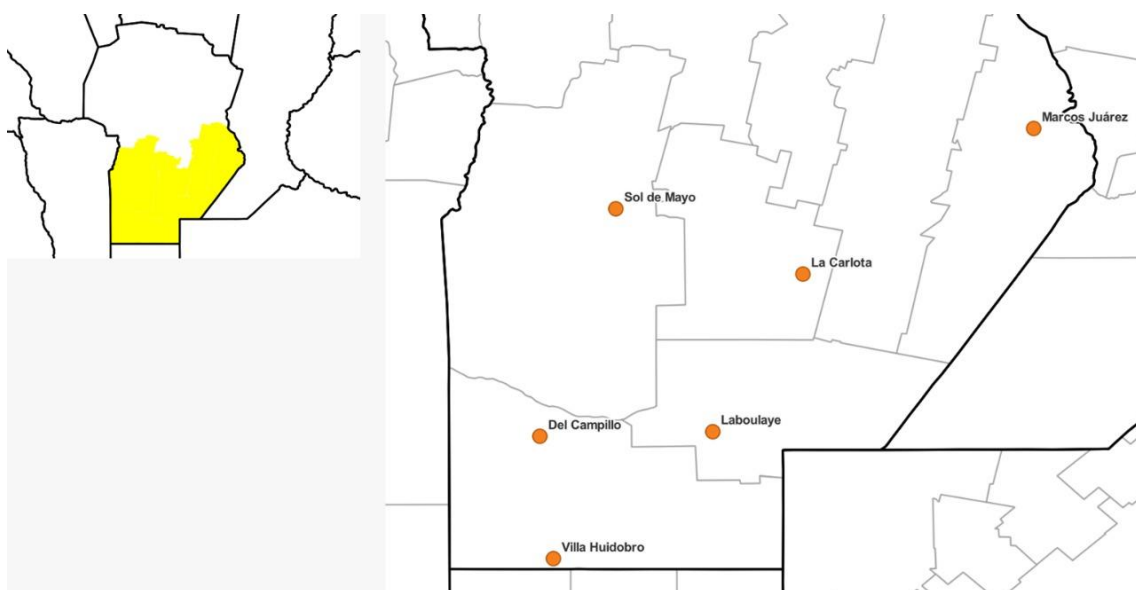


Figura 1. Sitios de experimentación de la red de evaluación de híbridos de maíz de fecha tardía y segunda.

2.2. Condiciones experimentales

Los ensayos fueron realizados en campos de productores y los sitios fueron elegidos por ser representativos de los ambientes del área de influencia de cada AER según los tipos de suelos y condición de manejo agronómicas. Todos los ensayos se realizaron en siembra directa, con fecha y densidad de siembra de acuerdo a las características del sitio. Las labores se realizaron con la maquinaria de productor.

El diseño experimental de los ensayos fue en macroparcelas en bloques completos con 2 repeticiones. Los híbridos evaluados fueron 35 de 16 empresas semilleras (Cuadro 1).

Los resultados fueron analizados estadísticamente con el software Infostat (Di Rienzo et al., 2016). Los resultados de rendimiento fueron analizados con ANOVA y las diferencias de medias se compararon con el test LSD Fisher con un nivel de significancia $p \leq 0.05$. La interacción genotipo x ambiente fue analizada con el test de Shukla.

Cuadro 1. Híbridos de maíz evaluados en la fecha de siembra tardía y segunda en la campaña 2021-22. Revisar la nomenclatura de los híbridos.

