



**REGIÓN SUR
DE SANTA FE**

Informe de la Red de Híbridos de Maíz en Fecha Temprana 2020-2021 CREA-SSF

Santiago Gallo¹, Guillermo Marccasini¹ (*Coordinación de ensayos*)

Brenda Gambin², Lucas Borrás² (*Análisis de datos, escritura de informe final*)

¹ CREA Sur de Santa Fe.

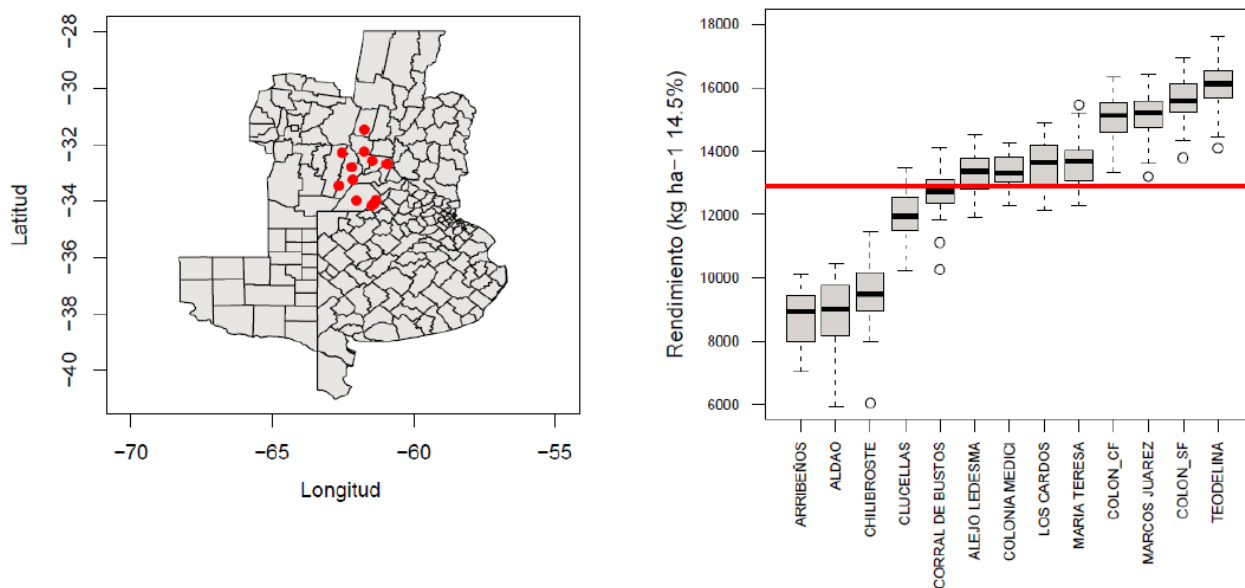
² Facultad de Ciencias Agrarias, UNR.

En el presente informe se describen los resultados de la red de ensayos de híbridos de maíz sembrados en fecha temprana durante la campaña 2020-2021 del CREA Sur de Santa Fe.

El objetivo de la red es obtener información sobre el comportamiento de los distintos híbridos de maíz en condiciones de campo y con la tecnología que utiliza el productor en los distintos ambientes que conforman la región.

Descripción de la Red:

Durante la campaña 2020-2021 se llevaron a cabo ensayos en 12 sitios, aunque un sitio (Colón) fue considerado como dos sitios debido a un manejo diferencial de aplicación o no de fungicida (Colón_CF y Colón_SF; Fig. 1), resultando en 13 sitios totales.



CREA	Campo	Localidad	F.S.	F.C.	Lat	Long
General Arenales	"El Fortín"	Arribeños	12-sep	29-abr	-34,178	-61,442
Santa Isabel	"La Lolita"	Colón	7-oct	22-abr	-33,975	-61,300
Teodelina	"El Pelado"	Teodelina	14-oct	14-oct	-34,115	-61,383
María Teresa	"La Baya"	María Teresa	18-sep	19-mar	-33,986	-61,999
Monte Maíz	"La Dorita"	Alejo Ledesma	17-sep	30-mar	-33,468	-62,625
General Baldissera	"La Germana"	Corral De Bustos	14-sep	8-may	-33,257	-62,115
Posta Espinillos	"Huinca"	Marcos Juárez	27-oct	14-may	-32,809	-62,151
Rosario	"La Airosa"	Aldao	18-sep	12-may	-32,692	-60,923
Armstrong - M. Oca	"Don Roque"	Colonia Medici	19-sep	3-abr	-32,593	-61,428
La Calandria	"Santa Catalina"	Los Cardos	21-sep	4-may	-32,269	-61,719
El Abrojo	"Santa Cecilia"	Chilibroste	19-sep	6-may	-32,303	-62,498
Las Petacas	"AR Agropecuaria"	Clucellas	21-sep	3-abr	-31,471	-61,713

