

REGION CREA SANTA FE CENTRO

ENSAYOS COMPARATIVOS DE RENDIMIENTO

SOJA DE PRIMERA Y SEGUNDA

Campaña 21-22

Autores:

Ings. Agrs. Nicolás Cignetti¹⁻², Paula Giorgis¹⁻², Mateo Banchio¹, Emiliano Giordano¹, Gabriel Milanesio¹, Federico Peretti¹ y Doria Turchi²

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

2: integrantes del equipo de coordinación de la Comisión de Agricultura de la Región CREA Santa Fe Centro



REGIÓN SANTA FE
CENTRO



Contenido

Resumen e introducción.....	pg.2
Materiales y métodos.....	pg.3
Caracterización de la campaña, sitios y variedades.....	pg.7
Rendimientos y estabilidad	
Sitios Soja de Primera.....	pg.12
Sitios Soja de Segunda.....	pg.16
Evaluación sanitaria.....	pg.20
Ideas finales, agradecimientos y material de consulta.....	pg.21

Resumen

Se presentan los resultados de la red de evaluación de variedades de Soja de la Región CREA Santa Fe Centro, en su tercer año de desarrollo.

Se sembraron cuatro sitios de evaluación de soja de primera de grupos de madurez IV y V en las localidades de Crispi, Colonia Bicha, San Martín de las Escobas y Centeno. Además se sembraron dos sitios de evaluación de soja de segunda de grupos de madurez V en las localidades de Gálvez y Rincón de Ávila y dos sitios de evaluación de soja de segunda de grupos de madurez VI en las localidades de López y Quebracho Herrado.

Todos los sitios en los que se evaluaron siembras de primera presentaron diferencias estadísticamente significativas entre las variedades testeadas, pudiendo sortear en mayor o menor medida las condiciones climáticas inestables propias de la campaña en estudio. En Soja de Primera los materiales que presentaron un rendimiento promedio superior al promedio de la red fueron NEO 63S22 E, DM53I53, NK51x22 IPRO STS, NS5421 STS y IS52.0 RR STS. Los materiales que presentaron mayor estabilidad fueron 53MS01 IPRO y NK52x21 STS.

En Soja de Segunda los mejores resultados en los sitios de evaluación de GM VI y V los tuvieron las variedades NEO 63S22 E y DM 53I53. La mayor estabilidad de resultados la obtuvo 48MS01 E. Para el caso de los sitios de evaluación de Soja de Segunda de GM VI, los mejores rindes promedio de la red lo obtuvieron los materiales DM 60E60 STS y NK 60x21 IPRO STS, resultando IS60.1 E STS el material de mayor estabilidad.

Las lluvias de enero trajeron alivio al escenario productivo que afrontaban los materiales evaluados, con esto se observaron enfermedades foliares siendo registradas Mancha Marrón (*Septoria glycines*) y Tizón de la hoja (*Cercospora kikuchii*), viéndose la incidencia de materiales afectados en los ensayos según condiciones del ambiente dado en cada sitio (lluvias, mojado foliar, humedad ambiente, historia de lote, cultivo antecesor). En soja de segunda se destacaron los grupos de madurez (GM) mayores con un mejor comportamiento frente a Mancha Marrón.

Si bien las enfermedades estuvieron presentes en ningún sitio se alcanzaron los umbrales recomendados de aplicación. El uso de fungicidas en los sitios se dio a modo preventivo por aparición de la enfermedad y a modo de frenar el posterior avance de estas en el cultivo en caso de futuras condiciones predisponentes para su evolución.

Introducción

En la campaña 2021/22 se sembró en la Región Santa Fe Centro del movimiento CREA una red de ensayos comparativos de rendimiento de variedades de soja, en fechas de siembra tanto de primera como de segunda, con el propósito de evaluar el comportamiento agronómico de los materiales ofrecidos por las principales empresas semilleras del país y con esto generar información local en condiciones de producción a campo, de interés para los miembros CREA al momento de planificar la siembra. La presente constituye la tercera campaña de evaluación del cultivo de soja para la Región CREA Santa Fe Centro desde la 2019/20.

Objetivos de la línea de trabajo

- ✓ Conocer el comportamiento y la adaptabilidad a distintos ambientes productivos de la región de los principales materiales disponibles y aquellos recién ingresados al mercado.
- ✓ Conocer de estos, su perfil sanitario según los ambientes productivos y condiciones climáticas particulares de la campaña.

Materiales y métodos

Los ensayos se sembraron en lotes de productores miembros CREA de la Región Santa Fe Centro y conducidos según el manejo productivo habitual del productor donante del sitio. Los mismos fueron alojados en lotes de productores miembros CREA, ubicándose en localidades representativas de los ambientes de producción que exploran los productores pertenecientes al movimiento CREA de la región Santa Fe Centro.

La siembra se realizó en macro parcelas de 200 metros de longitud con dos repeticiones presentando un mínimo de 6 surcos por material evaluado.

