

REGION CREA SANTA FE CENTRO

ENSAYOS COMPARATIVOS DE RENDIMIENTO SORGO GRANIFERO

Campaña 22-23

Autores:

Ings. Agrs. Nicolás Cignetti ^{1,2}, Juan Manuel Humeler ^{1,2} y Federico Peretti¹

1: integrantes del equipo de ensayistas de la Región CREA Santa Fe Centro

2: coordinadores de la Comisión de Agricultura de la Región CREA Santa Fe Centro

Revisión de contenido: Ing. Agr. Doria A. Turchi



Contenido:

Resumen del trabajo	Pág. n° 2
Introducción, materiales y métodos	Pág. n°2
Caracterización del ambiente	Pág. n°5
Resultados	
Rendimiento y estabilidad	Pág. n°7
Plagas	Pág. n°11
Ideas finales	Pág. n°13
Agradecimientos y material de consulta	Pág. n°15

Resumen del trabajo

En la campaña 2022/23 se sembraron dos sitios de ensayos comparativos de rendimiento de sorgo granífero en las localidades de Crispi y El Trébol, por requerimiento de esta información por parte de los miembros de la Región CREA Santa Fe Centro.

Respecto a los resultados de rendimiento el promedio general de los sitios fue de 2542 kg/ha, encontrándose rendimientos máximos de 4015 kg/ha y mínimos de 1879 kg/ha.

Los materiales que mostraron mayor rendimiento en ambos sitios fueron ADV 1202 AX y TOB 78 DPSP. A su vez TOB 78 DPSP y Nugrain 441 IG se destacaron por su estabilidad al evaluarlo en los dos sitios de ensayo.

El análisis de datos (análisis de la varianza) no presentó diferencia estadística significativa entre los materiales en la presente campaña. A modo didáctico, que no haya diferencia estadística significativa quiere decir que si se repitiera el ensayo, no hay probabilidades de que en ese otro ensayo volviéramos a encontrar los mismos resultados. Probablemente esto sea a causa de las condiciones ambientales dadas en la campaña 2022/23 en estudio, las que afectaron fuertemente la implantación y los estados vegetativo, reproductivo y llenado de grano del cultivo de sorgo granífero.

En el sitio Crispi se observó un CV % elevado, o sea que presentó una elevada dispersión relativa de datos.

Frente al comportamiento de plagas TOB 66 TSP, Argensor 110 T, Spring T60 y ADV 1304 mostraron, en el sitio El Trébol, incidencia de pulgón por encima del 20% y una incidencia de gusano cogollero que estuvo entre el 5 y el 28%.

En cuanto al sitio Crispi, Argensor 130 T, Nugrain 441 IG y ADV 1304 mostraron incidencia de pulgón por encima de 20% y no mostraron incidencia de cogollero los materiales de sorgo evaluados.

En los dos sitios se repitió con alta incidencia de pulgón el Híbrido ADV 1304.

No se observaron diferencias frente al comportamiento ante enfermedades ya que las condiciones del año no fueron favorables para que prosperen las infecciones.

Al momento de la cosecha los mayores valores de humedad se presentaron en el sitio El Trébol (16,3% humedad promedio), mientras que en la localidad de Crispi los mismos se ubicaron cercanos a la humedad base de 15% a cosecha.

De siembra a cosecha transcurrieron 217 días, casi 7 meses y medio.

Introducción

En nuestra región, el sorgo es valorado por su resistencia a la sequía y a las temperaturas elevadas, destinando su uso además en ambientes marginales para la producción de grano y forraje dada su estabilidad de resultados ante ambientes potencialmente restrictivos.

Sitio	El trébol		Crispi	
Ubicación (coordenadas, en decimales)	Latitud sur	Longitud oeste	Latitud sur	Longitud oeste
	32,2173635	61,4872706	31,4641480	61,5520780
Índice de productividad	43		52	
Clasificación suelo	III / IV		III / IV	
Antecesor	Soja 2da		Maíz 2da	
Fertilización siembra (kg/ha)	80kg mezcla NPSZn (*) + 150 urea incorporada		
Nutrientes aplicados (kg/ha)	79N – 16P – 4S – 1Zn			
EES (cm)	40		52,5	
Fecha de siembra (FS)	28/10/2022		13/12/2022	
Fertilizante post siembra		150kg/ha urea al voleo	
Fecha de cosecha (FC)	3/6/2023		18/7/2023	
FS a FC (días)	218		217	
Meses	7,3		7,2	

Tabla n° 1: sitios de ensayo de sorgo granífero 2022/2023. (*) Mezcla NPSZn 12 N – 40 P205 - 5S – 1 Zn.

De cada parcela se obtuvo el valor de rendimiento de grano corregido a 15.0% de humedad.

Se realizó el análisis estadístico de los datos obtenidos mediante el Software InfoStat (UNC – FCA, 2010).

Los materiales que participaron en el ensayo comparativo de rendimiento (ECR) de la Región CREA Santa Fe Centro durante la campaña 2022/2023 se detallan a continuación:

Semillero	Hibrido
ADVANTA	ADV 1202 AX
	ADV 1304
ARGENETICS	Malon
	Argensor 130 T
	Argensor 110 T
NUSEED	Nugrain 441 IG
	Spring T60
	Summer II
RAGT	TOB 63 TSP
	TOB 78 DPSP
	TOB 66 TSP

Tabla n°2: Híbridos de Sorgo. Campaña 2022/2023.

