



**REGIÓN SUR
DE SANTA FE**

Informe de la Red de Variedades de Soja 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.

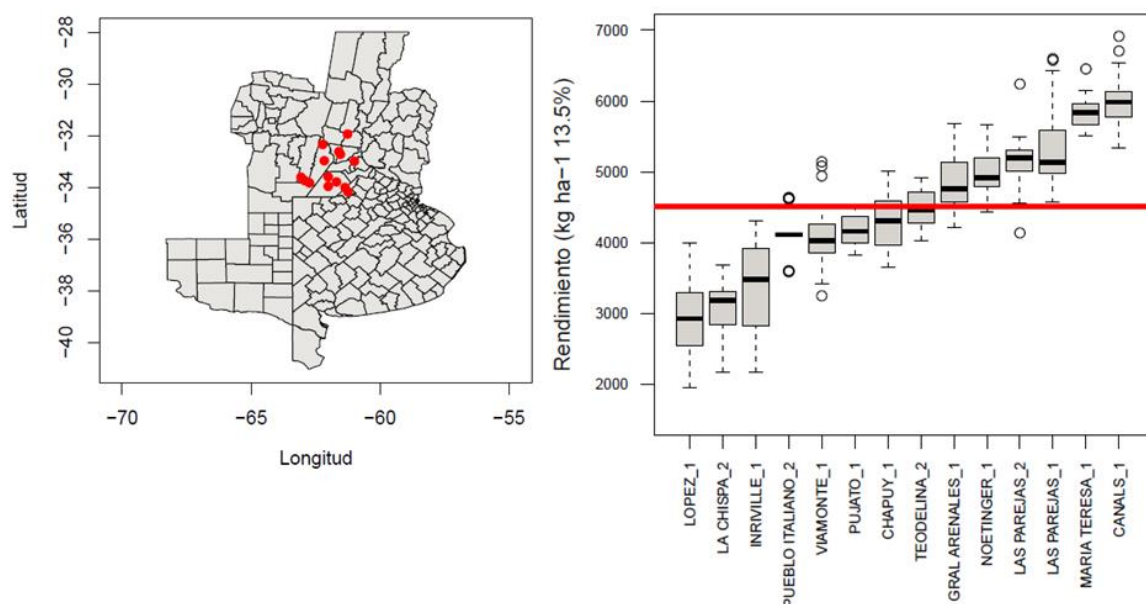
² Facultad de Ciencias Agrarias, UNR.

En el presente informe se describen los resultados de la red de ensayos de variedades de soja de primera y segunda durante la campaña 2020-2021 del CREA Sur de Santa Fe.

El objetivo de la red es obtener información sobre el comportamiento de las distintas variedades de soja 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 14 sitios, donde 10 sitios correspondieron a soja de primera y 4 sitios correspondieron a soja de segunda (Fig. 1).



sj1/sj2	CREA	Campo	Localidad	F.S.	F.C.	Lat	Long
2°	María Teresa	"El Dorado"	Pueblo Italiano_2	21-dic	8-may	-33,8311	-62,7333
1°	Santa María	"Los Tamarindos"	Canals_1	3-nov	15-abr	-33,7419	-62,9126
1°	Teodelina	"Salvia Hnos"	Chapuy_1	3-oct	26-abr	-33,7923	-61,6848
1°	General Arenales	"J.C. Caci"	Gral Arenales_1	4-nov	3-may	-34,1765	-61,243
1°	Posta Espinillos	"La Merced"	Inrville_1	17-nov	13-abr	-32,9715	-62,1596
2°	María Teresa	"Santa Isabel"	La Chispa_2	22-dic	1-may	-33,5963	-62,0083
1°	San Jorge-Las Rosas	"La Magnolia"	Las Parejas_1	10-nov	30-abr	-32,6246	-61,5928
2°	Armstrong-Montes de Oca	"Los 3 Robles"	Las Parejas_2	30-nov	20-abr	-32,724	-61,531
1°	Las Petacas	"Villa Adelina"	Lopez_1	10-nov	15-abr	-31,9415	-61,2541
1°	María Teresa	"La Baya"	María Teresa_1	5-nov	19-abr	-33,9629	-62,0053
1°	El Abrojo	"La Iberia"	Noetinger_1	30-oct	30-mar	-32,345	-62,2234
1°	Rosario	"De la Ostia"	Pujato_1	11-nov	28-abr	-32,9947	-60,9898
2°	Santa Isabel	Santa Juana	Teodelina_2	12-dic	3-may	-34,0095	-61,3498
1°	Gral. Baldissera	"Meulen"	Viamonte_1	9-nov	26-abr	-33,6111	-63,0617