Las variedades evaluadas en la red de ensayo de la presente campaña se detallan a continuación:

Soja de primera		
Semillero	Variedad	Grupo de Madurez
Don Mario	DM 50E22	IV y V
Don Mario	DM 52E51	
Don Mario	DM 53I53	
Illinois	IS 52.0 RR STS	
Macro Seed	48MS01 E	
Macro Seed	53MS01 IPRO	
Neogen	NEO 50S22 SE	
Neogen	NEO 61S22 IPRO STS	
Neogen	NEO 63S22 E (*)	
Nidera	NS 5028 STS	
Nidera	NS 5421 STS	
Pioneer	P50A02E	
Syngenta	NK 51x22 IPRO STS	
Syngenta	NK 52x21 STS	
Soja de segunda		
Empresa	Variedad	Grupo de Madurez
Don Mario	DM 50E22	V y VI
Don Mario	DM 53I53	
Don Mario	DM 60E60 STS	
Don Mario	DM 60I62 IPRO	
Illinois	IS 60.1 E STS	
Macro Seed	48MS01 E	
Macro Seed	53MS01 IPRO	
Neogen	NEO 63S22 E	
Pioneer	P62A05 SE	
Pioneer	P50A02E	
Syngenta	NK 52x21 STS	
Syngenta	NK 60x21 IPRO STS	

Tabla n°1: empresas y variedades participantes, campaña 21/22. (*) NEO 63S22 E es un grupo VI que se probó en fecha de siembra de primera.

NOTAS:

La tecnología **STS** posibilita el uso de Sulfometuron Metil, Clorimuron Etil, Clorsulfuron y Metsulfuron Metil, de manera conjunta o por separado días previos a la siembra según indiquen los marbetes de las empresas, ya sea en dosis conjuntas o solitarias.

La tecnología **IPRO** (o también indicado INTACTA RR2 PRO) indica que la soja **expresa la proteína Cry1Ac** y tiene **tolerancia al ataque de lepidópteros**. Plagas target: oruga medidora, falsa medidora, oruga bolillera, oruga de las leguminosas, barrenador del brote y gata peluda californiana.

Estudios en Brasil indicaron que la **oruga medidora** (*Rachiplusia nu*), no está siendo controlada por completo por el evento Cry1Ac. Históricamente, la presencia de oruga medidora se limitó a los estados del sur de Brasil y Argentina (Perini et al. 2021) y, por lo tanto, la detección en varias regiones de Brasil indica una probable adaptación ambiental. Fuente: Entomological communications. Scientific note. Primeiro registro de *Rachiplusia nu* (Guenée, 1852) (Lepidoptera: Noctuidae) sobrevivendo em soja Bt no Brasil.

https://www.academia.edu/69198510/Primeiro_registro_de_Rachiplusia_nu_Guen%C3%A9e_1852_Lepidoptera_Noctuidae_sobrevivendo_em_soja_Bt_no_Brasil



Imagen n°1: Mapa de sitios de recolección y consumo de soja no Bt (BMX Potência RR) y soja Bt (Monsoy M5947), hojas por *Rachiplusia nu* (Lepidópteros: noctuidae).

La tecnología **E** refiere a el **programa de control de malezas ENLIST E3 (programa de control de malezas en Soja ENLIST E3)** en donde es posible usar en post emergencia sal colina de 2,4 D (herbicida Enlist Colex – D), además se puede utilizar glifosato y glufosinato de amonio sin causar perjuicios visibles sobre el cultivo de soja.

En ocasiones la tecnología **E**, podemos encontrarla basada en un programa integral de control que combina eventos biotecnológicos y soluciones herbicidas, encontrando la nomenclatura **ENLIST CONKESTA E3**. La soja **Conkesta E3**, suma a la tolerancia a los **herbicidas 2,4-D** (herbicida Enlist Colex – D), **glifosato y glufosinato de amonio**, una amplia protección contra los principales lepidópteros plaga del cultivo. **Conkesta E3** para las plagas target (de orugas) expresa las proteínas Bt (**Cry 1F y Cry 1Ac**). Fuente, Guía de uso ENLIST sistema de control de malezas CORTEVA <https://www.corteva.com.ar/content/dam/dpagco/corteva/la/ar/es/files/Guia%20de%20uso%20ENLIST%20.pdf>

Emergido el cultivo se determinó la densidad de plantas logradas a través del recuento del número total de plantas logradas por metro lineal. El resultado se expresa luego en plantas por metro cuadrado (pl/m²).

En estado reproductivo entre vainas completamente desarrolladas e inicio de formación de semillas, R4 y R5 respectivamente, se efectuó el relevamiento sanitario de las variedades.

Para el relevamiento sanitario se utilizaron para realizar las mediciones las siguientes escalas:

- **Evaluación de Mancha marrón (*Septoria glycines*) – Fuente EMBRAPA 2004.**

Se relevó altura alcanzada por la enfermedad en %, con su severidad (% de área foliar afectada) promedio. Para el cálculo de la severidad promedio se muestrean folíolos al azar dentro de la altura

alcanzada por la enfermedad y posteriormente se informa sobre el valor promedio que de la totalidad de folíolos recolectados.

A campo se establece el umbral de control en el momento en que el cultivo presenta un promedio general del 20% de la altura de la planta con síntomas de la enfermedad.