Evaluación de plagas

- Complejo de Pulgones:

Se dividió a la planta en 3 estratos, y se indicó el posicionamiento de la población de pulgones en el híbrido (estrato inferior, medio, superior), indicando además el porcentaje de plantas afectadas (incidencia).

Se realizaron 15 observaciones de plantas al azar no continuas y luego se recorrió la faja para su chequeo general al respecto.

El umbral de aplicación para esta plaga queda definido cuando se observan 20% de plantas afectadas por pulgones antes de floración. En floración o post floración se toma como umbral un 30% de plantas afectadas. Como el caso en estudio es un ensayo comparativo de rendimiento, la decisión de aplicar se tomará cuando un híbrido o más resulten afectados por pulgón.

- Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*):

En al menos 50 plantas no continuas (para no confundir macollos de plantas con plantas) en cada faja se registró incidencia de la plaga $[(\text{plantas con presencia de oruga} + \text{lesiones foliares}) / \text{plantas totales}] * 100 = \% \text{ plantas atacadas}$.

El umbral para la aplicación de insecticida en el ensayo está determinado cuando se presente un 15% de plantas con daño, las hojas afectadas presenten lesiones de menos de 1 cm sin perforaciones de membrana y se vean larvas sobre las hojas (cogollo). No se registró severidad dado el gran daño que produce la plaga en la zona una vez introducida en el cultivo. Como el caso en estudio es un ensayo comparativo de rendimiento, la decisión de aplicar se toma si un híbrido o más resulten afectados por gusano cogollero.

Caracterización de la campaña. Análisis climático

La campaña de sorgo 2022/2023 presentó la combinación de altas temperaturas y niveles deficientes de agua en los suelos de la Región CREA Santa Fe Centro durante la siembra y desarrollo de los cultivos por lo que, si bien el cultivo de sorgo presenta alta resistencia a estos factores, era de esperar la disminución en alguna medida de los rindes obtenidos.

Sembrados en distinta fecha de siembra, se puede concluir que los sitios evaluados pasaron por una restricción hídrica durante los meses de Diciembre, Enero y Febrero, momento en que los materiales se encontraban avanzando hacia estados reproductivos: Hoja bandera → Vaina engrosada → Antesis “anteras visibles”, floración.

En la tabla n° 3, se puede ver la restricción hídrica que hubo en los sitios de ensayos. Para la campaña en estudio las lluvias estuvieron por debajo del promedio y hubo un fuerte desbalance entre oferta y demanda de agua. *Nota: ETO (mm) evapotranspiración potencial de referencia; representa el consumo de agua de un cultivo de alfalfa de 30 – 50 cm o de una pastura de 8 – 15 cm de altura creciendo activamente con buena disponibilidad de agua.*

Milímetros, mm.										
Mes	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Total
Lluvias Crispi	10	68	55	44	82	90	125	7	129	610
Lluvias El Trébol	10	60	26	30	68	36	63	19	135	447
Lluvias, promedio de referencia	54	111	110	116	121	101	134	94	53	894
ETO, mm	107	159	211	229	220	125	157	101	57	1366
Diferencia = (lluvias – ETO) en mm										
Mes	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Total
Crispi	-97	-91	-156	-185	-138	-35	-32	-94	72	-756
El Trébol	-97	-99	-185	-199	-152	-89	-94	-82	78	-919

Tabla n° 3: Lluvias y restricción hídrica que hubo en los sitios de ensayos

A modo de ejemplo, si se asumen 80 días a floración para los materiales de ciclo largo sembrados en la zona, en condiciones normales de crecimiento y desarrollo desde la fecha de siembra del 20 de octubre, la **etapa crítica** empieza a los 60 días de emergido (20 días antes de floración, en el estado de **hoja bandera**), el 22 de diciembre aproximadamente. Considerando 3 días de emergencia + los 60 días a hoja bandera, la antesis ocurre a mediados de enero.

Esto permite sincronizar el estado de **hoja bandera** con la **recarga de lluvias** de diciembre para crecimiento de panojas y generación de flores fértiles previo al estado de espiga embuchada.