Fig. 1. Lista de sitios de la red, indicando fecha de siembra (FS), fecha de cosecha (FC) y ubicación. La numeración _1 y _2 seguido a la localidad indica si es soja de primera o soja de segunda, respectivamente. 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 4476 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. Los detalles de las condiciones iniciales y el manejo se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de cada lote y manejo.

Sitio	DES (m)	MO (%)	pH	Ps (ppm)	Pa (kg ha ⁻¹)	S-SO ₄ s ppm	Sa (kg/ha)	Micro aplicados	Napa	AU (mm)	AU (%)	Lluvias (mm)	Fung	Suelo	Antecesor
Canals_1	0,42	2,09	6,05	23	18	11	0	0	No	72	87	824	Si	Haplustol	Maiz/Centeno
Chapuy_1	0,52	2,97	5,72	11,3	19	14	15	Zn	No	130	77	559	Si	Argiudol típico	Trigo/Soja 2da
Gral Arenales_1	0,40	2,48	5,82	16,5	33	13	8	Zn	No	105	99	559	No	Hapludol típico	Maiz/Avena
Inrville_1	0,35	3,48	5,92	12,3	6	14	8	0	No	38	30	607	Si	Hapludol típico	Trigo/Soja 2da
La Chispa_2	0,52	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	Si	sd	sd	528	No	Argiudol	Trigo
Las Parejas_1	0,42	2,71	5,94	19,4	18	16	24	0	No	121	106	690	Si	Hapludol típico	Trigo/Maiz 2da
Las Parejas_2	0,35	sd	sd	sd	9	sd	12	0	Si	sd	sd	762	Si	Hapludol típico	Trigo
Lopez_1	0,35	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	No	sd	sd	778	No	Argiudol	Maiz
Maria Teresa_1	0,42	3,36	5,89	31,4	14	18	0	0	Si	103	99	624	No	Hapludol típico	Maiz
Noetinger_1	0,35	2,6	5,86	24,2	sd	13	sd	sd	SI	129	79	712	No	Argiudol	Verdeo ray-grass
Pueblo Italiano_2	0,175	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	No	sd	sd	651	No	Hapludol típico	Trigo
Pujato_1	0,52	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	469	No	Argiudol vértigo	Maiz 2da
Teodelina_2	0,35	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	Si	sd	sd	520	Si	Argiudol típico	Trigo
Viamonte_1	0,21	2,4	5,89	30,6	sd	13	sd	sd	No	78	76	835	No	Haplustol	Maiz Tardío

DES: distanciamiento entre surcos.

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

Ss y Sa: S del suelo y aplicado, respectivamente.

Micronutrientes aplicados.

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

AU: Agua útil a la siembra se indica en mm (0,8-1 m de profundidad) y como % del total disponible.

Lluvias de noviembre a marzo inclusive.







Fung: Aplicación de funguicida.

sd: Sin dato.

Variedades evaluadas:

Se evaluó un total de 17 variedades de diferentes empresas (Tabla 2).

Tabla 2. Lista de variedades. Los materiales subrayados fueron sembrados como soja de segunda en un solo sitio.