Escala visual para evaluación de severidad por foliolo:

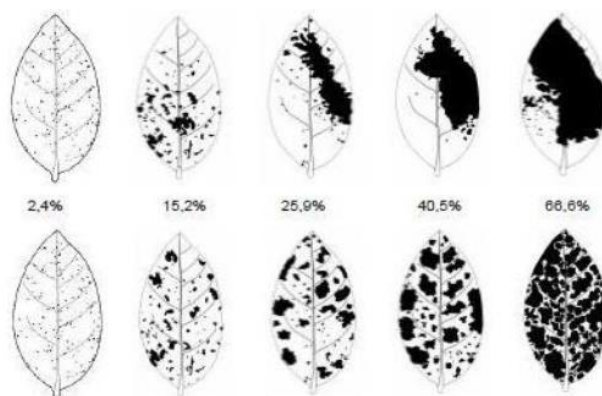


Imagen n°2: Evaluación Severidad de Mancha marrón (Septoria glycines) – Fuente EMBRAPA 2004

• **Evaluación de Mancha ojo de rana, MOR (Cercospora sojina) – Fuente INTA 2010**

Según la escala a continuación, se releva Grado de ataque del patógeno. Para esto se anota de una muestra de folíolos la severidad promedio. Por ejemplo, si la severidad promedio es 4% de área afectada, como este valor está entre 1% y 5%, se informa Grado 2. A campo se establece el umbral de control cuando el cultivo evaluado alcanza el 20% de incidencia desde R3 a R5 (correspondiente a Grado 2 - 3).

$$\text{Incidencia} = (\text{n}^\circ \text{ de folíolos con MOR} / \text{n}^\circ \text{ de folíolos observados}) \times 100 = \%$$

Escala visual para evaluación de Grado Mancha ojo de rana (Cercospora sojina) por foliolo:

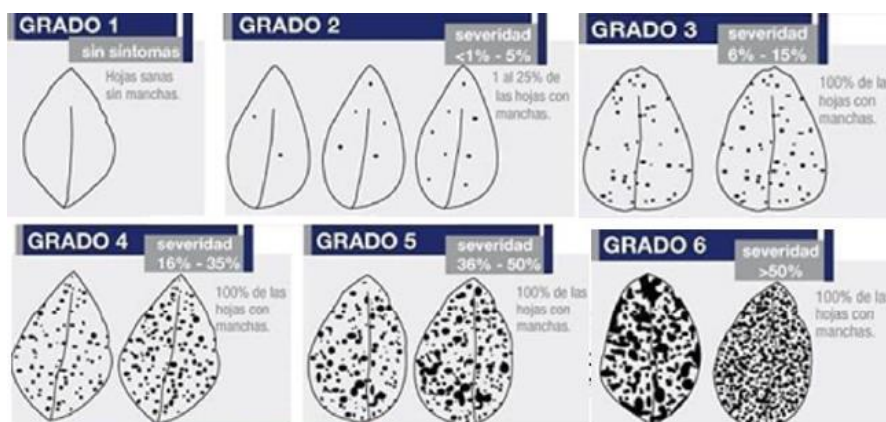


Imagen n°3: Evaluación de Mancha ojo de rana, MOR (Cercospora sojina) – Fuente INTA 2010

- **Evaluación de Tizón (*Cercospora kikuchii*) – Fuente INTA 2005**

Se releva severidad de los folíolos en el tercio superior de las plantas y luego, como se mencionó anteriormente en las escalas anteriores, se informa sobre el promedio de las observaciones (severidad promedio del total de los folíolos muestreados).

A campo se considera alcanzado el umbral de control cuando el 25% del tercio superior de las plantas del cultivo presenta síntomas de la enfermedad.

Escala visual para evaluación de severidad por Tizón (*Cercospora kikuchii*) por folíolo:

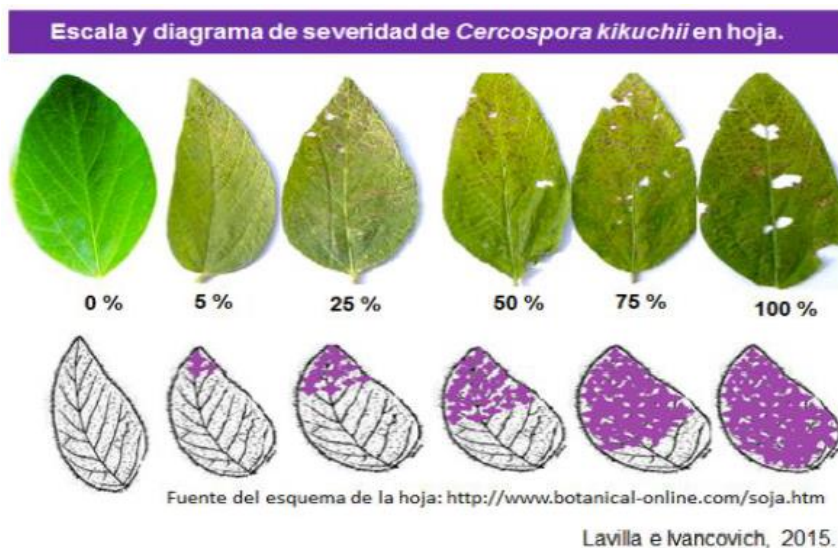


Imagen n°4: Evaluación de Tizón (*Cercospora kikuchii*) – Fuente INTA 2005.

- **Evaluación de Roya de la Soja (*Phakopsora pachyrhizi*) – Fuente UBA 2004**

Según la escala a continuación se releva grado de ataque correspondiente. Para esto se anota de una muestra de folíolos la severidad promedio expresada en porcentaje de área foliar afectada. Utilizando similar metodología que para el caso de Mancha ojo de Rana.