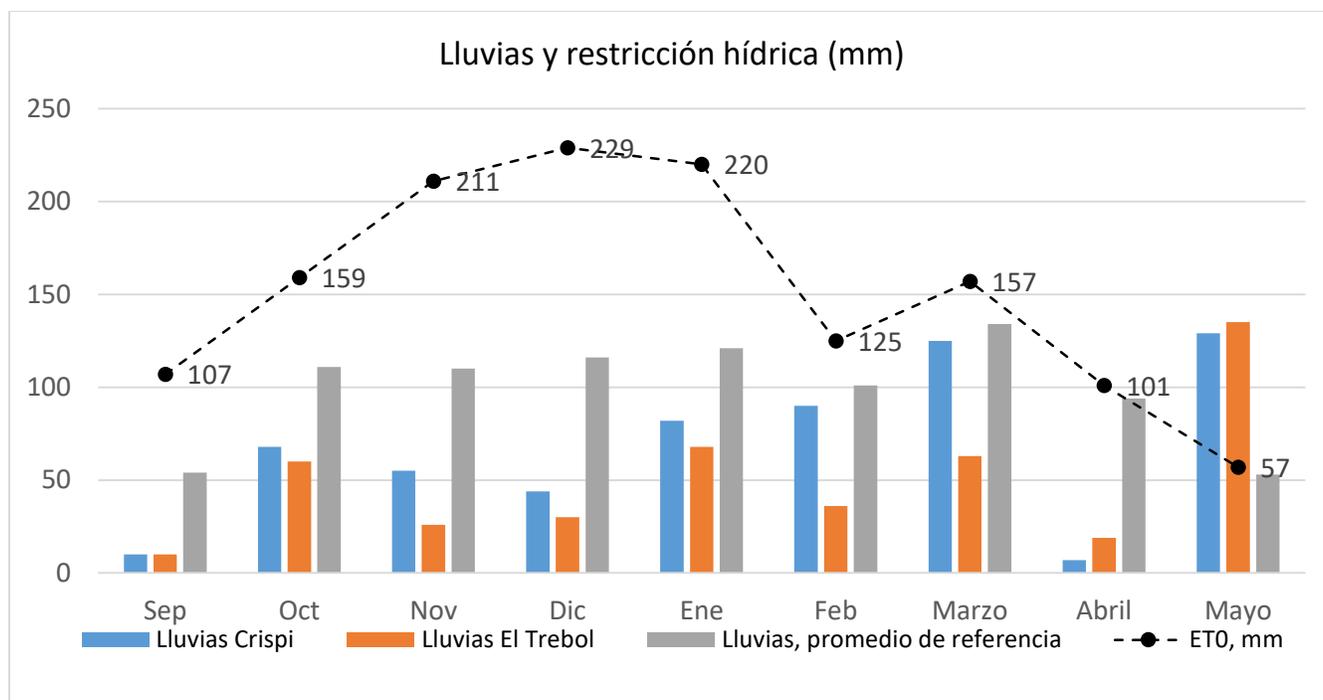


Gráfico n° 1: Lluvias y restricción hídrica en comparación a media histórica en los sitios de ensayos

Resultados

1- Sitio El Trébol

Híbrido	Plantas/ha	Rto (kg/ha)	I 100	% H Cosecha	Dif Sig (Rto)
ADV 1202 AX	208333	4015	148	16,1	A
ADV 1304	208333	3434	126	16,3	AB
TOB 63 TSP	191667	3364	124	15,5	AB
TOB 78 DPSP	233333	3152	116	15,8	AB
TOB 66 TSP	200000	3030	111	16,1	AB
Nugrain 441 IG	108333	2879	106	15,8	AB
Malon	225000	2242	82	17,1	B
Spring T60	191667	2121	78	16,2	B
Argensor 130 T	175000	1909	70	17,1	B
Summer II	191667	1909	70	15,7	B
Argensor 110 T	191667	1879	69	17,3	B
Promedio	193182	2721		16,3	
R 2	0,93				
CV %	7,6				
Híbrido p - valor = 0,1968 (de Cuadro de Análisis de la Varianza)					

Tabla n° 4: rendimiento en grano sitio El Trébol. Plantas/ha: plantas/hectárea. Rto (kg/ha): rendimiento de grano por hectárea ajustado a 15 % de humedad. I 100 %: índice 100. Rendimiento del híbrido dividido el rendimiento promedio del ensayo. % H Cosecha: humedad a cosecha en %. R2: confiabilidad de los datos. Debe ser mayor a 0.6. CV %: coeficiente de variación del ensayo. **Híbrido p – valor:** si es mayor a 0,05 indica que si se repitiera el ensayo, no hay probabilidades de que en ese otro ensayo volvamos a encontrar esa diferencia, los mismos resultados.

2- Sitio Crispi

Híbrido	Plantas/ha	Rto (kg/ha)	I 100	% H Cosecha	Dif Sig (Rto)
Argensor 130 T	325397	3516	149	15,2	A
TOB 78 DPSP	285714	2915	123	15,2	AB
ADV 1202 AX	341270	2848	121	15,3	AB
TOB 66 TSP	277778	2472	105	15,15	AB
ADV 1304	293651	2424	103	15,2	AB
Nugrain 441 IG	321429	2419	102	15,4	AB
Spring T60	273810	2230	94	15,35	ABC
Malon	345238	2229	94	15,45	ABC
Summer II	349206	2042	86	15,25	BC
Argensor 110 T	222223	1950	83	15,1	BC
TOB 63 TSP	329365	953	40	14,95	C
Promedio	305916	2363		15,2	
R 2	0,69				
CV %	27,15				
Híbrido p - valor = 0,1394 (de Cuadro de Análisis de la Varianza)					

Tabla n° 5: rendimiento de grano sitio Crispi. Plantas/ha: plantas/hectárea. Rto (kg/ha): rendimiento de grano por hectárea ajustado a 15 % de humedad. I 100 %: índice 100. Rendimiento del híbrido dividido el rendimiento promedio del ensayo. % H Cosecha: humedad a cosecha en %. R2: confiabilidad de los datos. Debe ser mayor a 0.6. CV %: coeficiente de variación del ensayo. **Híbrido p – valor:** si es

mayor a 0,05 indica que si se repitiera el ensayo, no hay probabilidades de que en ese otro ensayo volviéramos a encontrar esa diferencia, los mismos resultados.