N° de Orden	Empresa	Hibrido
1	ACA	ACA 19MZ227
2	ACA	ACA 473 VT3
3	ACA	ACA 476 VT3
4	ACA	ACA 481 VT3
5	ACA	ACA 484 VT3
6	ADVANTA	ADV 8122 VT3P
7	Argenetics	ARG 7715
8	Argenetics	ARG 7718
9	BASF	B 7344 VT3 PRO
10	BASF	B 7349 VT3 PRO
11	Brevant	Brevant 8380 PWU
12	Brevant	Brv 8421 PWUN
13	CONSUS	CSM 2072
14	CONSUS	CSM 2104
15	BAYER	DK 72-08 VT3P
16	BAYER	DK 72-20 VT3P
17	BAYER	DK 72-70 VT3P
18	BAYER	DK 72-72 VT3P
19	BAYER	DK 73-03 VT3P
20	Limagrain	LG 30680 VIP3
21	Limagrain	LGX 161 VIP 3
22	BAYER	LT 718 VT3 Pro
23	BAYER	LT 721 Vt3 Pro
24	BAYER	LT 723 VT3 PRO
25	Brevant	NEXT 22.6 PWU
26	Syngenta	NK 842 VIP3
27	Nidera	NS 7818 VIP 3
28	Nidera	NS 7921 VIP 3
29	Macro seed	NXM 7123 PW
30	Pioneer	P 2167 VY HR
31	QSEEDS	QS 72-01
32	SOYTECH SA	SOY 35-40 MGRR2
33	STINE	ST 9820
34	Syngenta	SYN EXP 2743 VIP3
35	BAYA CASAL	TIGRE 21-123 VT3P

Cuadro 2. Caracterización agronómica (A) y ambiental (B) de cada sitio de experimentación. Rio Cuarto (RIV), Laboulaye (LB), La Carlota (LC), Marcos Juárez tardío (MJt), Huinca Renanco (HR) y los dos sitios de segunda, Marcos Juárez (MJ 2°) y Del Campillo (DC 2°). MAP: fosfato monoamónico, MESZ: MicroEssentials SZ, DAP: fosfato diamónico.

(A)	RIV	LB	LC	MJt	LP	MJ2°	DC2°
Latitud	32°59'11.82"S	34°17'34.98"S	33°28'33.44"S	32°43'37"S	34°56'38.94"S	32°43'44" S	34°18'51.52"S
Longitud	64°44'59.08"O	63°45'27.43"O	63°17'33.76"O	62°06'21"W	64°34'19.65"O	62°06'38" O	64°38'29.17"O
Fecha de Siembra	1/12/2021	29/12/2021	14/12/2021	21/12/2021	27/12/2021	21/12/2021	27/12/2021
Densidad (sem/ha)	66664	65000	68571	78000	56000	78000	47617
N aplicado (kg/ha)	94,3	69	120	180	108	180	72
Fuente de N	Urea	Urea	Urea	Urea	Urea	Urea	Urea
Forma de aplicación	Voleo	Voleada	Incorp. y voleo	Voleada	Voleada	Voleada	Voleo
Fertilización fosforada (kg/ha)	80	50	90	120	40/78	0	25
Fuente de P	MAP	MAP	Nitrocomplex	MAP	Nutrimax Zn/MAP	----	Harvest More
<hr/>							
(B)	RIV	LB	LC	MJt	LP	MJ2°	DC2°
MO (%)	2	2,05	1,71	2,6	1,31	2,7	0,9
P (ppm)	11,41	8,95	10,00	28	16,9	20	14
N suelo (kg/ha)	61,3	60	78,00	110,4	128	62,4	45
S-SO ₄ (ppm)	----	-	7,4	4,6	-----	3,3	----
Agua útil a 2m (mm)	----	150	-----	330	160	170	140
Prof. de napa (m)	Sin napa	2	3,24	3	Sin napa	3,8	Sin napa
Antecesor	Soja	Trigo	Soja	Soja	Soja	Trigo	Avena cosecha

3. Resultados

3.1. Condiciones agronómicas y ambientales

El Cuadro 2 muestra las condiciones agronómicas y ambientales en la cual se desarrollaron los cultivos. La fecha de siembra varió entre el 1 al 29 de diciembre. La densidad de siembra promedio fue 65.693 sem/ha siendo los sitios de ensayo Del Campillo 2° y Huinca Renancó los de menor densidad de siembra. El aporte de nitrógeno total (suelo + fertilizante) promedio fue 117 kgN/ha con un máximo de 180 kgN/ha y un mínimo de 69 kgN/ha. La fuente de N aplicada fue generalmente urea voleada. La dosis promedio de fertilizante fosforado fue 69 kg/ha aplicada con distintas fuentes.