Escala para evaluación de Grado de Roya (*Phakopsora pachyrhizi*) por folíolo:

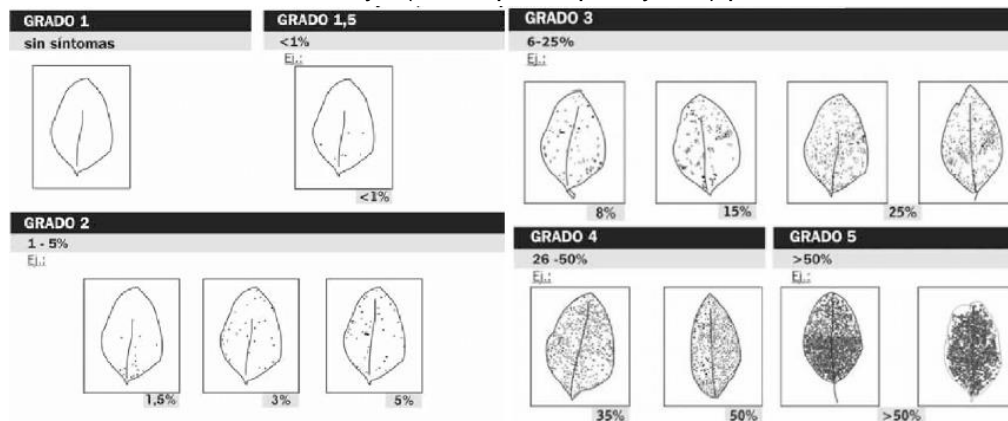


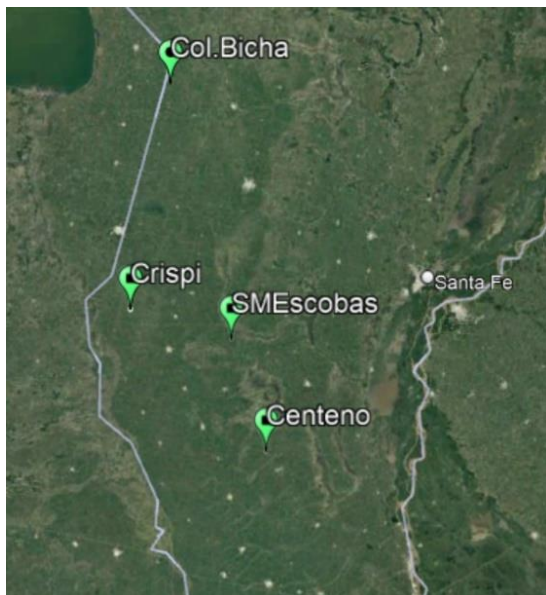
Imagen n°5: evaluación de Grado de Roya (*Phakopsora pachyrhizi*) – Fuente UBA 2004

A campo se establece un umbral de control al alcanzar el cultivo un 5% de severidad (15 a 20 lesiones promedio por folíolo, corresponde a Grado 2-3 de escala) a partir de floración en adelante.

La cosecha se realizó de forma mecánica con maquinaria propia del productor o contratada. Los rendimientos fueron ajustados a 13.5 % de humedad base de soja.

Ubicación de los sitios

Se implantaron cuatro sitios de evaluación de soja de primera sembrados entre el 12 de noviembre y el 1 de diciembre, colocando entre estas fechas de siembra **materiales de grupos de madurez IV y V**. Los sitios de ensayos se ubicaron en **Crispi, Colonia Bicha, San Martín de las Escobas y Centeno**.



Fecha de siembra	Localidad	Coordenadas	
		Sur	Oeste
Primera IV y V corto	Centeno	32°21'65.95"	61°35'49.23"
	San Martín de las Escobas	31°49'19.60"	61°37'13.50"
	Crispi	31°42'48.80"	62°02'09.00"
	Colonia Bicha	30°48'29.30"	61°51'53.70"

Imagen n°6 y tabla n°2a: sitios de evaluación Soja de primera, campaña 21/22

Además se evaluaron cuatro sitios de soja de segunda, dos de ellos sembrados entre el 3 y el 15 de diciembre con **materiales de grupos de madurez V** en las localidades de **Gálvez y Rincón de Ávila** y los otros dos restantes sembrados entre el 26 de noviembre y 4 de diciembre con **materiales de grupos de madurez VI** en las localidades de **López y Quebracho Herrado**.



Fecha de siembra	Localidad	Coordenadas	
		Sur	Oeste
Segunda IV y V corto	Gálvez	32°02'49.19"	61°12'14.03"
	Rincón de Ávila	31°19'51.90"	60°52'21.33"
Segunda V largo y VI	López	31°52'14.87"	61°15'33.11"
	Quebracho Herrado	31°31'14.25"	62°31'59.55"

Imagen n°7 y tabla n°2b: sitios de evaluación Soja de segunda, campaña 21/22.

El cultivo de soja, gracias a la combinación de los factores Grupos de Madurez y Fechas de siembra, permite construir negocio en múltiples ambientes de producción.

Se describen a continuación los sitios de ensayos sobre los que se implantaron los ensayos de la presente campaña en estudio.

Época de siembra: PRIMERA				
Sitio	Centeno	San Martín de las Escobas	Crispi	Colonia Bicha
Serie de suelo	LCD	LCD	SAS	BSI
Clase de suelo	II e	I	IV w s	III w p
IP	72	90	47	61
Clasificación suelo	Argiudol típico	Argiudol típico	Argiudol ácuico	Argiudol ácuico
Antecesor	Maíz tardío	Vicia villosa	Maíz de primera	Maíz de segunda
Fertilizante	No	No	No	No
EES (cm)	42	52	52	52
Promedio PI/ha	351904	432692	274423	353557
F. siembra (FS)	18/11/2021	12/11/2021	01/12/2021	23/11/2021
F. cosecha (FC)	03/05/2022	16/04/2022	05/05/2022	01/05/2022
Días FS a FC	166	155	155	159

Tabla n°3: sitios de ensayo de siembra de soja de primera. LCD: Serie Los Cardos. SAS: Serie Satre. BSI: Serie Colonia Bossi. IP: índice de productividad. EES: espaciamiento entre surcos. cm: centímetros. FS: fecha de siembra. FC: fecha de cosecha.