Fig. 1. Lista de sitios de la red, indicando fecha de siembra (FS), fecha de cosecha (FC) y ubicación. En la parte superior se muestra un mapa con la ubicación de los ensayos y a la derecha la variabilidad de los rendimientos por sitio. La línea roja indica la media de rendimiento de la campaña de 12883 kg ha⁻¹.

Manejo:

Todos los experimentos se realizaron en condiciones de secano y con la tecnología disponible del productor, lo que repercute en variación de decisiones de manejo referido a densidad, fertilización y aplicación de fungicida. El control químico de malezas fue decisión del productor y se asume que los ensayos estuvieron libres de malezas. Los detalles de las condiciones iniciales y el manejo se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de cada lote y manejo.

Sitio	Dens (pl m ⁻²)	MO (%)	pH	Ns (kg ha ⁻¹)	Na (kg ha ⁻¹)	Ps (ppm)	Pa (kg ha ⁻¹)	S- SO4s ppm	Sa (kg/ha)	Zn s (ppm)	Micro aplicados	Napa	AU (mm)	AU (%)	Lluvias (mm)	Fung	Suelo	Antecesor
ALDAO	6,7	2,41	5,76	179	140	7,3	20	11	12	0,86	-	No	158	139	392	No	Argiudol	Trigo/Soja 2da
ALEJO LEDESMA	7,8	2,63	6,05	94	93	27,5	20	12	11	0,88	Zn	No	87	82	576	No	Hapludol	Soja 1ra
ARRIBEÑOS	7,0	2,34	5,84	71	11	7,8	59	10	9	0,83	-	No	123	80	571	No	Hapludol	Soja 1ra
CHILIBROSTE	7,2	2,71	5,76	116	141	30,3	15	12	16	0,89	-	No	76	46	621	No	Argiudol	Soja 2da
CLUCELLAS	7,5	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	No	sd	sd	886	No	Argiudol	Trigo/Soja 2da
COLON	7,2	3,18	5,89	121	107	52,9	35	15	21	0,91	Ca+Zn	Si	91	74	579	Si	Argiudol	Trigo/Soja 2da
COLONIA MEDICI	7,7	2,45	5,98	121	150	27,7	18	13	10	0,89	Zn	No	109	91	518	No	Argiudol	Cebada/Soja 2da
CORRAL DE BUSTOS	7,0	2,55	5,91	111	78	26,3	32	13	18	0,88	-	No	153	96	613	No	Hapludol	Trigo/Soja 2da
LOS CARDOS	7,2	2,34	5,79	78	144	48,9	12	11	21	0,84	Ca	Si	100	79	703	No	Argiudol	Soja 1ra
MARCOS JUAREZ	8,0	2,52	5,86	126	114	26,6	17	15	26	0,84	Zn	Si	111	93	605	No	Argiudol	Trigo/Soja 2da
MARIA TERESA	8,1	3,15	5,84	103	130	20,7	23	16	-	0,94	-	Si	109	87	627	No	Hapludol	Soja 1ra
TEODELINA	8,5	sd	sd	85	184	15,2	33	9	19	0,87	Zn	Si	276*	81	524	sd	Argiudol	Trigo/Soja 2da

Dens: densidad de plantas promedio.

Ns y Na: N del suelo y aplicado, respectivamente.

Ps y Pa: P del suelo y aplicado, respectivamente.

S-SO4s y Sa: S del suelo y aplicado, respectivamente.

Zn s: Zinc del suelo.

Micronutrientes aplicados en el suelo.

Napa: influencia (1) o no (0) de napa.

AU: Agua útil a la siembra se indica en mm (1 m de profundidad, aunque en el sitio Teodelina es hasta los 2 m de profundidad) y como % del total disponible.

Lluvias de septiembre a marzo inclusive.

Fung: Aplicación de funguicida.

sd: Sin dato.

Híbridos evaluados:

Se evaluó un total de 20 híbridos de diferentes empresas (Tabla 2).

Tabla 2. Lista de híbridos.