Las condiciones ambientales de los sitios de experimentación muestran cierta variabilidad (Cuadro 2.B). El contenido de materia orgánica promedio fue 1,89 mientras que el fósforo varió entre 8,8 a 28 ppm. El contenido de nitrógeno promedio en el suelo al momento de la siembra fue 78 kg/ha. El agua útil a la siembra (a 2m de profundidad) varió entre 140 a 330 mm y en todos los sitios la napa estuvo por debajo de los 2 m de profundidad o no se registró su presencia. La lluvia promedio acumulada de septiembre a mayo para todos los sitios fue de 683 mm, siendo el registro mínimo en Río Cuarto y el máximo en La Carlota (Cuadro 3).

Cuadro 3. Precipitación de los meses de septiembre a mayo para los sitios de experimentación.

	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Total
RIV	41	92	89	94	19	67	28	16	0	446
LB	82	60	101	113	167	198	107	48	0	876
LC	68	147	136	96	235	146	108	38	5	979
MJt	43	54	151	40	57	40	116	60	0	561
LP	91	71	107	161	67	96	46	5	0	644
MJ2°	43	54	151	40	57	40	116	60	0	561
DC2°	36	7	116	145	172	140	81	18	0	715
PROMEDIO	58	69	122	98	111	104	86	35	1	683

Resulta importante indicar que la campaña de evaluación tuvo una característica muy importante que fue la ocurrencia de un evento de helada temprana el día 30/3, afectando significativamente los rendimientos de los experimentos de LB, DC 2°, LP y MJ 2°.