NOTA: Dif. Sig.: Toda diferencia entre valores que comparten letra es estadísticamente no significativa, eso quiere decir que si el ensayo se repitiera puede que el patrón de rendimiento o ranking de rendimiento cambie; o dicho de otra forma no hay una confiabilidad de que el ranking sea el mismo al repetir el experimento. Es decir por ejemplo en el sitio **Crispi** TOB 78 DPSP, ADV 1202 AX, TOB 66 TSP, ADV 1304 IG y Nugrain 441 IG al repetirse el ensayo no hay una confiabilidad de que el ranking sea el mismo (Letra AB). Si podría esperarse que al repetir el ensayo TOB 78 DPSP supere en rinde a TOB 63 TSP, letra AB versus la letra C.

3- Análisis conjunto

Rendimiento (kg/ha)			
Híbrido	El Trébol	Crispi	Promedio
ADV 1202 AX	4015	2848	3432
TOB 78 DPSP	3152	2915	3034
ADV 1304	3434	2424	2929
TOB 66 TSP	3030	2472	2751
Argensor 130 T	1909	3516	2713
Nugrain 441 IG	2879	2419	2649
Malon	2242	2229	2236
Spring T60	2121	2230	2176
TOB 63 TSP	3364	953	2159
Summer II	1909	2042	1976
Argensor 110 T	1879	1950	1915
Promedio Localidades	2721	2363	
Promedio sitios	2542		

Tabla n° 6: rendimiento de grano ambos sitios.

Si colocamos a los dos ambientes (El Trébol y Crispi) en los dos ejes de un gráfico bidimensional, se observa que los híbridos (genotipos) se agrupan en función de su rendimiento frente a dichos ambientes.

En función a estas respuestas se puede apreciar que en el cuadrante superior derecho se encuentran los materiales de mayor rendimiento en ambos ambientes.

Las rectas verdes representan el promedio de cada sitio, y las rectas rojas representan el promedio de la red (de los dos sitios).

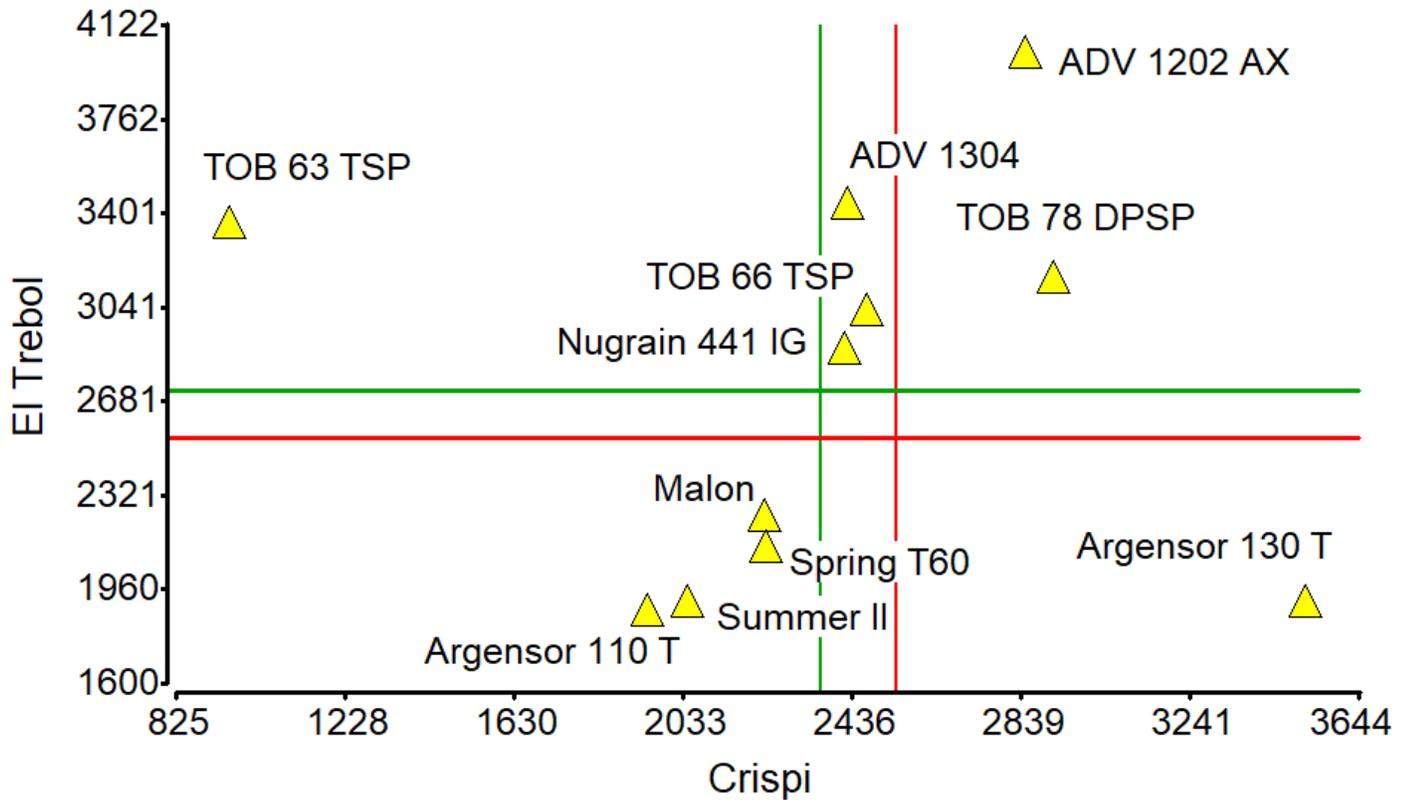


Gráfico n° 2: rendimiento de grano ambos sitios.