Semillero	Variedad		
ASGROW	AW 3920 IPRO		
ASGROW	AW 4320 IPRO		
ASGROW	AW 4610 IPRO		
ASGROW	AW 5021 IPRO		
BASF	<u>CZ 4021 STS</u>		
BASF	<u>CZ 4721 STS</u>		
BASF	<u>CZ 4918</u>		
DON MARIO	<u>DM 40I21 STS</u>		
DON MARIO	DM 46R18 STS		
DON MARIO	DM 46I20 STS		
ILLINOIS	IS 46.5 STS		
NK	SYN 4X5 RR		
NK	<u>SYN 49X20 IPRO STS</u>		
NK	SY 5X1		
NIDERA	NS 4309		
NIDERA	<u>NS 4621 IPRO STS</u>		
NIDERA	NS 5028 STS		

Diseño y análisis:

En todos los experimentos se utilizó un diseño en bloques aleatorizado con dos repeticiones. Las parcelas fueron franjas de 7 a 27 surcos dependiendo del ancho de la maquinaria del productor y espaciamiento con un mínimo de 140 m de largo. Los ensayos se sembraron y cosecharon con la tecnología disponible por el productor.

Las variables analizadas fueron el rendimiento (corregido a 13,5% de humedad) 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. Los datos también fueron analizados discriminando soja de primera y soja de segunda, a fin de determinar el comportamiento de los materiales en distintas fechas de siembra.

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). Debido al desbalance (algunas variedades ausentes en algunos sitios), los datos de rendimiento de cada variedad y sitio para este último análisis fueron estimados a partir de un modelo que consideró a los efectos sitio, variedad e interacción sitio x variedad como efectos aleatorios.

Resultados:

Los rendimientos promedio por sitio variaron de 2881 (Lopez_1) a 5992 kg ha⁻¹ (Canals_1), lo cual refleja la variabilidad de condiciones ambientales y de manejo exploradas. Asociado a esto, el 83,8% de la variación en rendimiento se debió al sitio.

Las diferencias de rendimiento entre las variedades fueron significativas ($p < 0,05$) en siete de los 14 sitios (Tabla 3). En Gral Arenales_1, las diferencias fueron marginalmente significativas ($p < 0,10$). La Tabla 3 muestra el ranking de rendimiento de variedades a través de todos los sitios, ordenados de mayor a menor rendimiento en el análisis conjunto (primera columna).

Se destacaron las variedades DM 46I20 STS y DM 40I21 STS, ambos de significativo mayor rendimiento en el análisis conjunto (Tabla 3).

Tabla 3. Rendimiento (kg ha⁻¹, 13,5% de humedad) de las 17 variedades de soja evaluadas, ordenadas de mayor a menor rendimiento de acuerdo al análisis del conjunto de sitios (primera columna). Se indican con color verde las variedades de mayor rendimiento sin diferencias significativas de acuerdo a la DMS (p=0,05). En amarillo se indica el resto de las variedades. En blanco se indican variedades que no fueron sembradas en sitios particulares. La numeración _1 y _2 seguido a la localidad indica si es soja de primera o soja de segunda, respectivamente.