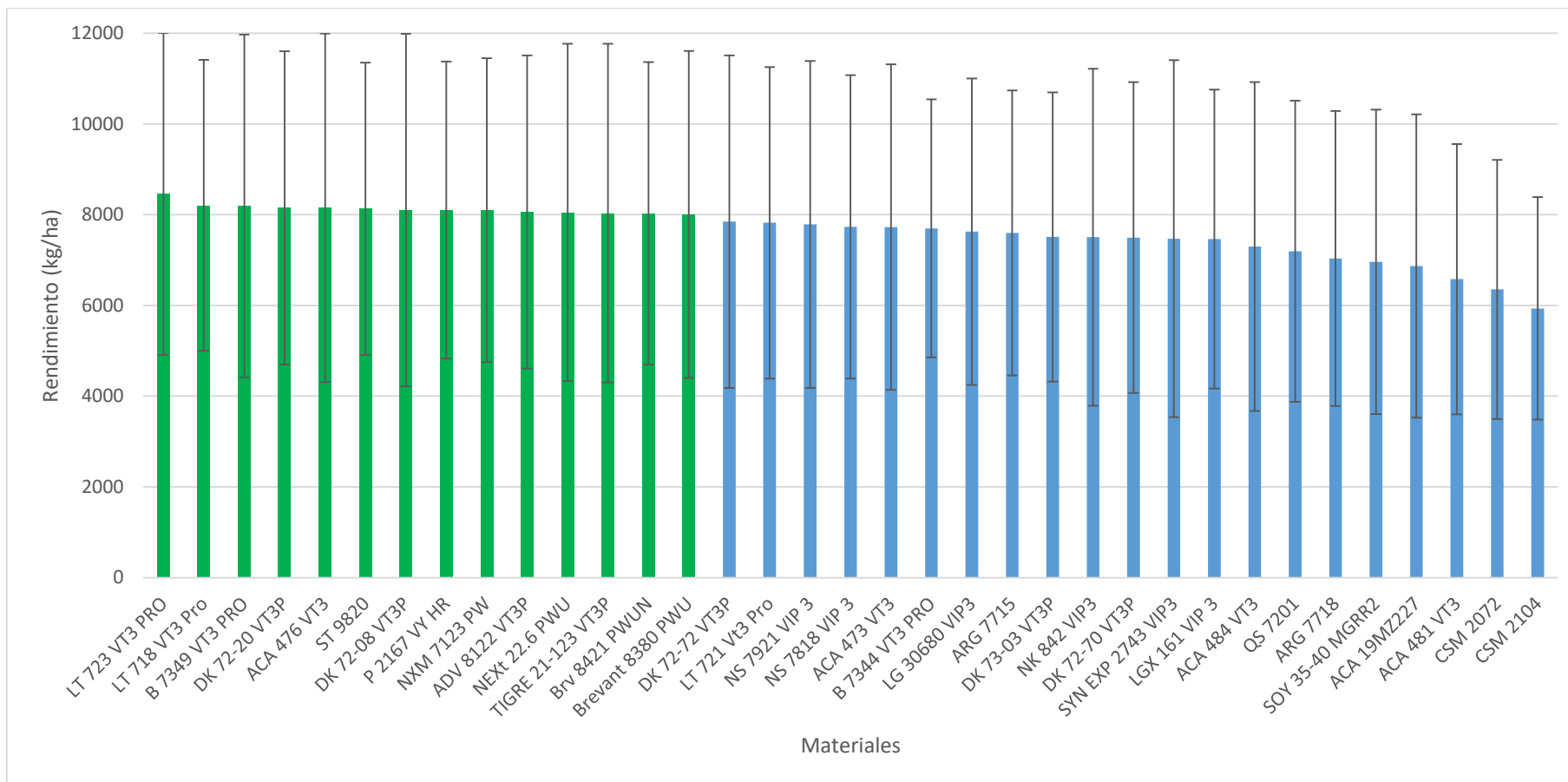


Gráfico 1. Rendimiento promedio de los híbridos de maíz evaluados. Color verde indica ausencia de diferencias estadística para el test de LSD Fisher ($p \leq 0.05$). Las barras pequeñas indican el desvío estándar de cada material. Las barras verdes indica los materiales que rindieron por encima del promedio.

3.2. Rendimiento

El rendimiento promedio de los 6 sitios de experimentación fue 7636 Kg/ha (± 564 kg/ha) siendo el rinde mínimo 5935 kg/ha y el máximo 8456 kg/ha (Gráfico 1). Los materiales que mayor rendimiento mostraron en promedio para todos los sitios y que no se diferenciaron estadísticamente fueron: LT 723 VT3 PRO, LT 718 VT3 PRO, B7349 VT3 PRO, Dk 72-20 VT3P, ACA 476 VT3, ST 9820, Dk 72-08 VT3P, P 2167 VYHR, NXM 7123 PW, ADV 8122 VT3P, NEXT 22.6 PWU, Tigre 21-123 VT3P, Brv 8421 PWUN y Brevant 8380 PWU, detallados en color verde en Grafico 1.

En el Cuadro 4 se muestra el rendimiento por híbrido y sitio. El sitio que mayor rendimiento alcanzó fue La Carlota con 11.345 kg/ha y el mínimo fue Del Campillo con 3704 kg/ha en una siembra de segunda. Tal como se observa en el Grafico 4 La Carlota y Rio Cuarto fueron los sitios de rendimientos superiores a la media y de mayor estabilidad, siendo Marcos Juarez en fecha de siembra tardía el de mayor respuesta ambiental.

La humedad promedio de cosecha fue 16.3% ($\pm 1\%$) siendo ACA 19MZ227 y CSM 2072 los materiales con menor humedad (Gráfico 2).

3.3. Estabilidad de rendimiento según ambientes

El análisis de estabilidad de los materiales, muestra que los híbridos LT 723 VT3 Pro, LT 718 VT3 Pro, B 7349 VT3 PRO, DK 72-20 VT3P, DK 72-08 VT3P, P 2167 VY HR, NXM 7123 PW, ADV 8122 VT3P, NEXT 22.6 PWU, TIGRE 21-123 VT3P, Brevant 8421 PWUN, Brevant 8380 PWU mostraron rendimientos superiores a la media (7636 kg/ha) y alta estabilidad (baja interacción híbrido x ambiente, Gráfico 3). Es decir, los híbridos ubicados en el cuadrante superior izquierdo del Gráfico 3, son los que nos darán un rendimiento predecible en toda el área que abarca la red. Por el contrario, en el cuadrante superior derecho, encontramos a los híbridos que superan al rendimiento medio, pero poseen mayor interacción genotipo x ambiente, aquí encontramos a ACA 476 VT3 y ST 9820.