Rendimiento y estabilidad de los híbridos

Sometidos los datos al test de Shukla (gráfico n°3), se observa el rendimiento en función de la componente G x A (Genotipo por Ambiente) para cada uno de los fenotipos obtenidos (fenotipo = rendimiento de grano en kg/ha de cada híbrido).

El gráfico presenta unas líneas azules guías, la línea horizontal indica el promedio de rendimiento de la red de ensayos de Sorgo, y la línea vertical es el promedio G x A menos 1/3 (un tercio) del rango G x A.

Este gráfico nos sirve para ver, bajo las condiciones en que se dio el año en estudio, cuál híbrido se comportó de manera más estable y con mayor rendimiento en los sitios evaluados.

Si nos posicionamos en el eje horizontal (G x A) a medida que nos desplazamos hacia la derecha la contribución de la interacción G x A es mayor. El híbrido es menos estable.

El valor G x A son kg de grano por hectárea que se explican por la interacción G x A

Rendimiento Vs Estabilidad. Test Shukla.

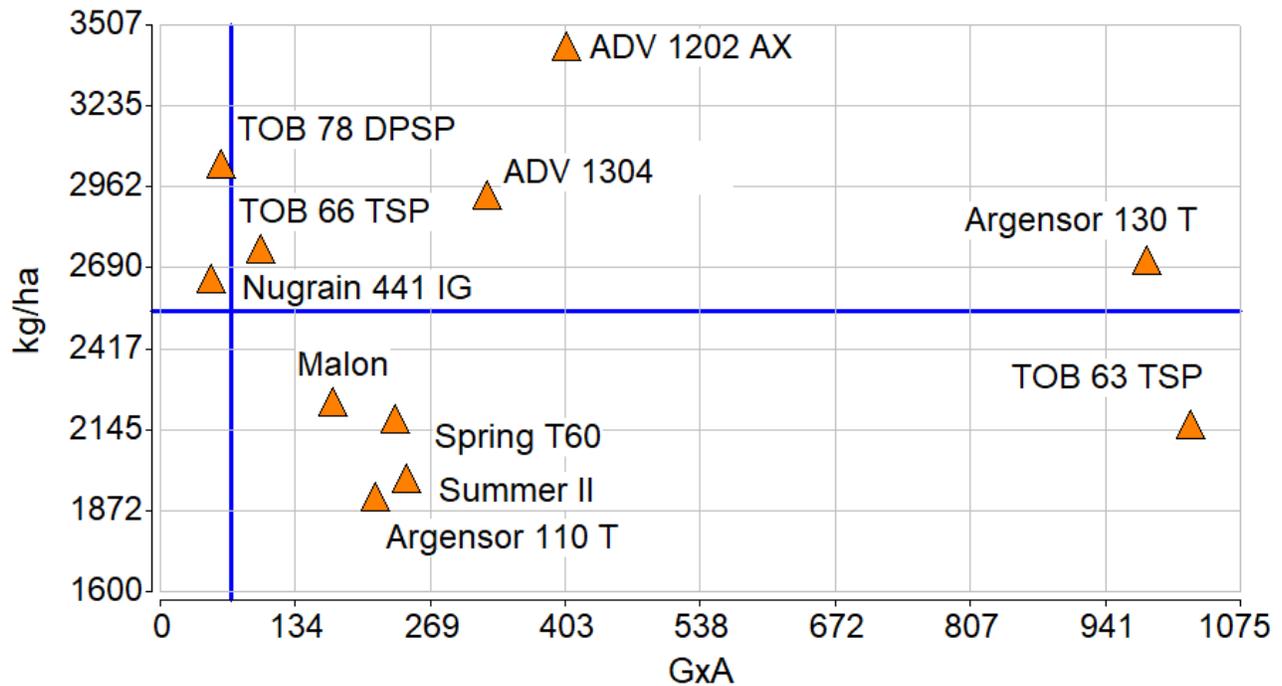


Gráfico n° 3: rendimiento vs estabilidad, Shukla.

Ranking por estabilidad (kg/ha).		
Híbrido	kg/ha	GxA, kg/ha
Nugrain 441 IG	2649	51
TOB 78 DPSP	3034	60
TOB 66 TSP	2751	100
Malon	2236	172
Argensor 110 T	1915	214
Spring T60	2176	233
Summer II	1976	245
ADV 1304	2929	326
ADV 1202 AX	3432	405
Argensor 130 T	2713	982
TOB 63 TSP	2159	1027
Promedio	2542	347

Tabla n° 7: ranking por estabilidad.

Nugrain 441 IG, TOB 78 DPSP, TOB 66 TSP tuvieron una performance de rendimiento por sobre el promedio de la red con la mayor estabilidad.