Variedad	Análisis conjunto	CANALS _1	CHAPUY _1	GRAL ARENALES _1	INRIVILLE _1	LA CHISPA _2	LAS PAREJAS _1	LAS PAREJAS _2	LOPEZ _1	MARIA TERESA _1	NOETINGER _1	PUEBLO ITALIANO _2	PUJATO _1	TEODELINA _2	VIAMONTE _1
DM 46120 STS	4793	6810	4847	5495	3478	3284	5255	5371	3106	5998	5583	4131	4135	4810	4793
DM 40121 STS	4769	6450	4856	5037	3701		5806	5341	2918	6165	5215		4441		3861
AW 4610	4602	6103	4805	5128	3245	2515	5736	5187	3000	5873	5231	4110	4278	4602	4288
AW 3920	4556	6021	4691	4945	3554	3402	4970	5184	3438	5874	4967	4110	4119	4702	3501
AW 5021	4551	5828	4593	5037	3620	3546	5050	5340	3044	5656	4847	4114	4405	4537	4597
AW 4320	4533	5702	4563	4945	3276	2577	5141	5273	3555	5906	5194	4103	3972	4844	3892
SYN 4X5 RR	4533	5935	4407	4762	3093	2832	5083	5227	3501	5964	5127	4105	4452	4403	4096
DM 46R18 STS	4491	6095	4433	4670	2601	2934	4992	5248	3047	5787	5151	4373	3998	4688	3885
NS 4309	4460	5835	4335	4670	3183	3098	4652	5183	3277	5891	5093	4117	4204	4435	3891
SY 5X1	4441	6081	4009	4762	4098	3082	5628	5164	2378	5854	4932	4115	4209	4275	3998
CZ 4721 STS	4424	6081	4199	4579	3015		5996	5613	2167	5884	4656		4115		4179
CZ 4021 STS	4421	6093	4325	4945	3373		4776	5390	3192	5595	4807		4071		3985
NS 5028 STS	4383	5958	3887	5220	3754	3282	5562	4598	2025	5778	4830	4107	4367	4125	4219
CZ 4918 STS	4372	6260	3930	4396	3774		5851	4855	2245	5693	4613		4253		4535
IS 46.5 STS	4310	5536	4199	4853	3186	3187	5105	4971	2639	5698	4851	4117	4000	4217	4171
SYN 49X20 IPRO STS	4248	5576	3782	4579	3385	2914	5820	5088	2685	5573	5041	3855	3935	4194	4083
NS 4621 IPRO STS	4227	5491	3962	4304	2993	3603	4813	4697	2765	5958	4887	3857	3900	4103	3806
Promedio		5992	4343	4843	3372	3097	5308	5161	2881	5832	5002	4093	4168	4457	4105
CV		1,9	3,2	5,8	8,6	6,2	9,1	6,1	7,9	3,1	4,9	8,0	2,5	2,3	9,2
p<		0,001	0,001	0,10	0,05	0,01	NS	NS	0,001	NS	NS	NS	0,001	0,001	NS

Mientras que la variación de rendimiento asociado a la variedad fue del 1,2% en el análisis del conjunto de sitios, la interacción variedad x sitio explicó el 4,7%. El residual del modelo fue del 6,2%.

Un mayor detalle de la interacción variedad x sitio indicó que gran parte de la misma (98,7%) se debió a variaciones de rendimiento entre las variedades a través de los sitios, mientras que el cambio de ranking de las variedades en los diferentes sitios fue comparativamente de mucho menor magnitud (1,2%). Sólo un 0,5% representa un cambio de ranking relevante de las variedades a través de los diferentes sitios.

En el rango ambiental explorado de 2929 a 5946 kg ha⁻¹, las variedades de mayor rendimiento de la red fueron DM 46I20 STS y DM 40I21 STS, destacándose ambas significativamente del resto (Fig. 2). Estas variedades mostraron una adaptabilidad superior a la media. Les siguieron las variedades AW 4610 IPRO con similar adaptabilidad y las variedades AW 5021 IPRO y AW 3920 IPRO con mayor estabilidad.