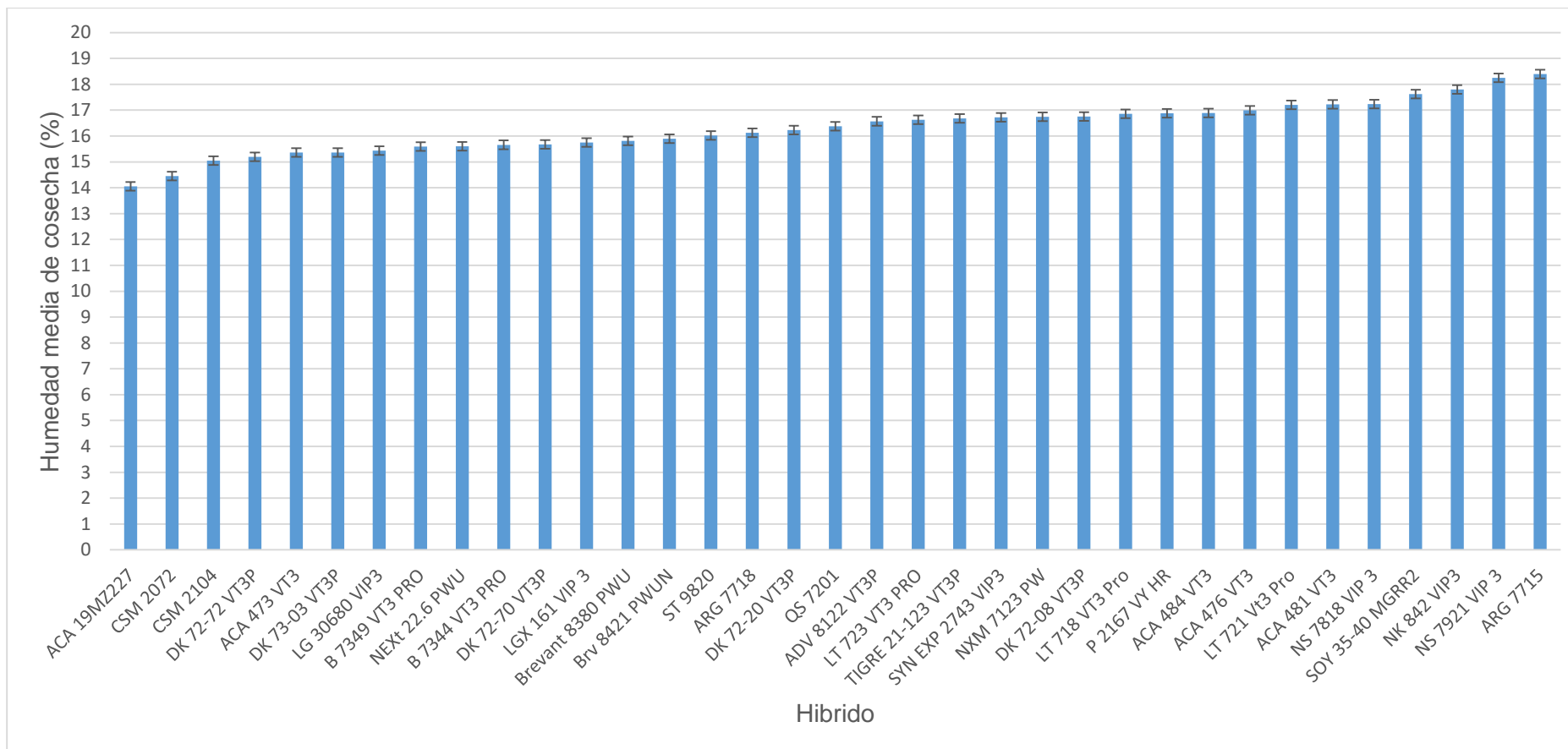


Gráfico 2. Humedad de cosecha promedio de los híbridos de maíz evaluados. Las barras pequeñas indican el desvío estándar de cada material.