Semillero	Genotipo
ACA	ACA 473 VT3P
ACA	ACA 484 VT3P
BREVANT	BRV 8380 PWU
BREVANT	NEXT22.6PWU
DON MARIO	DM 2773 VT3P
ILLINOIS	I 799 VT3P
BAYER	DK 72-72 VT3P
BAYER	DK 72-20 VT3P
BAYER	DK 72-70 VT3P
BAYER	LT 723 VT3P
BAYER	LT 721 VT3P
BAYER	LT 718 VT3P
LIMAGRAIN	SRM 6620 VT3P
LIMAGRAIN	LG 30-870 MGRR
NK	NK 890 VIP3
NK	NK 897 VIP3
NK	NK 979 VIP3
NORD	ACRUX PWU
PIONEER	P2167VYHR
PIONEER	P1815VYHR



Diseño y análisis:

En todos los experimentos se utilizó un diseño en bloques aleatorizado con dos repeticiones. Las parcelas fueron franjas de 5 a 8 surcos dependiendo del ancho de la maquinaria del productor y con un mínimo de 200 m de largo. Los ensayos se sembraron y cosecharon con la tecnología disponible por el productor.

Las variables analizadas fueron el rendimiento (corregido a 14,5% de humedad) y la humedad a cosecha por sitio y para el conjunto de sitios. Los datos fueron analizados por sitio mediante ANOVA y de manera conjunta mediante ANOVA y modelos lineales mixtos en R (paquete lme4; Bates et al., 2013). Los modelos fueron corregidos por heterogeneidad de varianza en el caso de ser necesario. La interacción variedad x sitio se analizó mediante el método univariado de índices ambientales a través del coeficiente de regresión (Finlay y Wilkinson, 1963), y se analizaron los componentes de la interacción mediante el método de DeLacy et al. (1996).

Resultados:

1. Análisis de rendimiento:

Los rendimientos promedio por sitio variaron de 8767 (Arribeños) a 16086 kg ha⁻¹ (Teodelina), lo cual refleja la variabilidad de condiciones ambientales y de manejo exploradas. Asociado a esto, el 90,8% de la variación en rendimiento se debió al sitio.

Las diferencias de rendimiento entre los híbridos fueron significativas ($p < 0,05$) en todos los sitios, excepto en Los Cardos (Tabla 3). En Clucellas, las diferencias fueron marginalmente significativas ($p < 0,10$). La Tabla 3 muestra el ranking de rendimiento a través de todos los sitios, ordenados de mayor a menor rendimiento en el análisis conjunto (primera columna).

Se destacaron los híbridos DM2773 VT3P y DK 72-72 VT3P, ambos de significativo mayor rendimiento en el análisis conjunto (Tabla 3).

Tabla 3. Rendimiento (kg ha^{-1} , 14,5% de humedad) de los 20 híbridos de maíz evaluados, ordenados de mayor a menor rendimiento de acuerdo al análisis del conjunto de sitios (primera columna). Se indican con color verde los híbridos de mayor rendimiento sin diferencias significativas de acuerdo a la DMS ($p=0,05$). En amarillo se indica el resto de los híbridos.