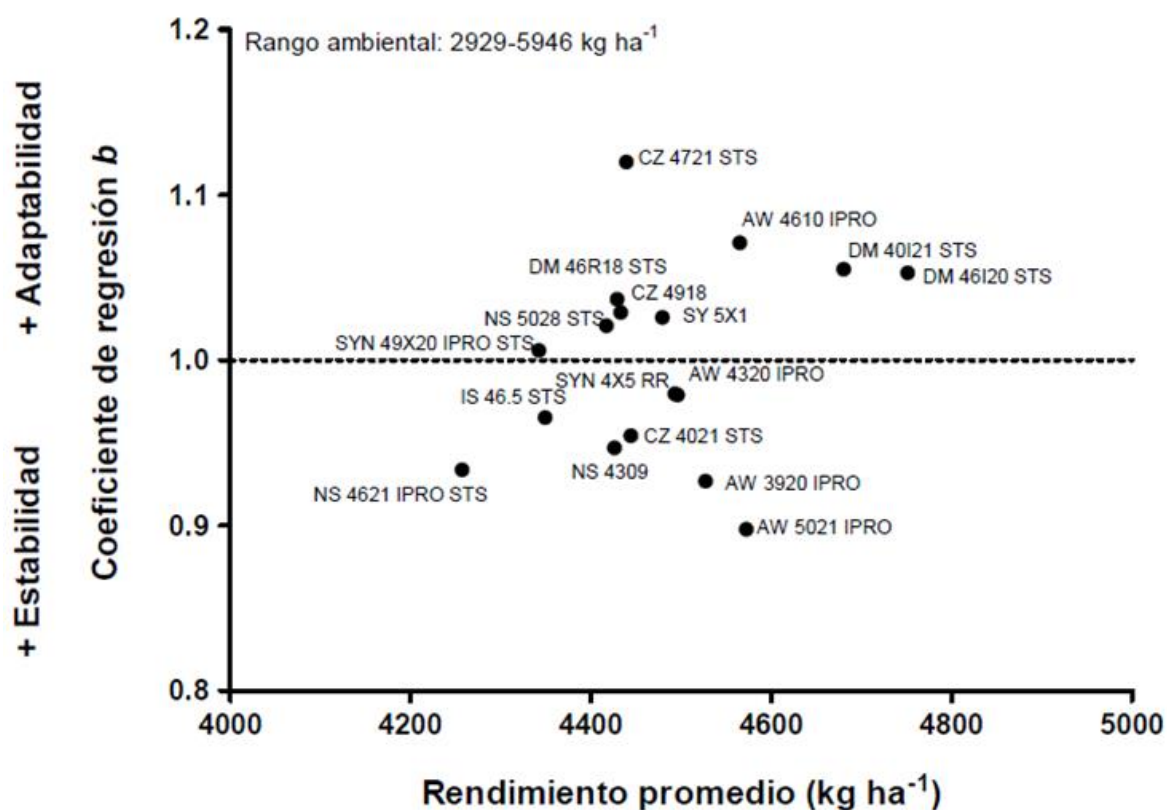


Fig. 2. Coeficiente de regresión *b* en función del rendimiento promedio de cada variedad a través de los sitios. “*b*” representa la pendiente de la relación entre el rendimiento de cada variedad y el índice ambiental ($b=1$ indica una estabilidad promedio, $b>1$ indica mayor adaptabilidad, $b<1$ indica mayor estabilidad). Todas las regresiones fueron significativas ($p<0,05$) y con r^2 entre 0,95 y 0,99.

La Tabla 4 presenta el ranking de rendimiento de las variedades discriminando sitios de soja de primera y soja de segunda, donde se puede observar a la variedad DM 46I20 STS liderando en ambas fechas de siembra. También se observa variedades como AW 5021 IPRO con relativo buen comportamiento en ambas condiciones de cultivo.

Conclusiones:

- Se detectaron diferencias significativas de rendimiento entre las variedades en 7 de los 14 sitios evaluados.
- En el rango ambiental explorado de 2929 a 5946 kg ha⁻¹, las variedades de mayor rendimiento de la red fueron DM 46120 STS y DM 40121 STS, destacándose ambas significativamente del resto.
- Estas variedades mostraron una adaptabilidad superior a la media. Les siguieron las variedades AW 4610 IPRO con similar adaptabilidad y las variedades AW 5021 IPRO y AW 3920 IPRO con mayor estabilidad.
- El análisis por fecha (de primera y de segunda) sugiere un ranking de variedades similar al análisis conjunto, con la variedad DM 46120 STS liderando en ambas fechas de siembra.

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>.