El mayor rendimiento lo tubo ADV 1202 AX en la red, mostrando buen desempeño en ambos sitios para lo que fue el año en cuanto a kg/ha cosechados, pero la interacción GxA explicó en este material 405 kg/ha. En el caso

de TOB 63 TSP la estabilidad fue muy inferior a TOB 78 DPSP y TOB 66 TSP, ya que en TOB 63 TSP la interacción G x A explicó 1027 kg/ha.

Se debe considerar que las condiciones propias de la campaña en estudio permiten desarrollar conclusiones parciales, esto trae la necesidad de seguir estudiando el comportamiento de la genética actual en campañas posteriores.

Evaluación de Plagas:

En la campaña y zona en estudio se realizaron aplicaciones para controlar pulgón, si bien las condiciones fueron muy distintas a casos anteriores (por ejemplo la campaña 2021/22) en donde que hubo que realizar más de una o dos aplicaciones. En este caso el grueso de los lotes de producción recibió una única aplicación.

A continuación se puede ver la incidencia de plantas con pulgones (número de plantas con pulgones/plantas totales x 100 = %) y el estrato en que se encontraba posicionado el pulgón. Considerando que el ataque avanza de abajo hacia arriba, si se informa presencia de plaga en el estrato superior eso indica que los tres estratos (superior, medio e inferior) tienen presencia de pulgón.

También se indica la incidencia de cogollero, que en la actual campaña en general no fue relevante, también aplicándose lotes sólo en una oportunidad para su control en términos generales.

En el gráfico a continuación se muestran las temperaturas por las que transcurrió el ciclo del sorgo en la campaña en estudio.

El rango óptimo de temperatura para el desarrollo del pulgón de la caña de azúcar *Melanaphis sacchari* se encuentra entre 20 a 25 °C, en donde muestra una duración del ciclo biológico de 5 a 7 días. Temperaturas superiores a los 35°C reducen el número de las poblaciones.

En Diciembre se detectó pulgón en El Trébol y se procedió a realizar la evaluación, mientras que en Crispi la plaga se detectó más tarde, con lo que la medición se realizó bastantes días después. Las fechas de evaluaciones difieren porque al ir siguiendo el lote, cuando se detectan las primeras colonias a estas se las deja avanzar entre 7 a 10 días y luego se procede a cuantificar incidencia, el día previo a la aplicación.

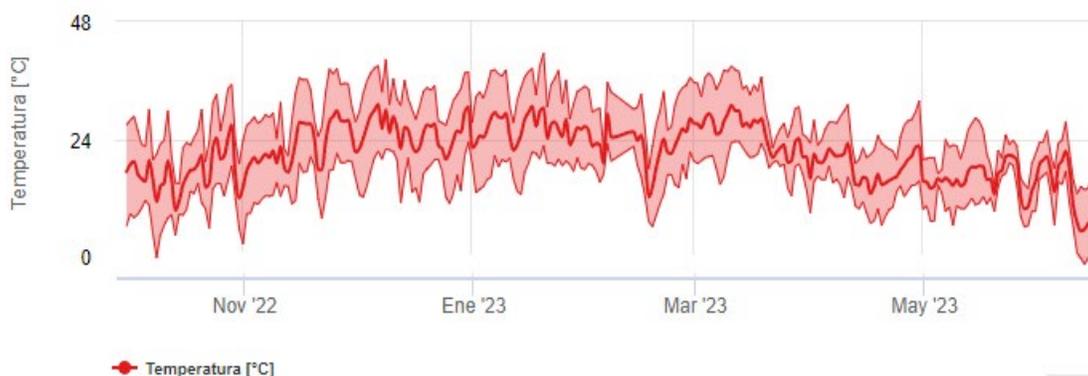


Gráfico n° 4: temperaturas por las que transcurrió el ciclo del sorgo.

Sitio: El Trébol		Evaluación: 20/12/2022		
Hibrido	Pulgones		Incidencia cogollero (%)	Estado fenológico
	Estrato máximo alcanzado	Incidencia (%)		
TOB 63 TSP		0	8	Panoja
Summer II		0	21	Panoja
ADV 1202 AX	Superior	5	0	Panoja
TOB 78 DPSP	Superior	5	6	Panoja
Argensor 130 T	Superior	10	12	Grano lechoso
Malon	Superior	15	10	Grano lechoso
Nugrain 441 IG	Superior	15	8	Grano pastoso
TOB 66 TSP	Medio	25	0	Grano pastoso
Argensor 110 T	Superior	25	8	Grano pastoso
Spring T60	Superior	40	28	Panoja
ADV 1304	Superior	65	5	Grano lechoso

Tabla n° 8: incidencia de pulgón y cogollero.

Sitio: Crispi		Evaluación: 31/05/2023		
Hibrido	Pulgones		Incidencia cogollero (%)	Estado fenológico
	Estrato máximo alcanzado	Incidencia (%)		
ADV 1202 AX		0	0	Grano pastoso
TOB 63 TSP	Inferior	2	0	Grano pastoso
Summer II	Inferior	2	0	Grano pastoso
TOB 78 DPSP	Inferior	2	0	Grano pastoso
Malon	Inferior	2	0	Grano lechoso
Argensor 110 T	Inferior	4	0	Grano lechoso
TOB 66 TSP	Inferior	5	0	Grano lechoso
Spring T60	Inferior	5	0	Grano pastoso
Argensor 130 T	Superior	25	0	Grano lechoso
Nugrain 441 IG	Superior	27	0	Grano lechoso
ADV 1304	Superior	27	0	Grano pastoso

Tabla n° 9: incidencia de pulgón y cogollero.