Época de siembra: SEGUNDA				
Grupo Madurez	GMV		GMVI	
Sitio	Gálvez	Rincón de Ávila	López	Quebracho herrado
Serie de suelo	LOA	RDA	LOA	SFr
Clase de suelo	I	III/IV e w s	I	III s
IP	90	44	90	62
Clasificación suelo	Argiudol típico	Argiudol típico	Argiudol típico	Argiudol típico
Antecesor	Trigo	Trigo	Trigo	Trigo
Fertilizante	80 kg/ha SPS	No	No	No
EES (cm)	42	52	17.5	52
Promedio PI/ha	286190	214712	336000	459611
Fecha de siembra (FS)	03/12/2021	15/12/2021	26/11/2021	04/12/2021
Fecha de cosecha (FC)	30/04/2022	21/05/2022	09/05/2022	03/05/2022
Días FS a FC	148	157	164	150

Tabla n°4: sitios de ensayo de siembra de soja de primera. LOA: Serie Loma Alta. RDA: Serie Rincon de Ávila. SFr: Serie San Francisco. IP: índice de productividad. EES: espaciamiento entre surcos. cm: centímetros. FS: fecha de siembra. FC: fecha de cosecha.

Datos climáticos de la campaña

El estudio de la evolución de las condiciones meteorológicas durante el ciclo del cultivo sirve de apoyo para comprender no solo el rendimiento de los cultivos sino también la evolución de enfermedades y

de daños que puedan ocurrir en cada campaña. Se detallan a continuación los registros de temperatura y precipitaciones del período en estudio.

a) Temperaturas

Respecto a la fijación de vainas:

El rinde del cultivo de Soja es particularmente sensible a temperaturas en el momento de la fijación de las vainas formadas. **La ocurrencia de temperaturas inferiores a 21°C reduce el establecimiento de vainas y por debajo de 14°C no hay fijación.**

Si relacionamos los valores de temperatura diaria tomados en la localidad de referencia para la Región ocurridos entre las fechas 15/01/2022 al 15/03/2022 se observa que, al momento en que las sojas de primera de la campaña en estudio se encontraban entrando a R4 (vainas completamente desarrolladas) avanzando a R5 (inicio de formación de semilla), el promedio de temperatura se mantuvo adecuado para el desarrollo de dichos procesos.

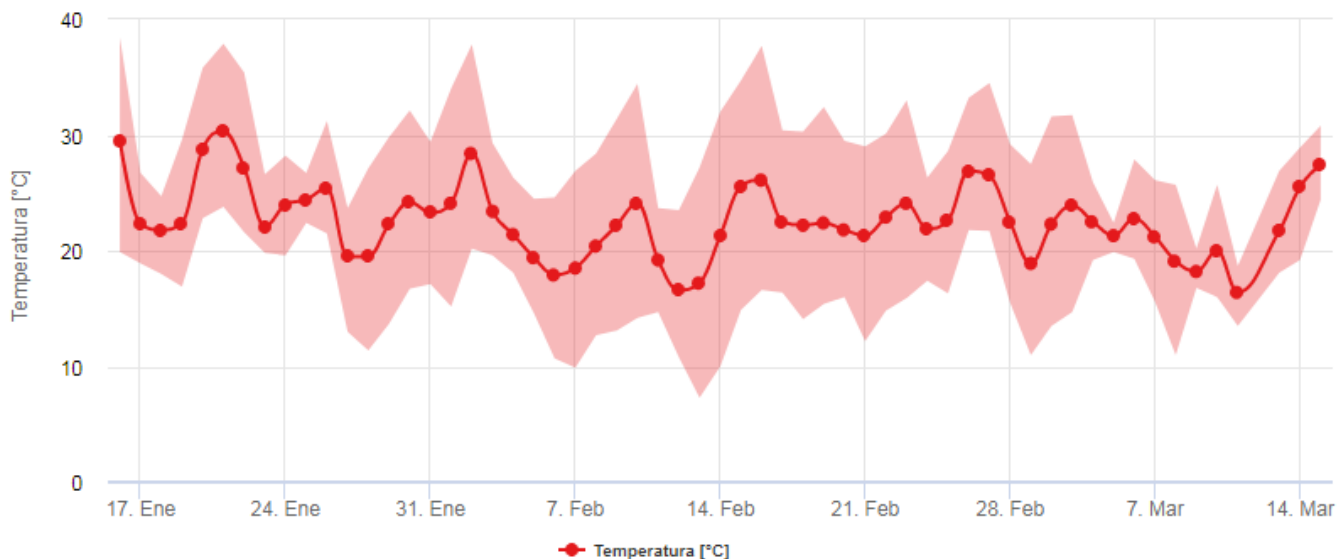


Gráfico n°1: Temperaturas campaña 2021 -2022, entre las fechas 15/01/2022 al 15/03/2022.