Cuadro 4. Rendimiento por híbrido y sitio de ensayo. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas para el test LSD Fisher ($p \leq 0.05$). DE: desvío estándar. Dejar números enteros.

Empresa	Hibrido	N° de Orden	RIV	LB	LC	DC2°	LP	MJ2°	MJt	PROMEDIO
BAYER	LT 723 VT3 PRO	24	10446	4241	12610	4620	7651	6850	12778	8456,6
BAYER	LT 718 VT3 Pro	22	10974	4507	11914	4997	8479	5445	11129	8206,4
BASF	B 7349 VT3 PRO	10	11592	3868	11889	4206	7337	5846	12610	8192,6
BAYER	DK 72-20 VT3P	16	11077	4171	11886	4036	7804	6342	11747	8151,9
ACA	ACA 476 VT3	3	11932	4028	10943	4216	6645	5947	13339	8150,0
STINE	ST 9820	33	9564	4462	12683	4600	8210	6146	11243	8129,7
BAYER	DK 72-08 VT3P	15	11277	3538	12932	3984	6590	6487	11916	8103,4
Pioneer	P 2167 VY HR	30	10695	5241	11268	3818	7607	5964	12130	8103,3
Macro seed	NXM 7123 PW	29	11317	4395	11140	4382	7058	6307	12102	8100,1
ADVANTA	ADV 8122 VT3P	6	11225	4211	11891	4136	7623	5866	11456	8058,3
Brevant	NEXt 22.6 PWU	25	11147	4575	11837	3912	6735	5478	12680	8052,0
BAYA CASAL	TIGRE 21-123 VT3P	35	11399	4152	11835	3724	7114	5732	12285	8034,4
Brevant	Brv 8421 PWUN	12	10284	4272	12356	4570	7183	6039	11506	8030,0
Brevant	Brevant 8380 PWU	11	10689	4056	12546	3736	7047	6378	11585	8005,3
BAYER	DK 72-72 VT3P	18	10188	3691	12227	3545	6995	6306	11977	7847,0
BAYER	LT 721 Vt3 Pro	23	10307	4444	11632	3750	6586	6055	11983	7822,4
Nidera	NS 7921 VIP 3	28	10253	4192	11509	3370	5919	6872	12398	7787,6
Nidera	NS 7818 VIP 3	27	11483	5008	11251	4170	6361	4875	10981	7732,7
ACA	ACA 473 VT3	2	11328	4149	11268	3749	6488	5373	11726	7725,9
BASF	B 7344 VT3 PRO	9	10342	4380	10791	4096	6786	7158	10325	7696,9
Limagrain	LG 30680 VIP3	20	11231	3892	10904	3694	7236	5525	10902	7626,3
Argenetic	ARG 7715	7	10950	4440	10685	3550	7592	5553	10413	7597,6
BAYER	DK 73-03 VT3P	19	9767	4285	11429	3632	6501	6014	10945	7510,4
Syngenta	NK 842 VIP3	26	10692	3952	11416	3596	6057	4828	11997	7505,4

BAYER	DK 72-70 VT3P	17	9993	4022	12027	3372	6263	5995	10793	7495,0
Syngenta	SYN EXP 2743 VIP3	34	11747	4171	10493	3085	5375	4978	12455	7472,0
Limagrain	LGX 161 VIP 3	21	9860	3646	11124	4302	7322	4773	11215	7463,1
ACA	ACA 484 VT3	5	10398	4045	11362	3262	6097	4537	11384	7297,9
QSEEDS	QS 7201	31	10354	3921	10364	2723	6887	5420	10682	7193,0
Argenetic	ARG 7718	8	10163	4133	11510	3468	6074	4539	9341	7032,6
SOYTECH SA	SOY 35-40 MGRR2	32	9584	2913	11241	3288	6439	5243	10007	6959,3
ACA	ACA 19MZ227	1	9068	3862	10680	2522	5490	5559	10895	6868,0
ACA	ACA 481 VT3	4	9448	4445	9558	2368	5556	4925	9751	6578,7
CONSUS	CSM 2072	13	9399	3942	9058	2585	5342	4793	9348	6352,4
CONSUS	CSM 2104	14	8218	3971	8806	2594	4823	4901	8230	5934,7
PROMEDIO (kg/ha)			10525,5	4149,2	11344,7	3704,5	6722,1	5687,1	11321,5	7636,4
DE (kg/ha)			836,1	404,6	934,3	640,0	841,0	686,3	1101,1	572,7