Ideas finales

- La campaña en estudio, tal como se mencionó, presentó la combinación de altas temperaturas y niveles deficientes de agua en los suelos, esto ocasiona que los ensayos comparativos de rendimiento no muestren los resultados esperados de años normales.
- La estabilidad en sorgo es una característica importante ya que el productor los coloca en ambiente de potencial promedio o de bajo potencial. (En las bases de datos DAT CREA no se informa sorgo sembrado por los productores en ambientes de alto potencial).
Si bien se encontraron materiales con rendimientos por encima del promedio de los dos sitios mostrando mayor estabilidad, se observaron híbridos que tuvieron buen desempeño en ambas localidades pero que no mostraron estabilidad de rendimiento (capacidad del híbrido de sorgo de mantener el rendimiento en diferentes situaciones productivas o, dicho de otra forma, el híbrido es menos sensible ante cambios en el ambiente).
- Para la presente campaña en las bases de datos DAT CREA (DAT, Datos Agrícolas Trazados) se indica unas 900 has sembradas de sorgo (Sorgo 1ra y 2da con destino a grano y/o silo), siendo lo informado como cosechado para grano con un rendimiento ponderado de 2854 kg/ha y presentándose Región CREA Santa Fe Centro como la Región CREA que más superficie de sorgo ha informado como sembrada para la Campaña 2022/2023.

La campaña 2022/2023 mostro en esta base de datos una caída de superficie sembrada con respecto a las tres campañas anteriores y presentó el rinde ponderado más bajo de la Región CREA Santa Fe Centro al compararla contra las campañas 2019/20, 2020/21, 2021/22.

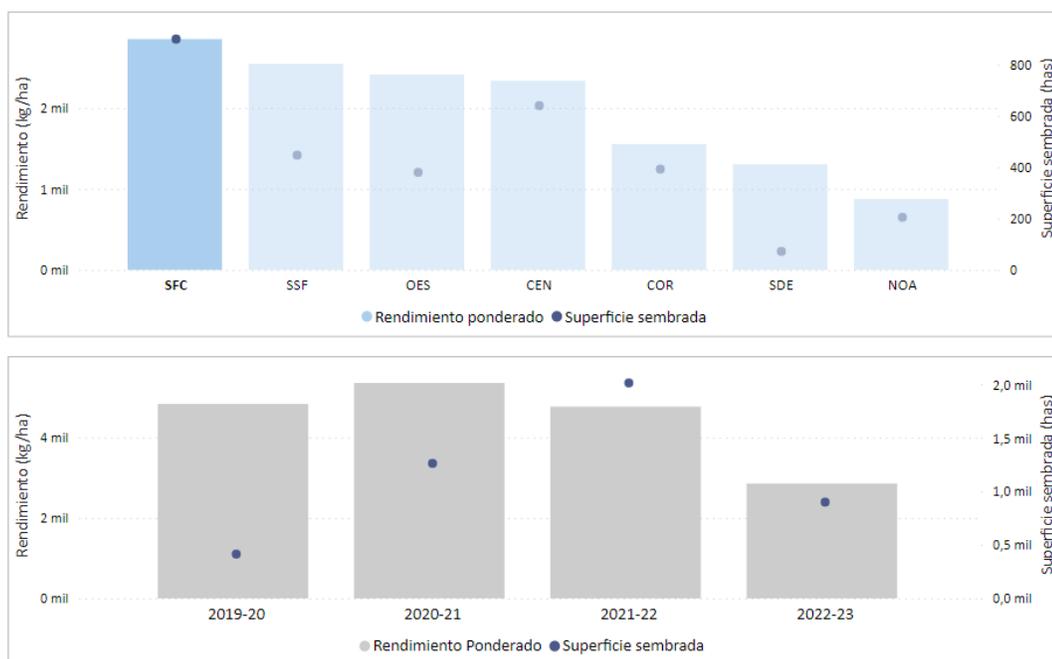


Gráfico n° 5: Región CREA Santa Fe Centro, superficie sembrada y rendimiento ponderado. Campaña 2022/2023.

- La presente campaña tuvo en general como cultivo antecesor al cultivo de soja, tal como sucedió en lo informado en campañas anteriores a esta base.