Para el caso de las sojas de segunda, se observan las temperaturas diarias (temperaturas de referencia para la región) entre las fechas 15/02/2022 al 15/04/2022.

En el mes de marzo las variedades de soja de segunda se encontraban entrando a R4, vainas completamente desarrolladas, avanzando a R5, inicio de formación de semilla (1 vaina ubicada en uno de los 4 nudos superiores del tallo principal contiene una semilla de 3 mm de largo). Hubo días en que las temperaturas diarias promedio a partir del 20 de marzo se encontraron por debajo de 14°C. El 31 de marzo y el 1 de abril se registraron en la zona valores de temperatura mínima de 2.2°C y 3.5°C respectivamente, que generaron leves quemados de hojas en estratos superiores, quemado de flores en las variedades más atrasadas y pedúnculos de vainas amarronados, siendo estos daños no generalizados en los ensayos de la red.

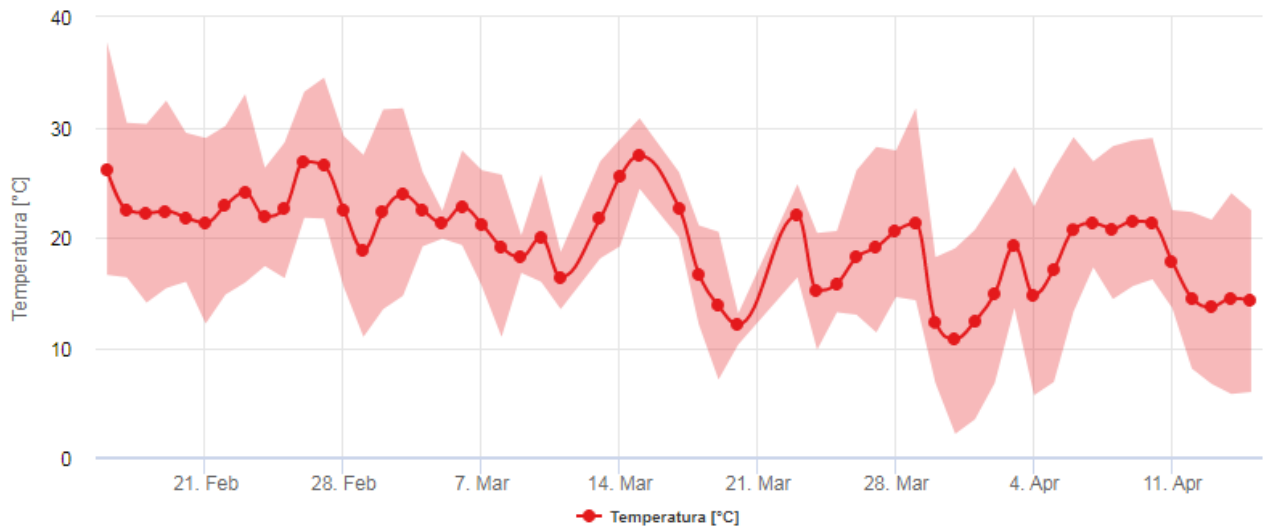


Gráfico n°2: Temperaturas campaña 2021 -2022, entre las fechas 15/02/2022 al 15/04/2022.

Respecto al peso del grano:

El peso del grano (Pgra) se expresa según el producto de la tasa de acumulación de materia seca del grano (tasa de crecimiento del grano (TCG)) y la duración del período de llenado del grano (DLLG), **$Pgra = TCG \times DLLG$** . Las diferencias entre variedades en el peso de los granos son atribuidas a diferencias en la tasa de crecimiento de los granos, propia de cada genotipo. **La temperatura óptima para que se mantenga elevada la tasa de crecimiento de las semillas se encuentra alrededor de los 23.5°C.**

Disminuciones en el peso de los granos causadas por deficiencias hídricas, o nitrogenadas (inoculación no satisfactoria) están más asociadas a un acortamiento del período de llenado que a cambios en la tasa de crecimiento.

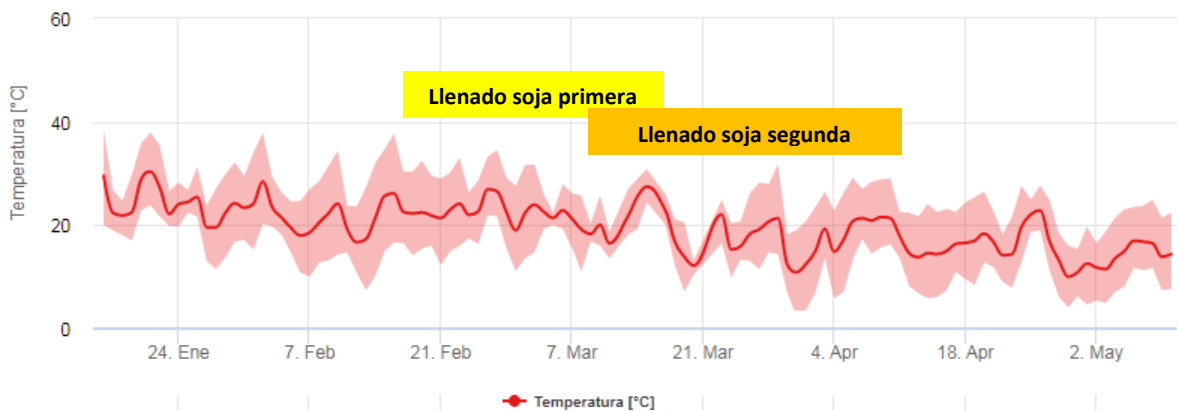


Gráfico n°3: Temperaturas campaña 2021 -2022, entre las fechas 15/01/2022 al 10/05/2022.