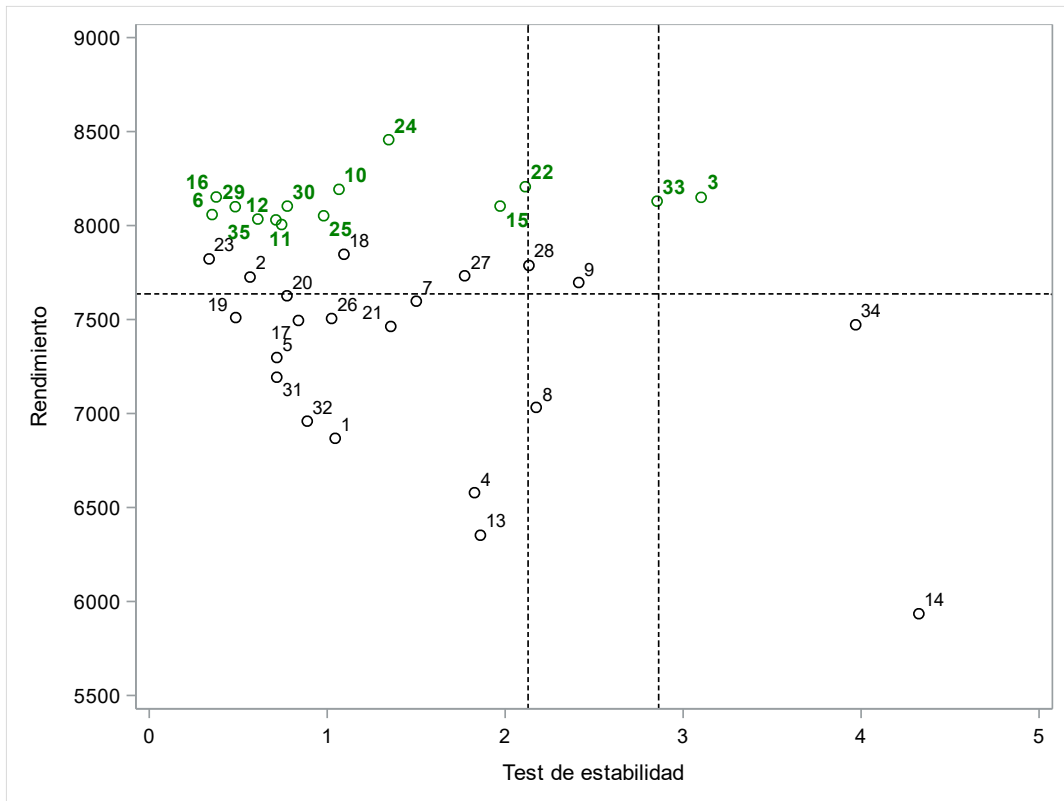


Gráfico 3. Relación genotipo x ambiente para los híbridos de maíz evaluados.