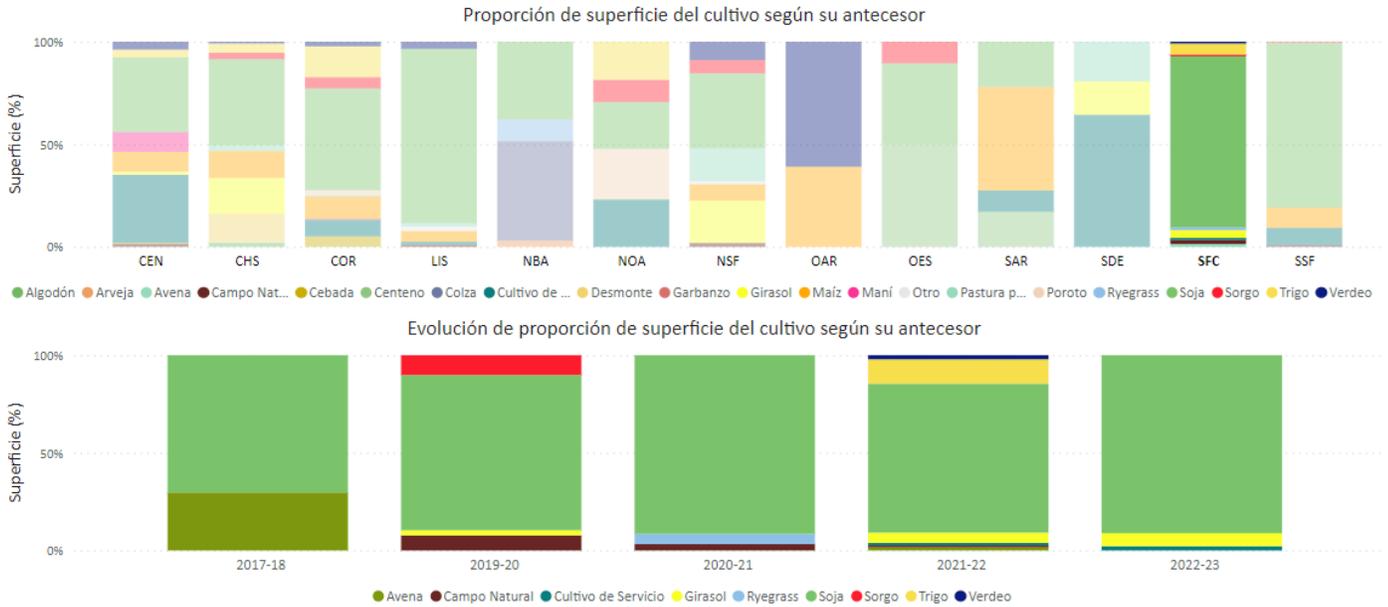
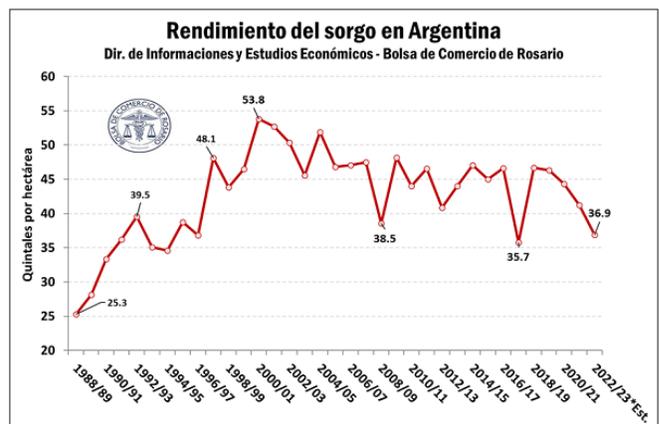
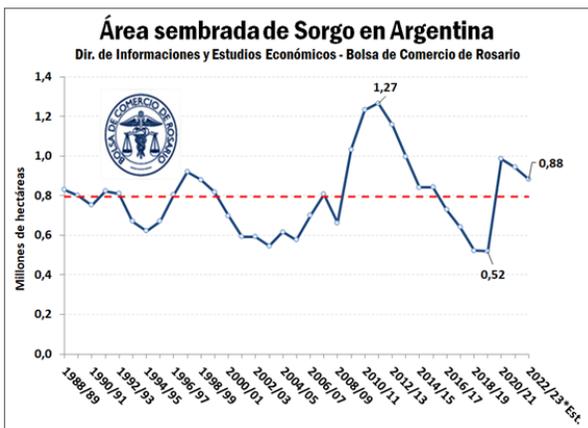


Gráfico n° 6: Región CREA Santa Fe Centro, antecesores utilizados. Campaña 2022/2023.

- Se estima a nivel nacional que el área sembrada de sorgo se ubica en 0,88 millones de has. Tanto este parámetro como el rinde nacional se vieron afectados por la sequía prolongada por tercer año consecutivo en Argentina, que se conjugó con un invierno muy seco, lo que provocó aún más falta de humedad en suelos en la fecha clave de la siembra del cultivo.



Gráficos n° 7 y 8: evolución del área sembrada y el rendimiento del cultivo de Sorgo en Argentina. Fuente: Bolsa de Comercio de Rosario.

Agradecimientos

Aprovechamos el presente espacio para, como siempre, agradecer muy especialmente a los semilleros **ADVANTA**, **ARGENETICS**, **NUSEED**, **RAGT**, que nos acompañan en nuestro trabajo con la participación de sus híbridos en nuestra red, y a los **empresarios CREA** donantes de materiales, labores y sitios de ensayos para que la misma sea posible.

Material de consulta

- Libro Producción de granos. Edición 2012. Bases funcionales para su manejo. FAUBA. Capítulo 14: Elección de genotipos. Pág. 319.
- Software estadístico InfoStat.
- CREA. Mi espacio CREA. Gestión de datos. DAT CREA. Visualizador de datos.
- Field Climate
- Bolsa de Comercio de Rosario

Región CREA Santa Fe Centro
Comisión de Agricultura - Equipo Ensayista
Agosto 2023