Lluvias

La campaña 2021/2022 se caracterizó por mostrar nuevamente, al igual que la campaña 2020/2021, una tendencia marcadamente Niña según la clasificación del fenómeno ENSO.

Cabe aclarar que el momento más crítico de la soja respecto a disponibilidad hídrica se da entre el comienzo de **R4** (Vainas completamente desarrolladas: Una **vaina de 2 cm** en uno de los 4 nudos superiores del tallo principal con hojas totalmente desplegadas) y final de **R5** (Inicio de formación de semillas: Una vaina, ubicada en uno de los 4 nudos superiores del tallo principal contiene una **semilla de 3 mm** de largo), porque ya ha finalizado la floración y además las vainas y semillas más jóvenes son más propensas a abortar o tener un menor llenado frente a agentes detrimentales, afectando de manera definitiva el rinde final del cultivo.

Durante el mes de diciembre (coincidente con la floración del cultivo), los valores de precipitaciones se dieron por debajo del valor de referencia histórico. Posteriormente en enero, febrero y marzo las lluvias de la región se encontraron próximas al promedio histórico de referencia, lo que desde R4 a R6 (Semilla completamente desarrollada: Una vaina en cualquiera de los cuatro nudos superiores del tallo principal contiene una **semilla verde que llena la cavidad de dicha vaina**, con hojas totalmente desplegadas), los lotes de soja presentaron un alivio ante el estrés por la alta evapotranspiración y déficit hídrico ocurrido en diciembre.

A continuación se muestran los registros de lluvias en la campaña en estudio para sitios de referencia, respecto de la evapotranspiración y el promedio (media histórica) de lluvias. Se nota la restricción hídrica y alta demanda atmosférica que hubo en la región en el mes de diciembre en donde la evapotranspiración (demanda atmosférica) llegó a 224 mm, muy por encima de los registros de lluvias de los sitios de referencia. La demanda atmosférica de agua es inherente a cada ambiente y se caracteriza a través de la evapotranspiración potencial de referencia (ETO), se expresa en mm (milímetros).

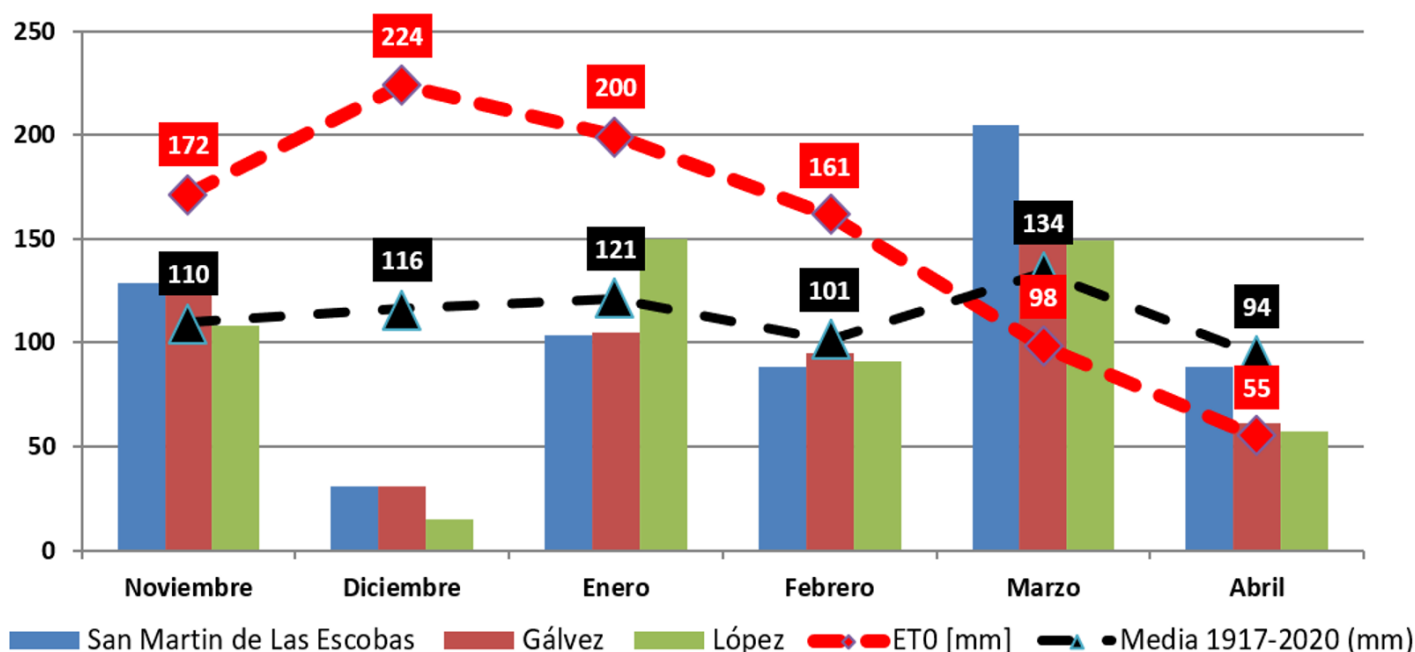


Gráfico n°4: Precipitaciones generales (de referencia) 2021 – 2022. **ETO (mm): evapotranspiración potencial de referencia;** representa el consumo de agua de un cultivo de alfalfa de 30 – 50 cm o de una pastura de 8 – 15 cm de altura creciendo activamente con buena disponibilidad de agua.