Híbrido	CONJUNTO	ALDAO	ALEJO LEDESMA	ARRIBEÑOS	CHILIBROSTE	CLUCELLAS	COLON_CF	COLON_SF	COLONIA MEDICI	CORRAL DE BUSTOS	LOS CARDOS	MARCOS JUAREZ	MARIA TERESA	TEODELINA
DM 2773 VT3P	13461	9634	13887	10013	9293	12799	15914	15909	13152	13214	14041	15627	14358	17159
DK 72-72 VT3P	13423	9774	13286	8672	10178	12739	15125	16631	14146	13220	13317	16225	13744	17440
NK 890 VIP3	13155	9787	13972	9352	9479	12016	15351	15587	13410	13899	13431	15215	14614	14897
I 799 VT3P	13111	9395	14003	9280	8689	12004	15317	15984	13478	13095	13671	15188	14041	16298
DK 72-70 VT3P	13110	9406	13715	9769	10045	12634	15297	15731	13221	12456	13163	15205	12972	16820
NK 979 VIP3	13052	8263	14246	7126	10598	12187	15896	15890	14094	12611	14254	15156	13760	15590
LT 723 VT3P	12983	9607	12403	9679	9280	11795	14551	15141	13873	13103	14090	15197	13903	16161
ACA 473 VT3P	12970	10185	13576	9357	9014	12602	14856	15412	13315	12836	13281	14389	13253	16538
SRM 6620 VT3P	12926	8697	13045	8891	8918	11422	16168	15917	14027	12092	14147	14707	13435	16574
NEXT22.6PWU	12925	8423	12923	7834	10574	11838	15349	15741	13301	13205	13820	15376	13953	15685
BRV 8380 PWU	12844	8707	13156	8962	10362	12009	14821	15374	13290	12748	12764	15421	13731	15630
DK 72-20 VT3P	12831	9161	12810	9541	8895	12007	14846	15169	13035	13046	13917	15308	13322	15742
LG 30-870 MGRR	12823	7962	13392	7706	9537	12110	15325	15104	13923	12500	13673	15250	13739	16473
NK 897 VIP3	12811	7526	13971	7811	9571	11569	15490	15932	13789	12391	13511	15905	12872	16200
LT 721 VT3P	12790	9161	13292	9724	8558	12313	15007	15909	12810	11305	13463	15130	13029	16565
P2167VYHR	12772	7953	13366	7623	7208	11436	14774	15704	12856	13110	14147	16186	15319	16356
P1815VYHR	12751	6696	13166	7715	10191	11743	15329	16289	13283	12586	13894	14868	14103	15900
LT 718 VT3P	12436	9172	12016	9255	9596	11769	13991	15072	12815	12120	13245	14553	12386	15676
ACA 484 VT3P	12249	9320	12693	8120	9475	10989	14245	15362	12463	11831	13018	13409	12580	15731
ACRUX PWU	12237	8499	13011	8915	9712	10730	14163	14191	13363	11646	12478	14711	13383	14282
Promedio		8866	13296	8767	9459	11936	15091	15602	13382	12651	13566	15151	13625	16086
CV		7,9	2,9	3,1	7,1	4,7	3,6	3,0	2,5	3,4	5,1	2,5	3,1	1,5
p<	0,001	0,01	0,01	0,001	0,05	0,1	0,05	0,05	0,01	0,01	ns	0,001	0,001	0,001
DMS	271	1474	826	574	1416	1195	1145	978	699	901	1459	815	898	507

Mientras que la variación de rendimiento asociado al híbrido fue del 1% en el análisis del conjunto de sitios, la interacción híbrido x sitio explicó el 3,6%. El residual del modelo fue del 3,6%.

Un mayor detalle de la interacción híbrido x sitio indicó que gran parte de la misma (98%) se debió a variaciones de rendimiento entre los híbridos a través de los sitios, mientras que el cambio de ranking de los híbridos en los diferentes sitios fue comparativamente de mucho menor magnitud (2%). Sólo un 1% representa un cambio de ranking relevante de los híbridos a través de los diferentes sitios.

Considerando el rango ambiental explorado, los híbridos DM 2773 VT3P y DK 72-72 VT3P se destacaron por su alto rendimiento promedio, mostrando ambos híbridos una estabilidad media ($b \sim 1$; Fig. 2). Entre los materiales más estables ($b < 1$) se pueden mencionar a los híbridos NK 890 VIP3 y DK 72-70 VT3P, y entre los más adaptables ($b > 1$) a los híbridos P2167VYHR y NK 897 VIP3 (Fig. 2).