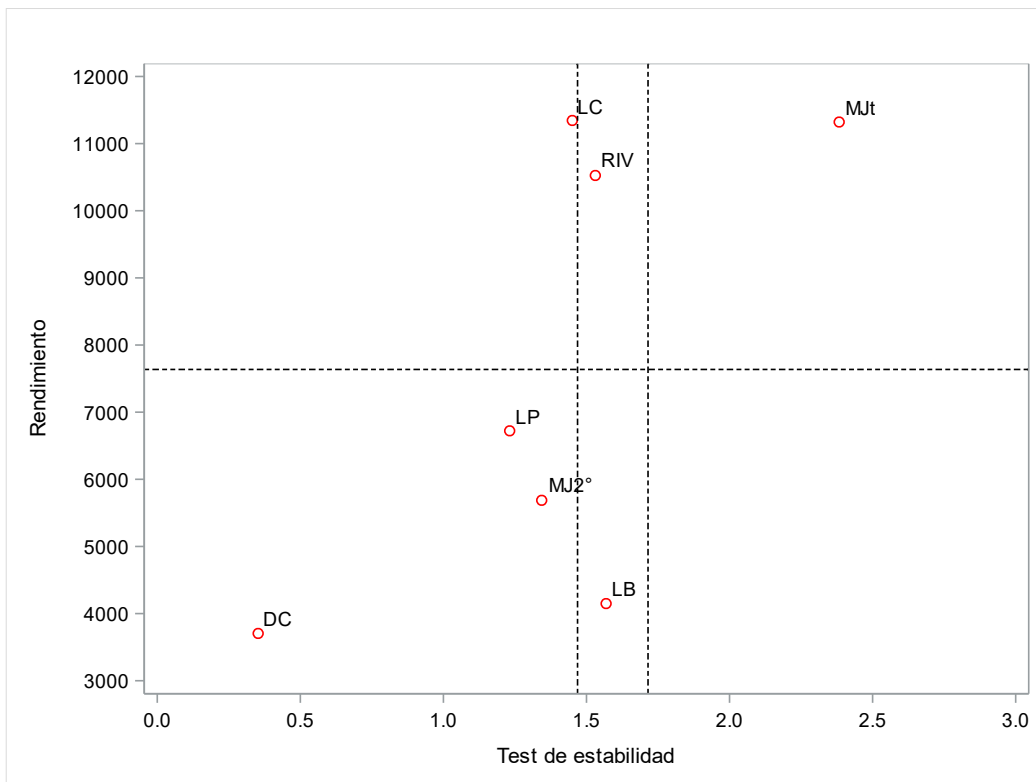


Gráfico 4. Relación rendimiento x ambiente para las 6 localidades evaluadas.

4. Conclusión

El rendimiento medio de los sitios de evaluación de fecha de siembra de tardía y de segunda fue de 7636 kg/ha. Los materiales que mayor rendimiento mostraron en promedio para todos los sitios y que no se diferenciaron estadísticamente fueron: LT 723 VT3 PRO, LT 718 VT3 PRO, B7349 VT3 PRO, Dk 72-20 VT3P, ACA 476 VT3, ST 9820, Dk 72-08 VT3P, P 2167 VYHR, NXM 7123 PW, ADV 8122 VT3P, NEXT 22.6 PWU, Tigre 21-123 VT3P, Brv 8421 PWUN y Brevant 8380 PWU.

5. Agradecimientos

Desde nuestra institución agradecemos la colaboración de las empresas semilleras que confiaron en nuestro trabajo para la armar la Red de Evaluación de Híbridos de Maíz: ACA, Nidera, Syngenta, BASF, Limagrain, StineSeed, Brevant, Macroseed, Argenetics, Bayer, Pionner, Baya Casal, Qseeds, Advanta, Consus y Soytech SA y a los productores que permitieron la realización de los ensayos: Rio Cuarto (a los productores David y Alejandro Tonello y su equipo de trabajo y los docentes de la Catedra de Fitopatología de la UNRC Ing. Agr. Marcelo Kearney y Monica Zuza), Laboulaye (Alejandro Alzari, Karen Orihuela, Carlos Bava y Federico Vranken), La Carlota (), Marcos Juárez (Luciano y Jorge Pereyra), Huinca Renanco (Est. La Porteña de Llorente hnos. y a Juan Ortolani) y en Del Campillo (al Ing. Agr. Lucas Castelari).

6. Referencias bibliográficas

De la Vega, A. y E. de la Fuente. 2004. Elección de genotipos. En: Satorre, E., Bencech Arnold, R., Slafer, G., de la Fuente, E., Miralles, D., Otegui, M. & Savin, R. (Eds.), Producción De Granos. Bases Funcionales Para Su Manejo. Editorial FAUBA, Buenos Aires, Argentina.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat Versión 2019. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

MAYG. 2017. Estadísticas de la Producción Agrícola de la Provincia de Córdoba. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentos de la Provincia de Córdoba, Córdoba, Argentina. <https://agricultura.cba.gov.ar/institucional/consulta-indicadores.php>