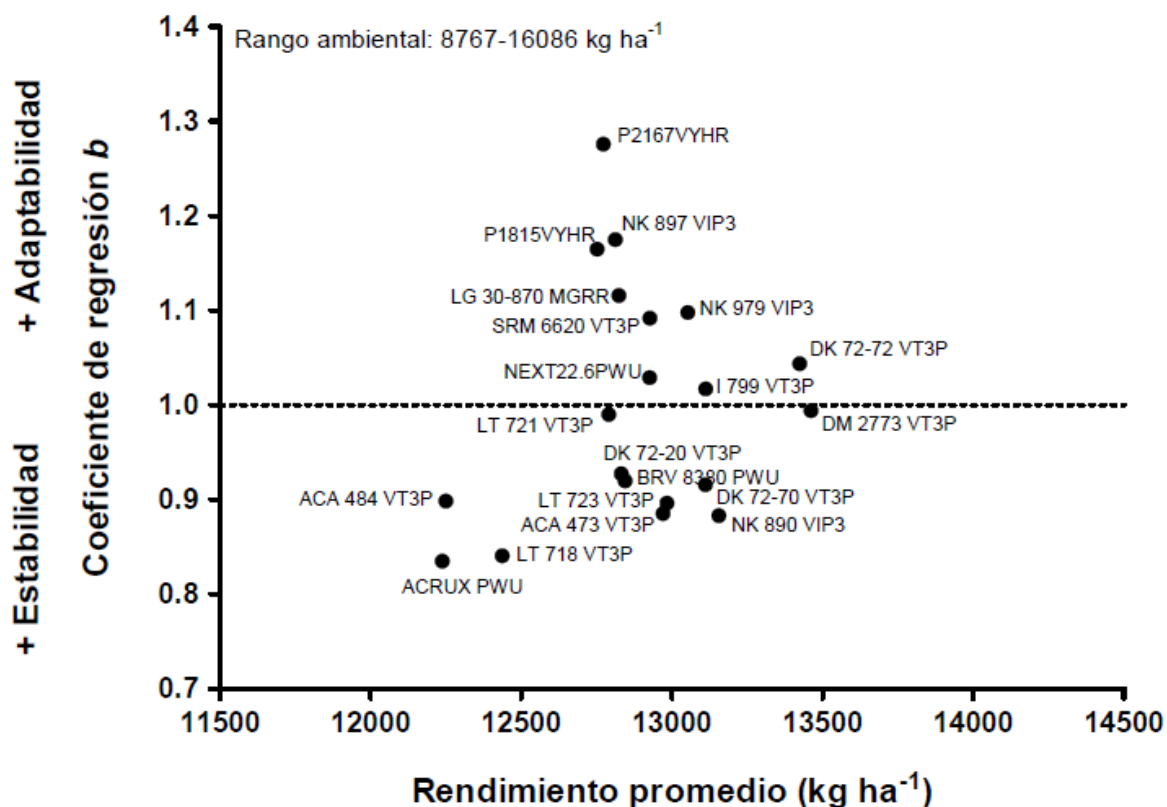


Fig. 2. Coeficiente de regresión *b* en función del rendimiento promedio de cada híbrido a través de los sitios. “*b*” representa la pendiente de la relación entre rendimiento de cada híbrido y el índice ambiental ($b=1$ indica una estabilidad promedio, $b>1$ indica mayor adaptabilidad, $b<1$ indica mayor estabilidad). Todas las regresiones fueron significativas ($p<0,05$) y con r^2 entre 0.94 y 0.99.

2. Análisis de humedad a cosecha:

Tabla 4. Humedad a cosecha de los 20 híbridos de maíz evaluados, ordenados de menor a mayor humedad a cosecha de acuerdo al análisis del conjunto de sitios (primera columna). Se indican con color verde los híbridos de menor humedad sin diferencias significativas de acuerdo a la DMS ($p=0,05$). En amarillo se indica el resto de los híbridos.

En los sitios Aldao, Clucellas y Teodelina no se muestra el resumen del análisis por falta de repeticiones.

Híbrido	CONJUNTO	ALDAO	ALEJO LEDESMA	ARRIBEÑOS	CHILIBROSTE	CLUCELLAS	COLON_CF	COLON_SF	COLONIA MEDICI	CORRAL DE BUSTOS	LOS CARDOS	MARCOS JUAREZ	MARIA TERESA	TEODELINA
LT 718 VT3P	14,9	14,2	15,6	13,6	13,8	14,8	14,8	14,8	14,4	14,4	14,0	14,4	19,6	15,2
ACA 473 VT3P	15,1	14,6	16,4	14,1	13,8	16,9	15,1	15,0	14,5	14,4	13,5	14,7	18,3	14,8
LT 721 VT3P	15,1	13,8	16,4	13,9	13,9	14,8	15,1	15,2	14,7	14,5	13,6	14,8	20,4	15,0
DK 72-20 VT3P	15,2	14,3	16,0	13,8	14,0	16,7	15,1	15,1	14,8	14,6	13,9	15,0	19,3	15,2
DK 72-70 VT3P	15,3	14,0	17,5	14,0	14,2	14,9	15,6	15,7	14,8	14,3	14,0	14,8	20,7	14,7
DK 72-72 VT3P	15,3	14,5	17,7	13,9	14,3	14,3	15,3	15,3	14,9	14,3	13,8	14,9	21,1	15,2
I 799 VT3P	15,3	14,1	17,2	14,3	14,1	15,4	15,5	15,6	14,7	14,8	13,9	14,9	19,4	15,7
LT 723 VT3P	15,4	14,1	17,1	14,3	14,5	14,5	15,1	15,3	14,9	14,8	13,6	15,2	21,2	15,4
BRV 8380 PWU	15,4	14,6	17,2	14,0	14,4	14,0	15,3	15,2	15,1	14,5	14,2	15,0	21,3	15,1
P1815VYHR	15,6	14,0	17,4	14,0	14,2	16,8	15,8	15,9	15,2	15,0	14,3	14,8	20,6	15,4
DM 2773 VT3P	15,6	14,8	18,5	14,0	13,9	15,6	15,5	15,6	15,0	14,6	13,9	15,1	21,8	15,3
NEXT22.6PWU	15,9	14,8	18,5	14,3	14,6	14,3	16,1	15,7	15,6	14,6	14,2	15,3	22,5	16,2
ACA 484 VT3P	15,9	14,3	18,6	13,9	14,5	14,9	16,4	16,5	15,2	14,7	14,1	15,5	21,8	16,3
P2167VYHR	15,9	14,2	17,9	13,9	14,3	16,3	16,0	16,3	14,9	14,7	14,2	15,3	22,5	16,4
ACRUX PWU	16,1	15,1	17,5	14,5	14,5	17,5	16,0	16,0	15,5	14,6	14,2	15,7	22,7	16,1
SRM 6620 VT3P	16,2	14,7	20,4	14,2	14,2	17,2	16,2	16,3	15,3	14,6	13,7	15,3	21,8	16,6
NK 890 VIP3	17,1	15,3	20,0	15,0	14,9	17,5	17,7	17,7	16,1	15,3	15,1	16,8	22,8	17,7
LG 30-870 MGRR	17,2	14,1	21,6	14,1	15,2	17,7	17,1	17,1	16,7	14,5	14,6	16,2	25,1	19,3
NK 897 VIP3	17,5	16,0	20,2	14,6	14,9	17,7	17,8	17,8	17,0	14,7	14,6	15,6	29,0	17,2
NK 979 VIP3	19,0	15,9	23,3	15,0	16,0	22,7	18,0	18,7	19,3	15,9	15,5	18,1	29,1	20,0
Promedio		14,6	18,2	14,2	14,4	16,2	15,9	16,0	15,4	14,7	14,1	15,3	22,0	16,1
CV		-	2,7	1,0	1,2	-	2,2	1,4	2,2	0,8	1,1	1,8	4,2	-
p<	0,001	-	0,001	0,001	0,001	-	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	-
DMS	0,24	-	1,06	0,3	0,38	-	0,75	0,78	0,71	0,26	0,33	0,58	1,9	-

La humedad a cosecha entre los sitios varió de 14,1 (Los Cardos) a 22% (María Teresa), explicando el sitio el 71,4% de la variación en humedad.

El 15% de la variación en humedad a cosecha estuvo asociada al híbrido, mientras que la interacción híbrido x sitio fue de menor magnitud (11%). Esto demuestra la relevancia de la elección del híbrido en la humedad a cosecha.

Las diferencias en humedad a cosecha entre híbridos fueron significativas en todos los sitios donde esta variable pudo ser evaluada (Tabla 4). La Tabla 3 muestra el ranking de híbridos de acuerdo a su humedad a cosecha a través de todos los sitios, ordenados de menor a mayor humedad en el análisis conjunto (primera columna).

Se destacaron los híbridos LT 718 VT3P, ACA 473 VT3P y LT 721 VT3P de menor humedad a cosecha en el análisis conjunto (Tabla 4).

Conclusiones:

- Los híbridos de significativo mayor rendimiento de la red fueron los híbridos DM2773 VT3P y DK 72-72 VT3P. Ambos materiales mostraron una estabilidad media en un rango ambiental de 8767 y 16086 kg ha⁻¹.
- Entre los materiales más estables se pueden mencionar a los híbridos NK 890 VIP3 y DK 72-70 VT3P, y entre los más adaptables a los híbridos P2167VYHR y NK 897 VIP3, todos con un rendimiento promedio intermedio.
- Entre los híbridos de significativa menor humedad a cosecha se destacaron los híbridos LT 718 VT3P, ACA 473 VT3P y LT 721 VT3P.

Referencias

- Bates, D., Maechler, M., Bolker, B., Walker, S. 2013. lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and S4. R package version 1.0-5. <http://CRAN.R-project.org/package=lme4>.
- DeLacy, I. H., Cooper, M., Basford, K. E. 1996. Relationships among analytical methods used to study genotype-by-environment interactions and evaluation of their impact on response to selection. Genotype-by-Environment Interaction. CRC press, New York, 51-84.
- Finlay, KW., Wilkinson, G. N. 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. Australian Journal of Agricultural Research 14, 742-754.
- R Development Core Team (2008). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.