Rendimientos obtenidos y variabilidad atribuida a los genotipos evaluados.

Se consignan la tabla de los rendimientos obtenidos en cada sitio de ensayo y el análisis de la varianza de los mismos, mediante el software Infostat (<https://www.infostat.com.ar/> - Cátedra de Estadística, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba).

En soja de primera el sitio Colonia Bicha se analizó como un diseño con testigo apareado, los otros 3 sitios como un diseño en bloques completos al azar (DBCA) al igual que los de soja de segunda.

Los modelos estadísticos, a excepción del sitio Gálvez y Quebracho Herrado, presentaron un $R^2 > 0.6$ (ajuste mayor a 0.6 da confiabilidad al replicar lo que ocurrió en el ensayo a campo gracias a lo expresado por el software). Todos los sitios presentaron coeficientes de variación (CV) menores al 20%.

Si el p – valor del modelo es menor a 0.05 en la fila variedad se acepta H1 (hay diferencia entre los rendimientos de las variedades de soja, al menos una variedad difiere en rinde del resto), y si es mayor a 0.05 se acepta H0 (no hay diferencia entre los rendimientos de las variedades de soja evaluadas o si las hay son mínimas).

1) Soja de primera

Crispi

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rto	28	0.86	0.71	5.55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3632903.21	14	259493.09	5.64	0.0017
Repetición	440.04	1	440.04	0.01	0.9236
Variedad	3632463.18	13	279420.24	6.08	0.0013
Error	597593.46	13	45968.73		
Total	4230496.68	27			

Colonia Bicha

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rto (kg/ha)	16	1.00	1.00	7.0E-08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1888944.00	13	145303.38	12797017146619200.00	<0.0001
Variedad	1888944.00	13	145303.38	12797017146619200.00	<0.0001
Error	2.3E-11	2	1.1E-11		
Total	1888944.00	15			

San Martín de las Escobas

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rto	26	0.88	0.72	4.37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2861076.63	14	204362.62	5.59	0.0034
Repetición	5852.37	1	5852.37	0.16	0.6967
Variedad	2855224.26	13	219632.64	6.01	0.0027
Error	401927.83	11	36538.89		
Total	3263004.46	25			

Centeno

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rto	26	0.94	0.88	2.67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1128785.15	13	86829.63	15.46	<0.0001
Repetición	70304.00	1	70304.00	12.52	0.0041
Variedad	1058481.15	12	88206.76	15.71	<0.0001
Error	67395.00	12	5616.25		
Total	1196180.15	25			

Tabla n°5, 6, 7 y 8: Modelo y análisis de la varianza. Test LSD Fisher. Alfa=0.05.. FV: fuente de variación. SC: suma de cuadrados. gl: grados de libertad. CM: cuadrado medio o varianza. F: análisis de la varianza.

En todos los sitios se observó un p –valor variedad < 0.05, por lo que hay diferencia entre los rendimientos de las variedades de soja, al menos una variedad difiere en rinde del resto, en todos los sitios de ensayo.

Soja de primera - Rinde promedio de los sitios de ensayos (kg/ha)

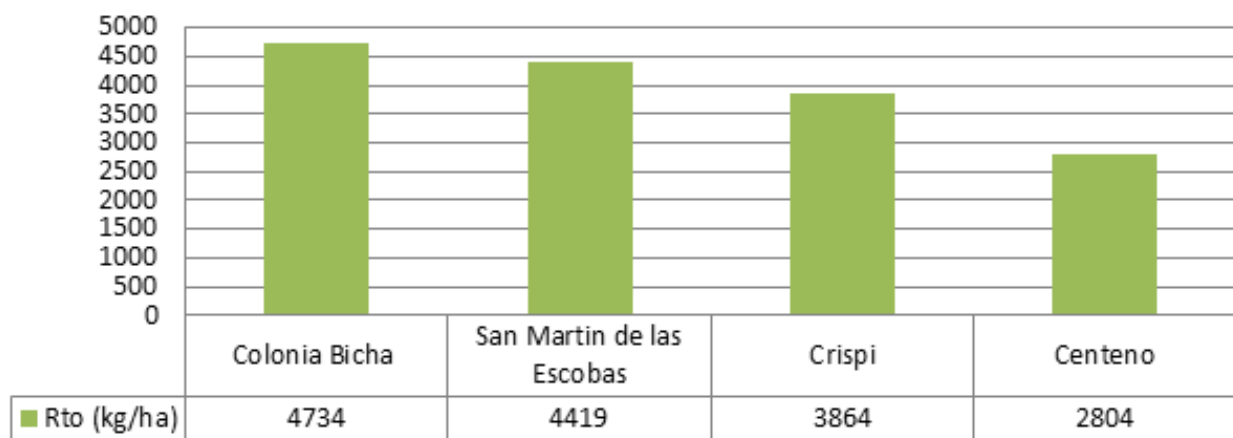


Gráfico n°5: promedios de rendimiento por sitio en la red de ensayo de Soja de primera. Nota: En centeno no participo NEO 630 E.

A continuación se muestran los resultados por cultivo y localidad, para las variedades evaluadas. Se indica para cada variedad el rendimiento en kg/ha y el índice porcentual (índice 100) entre el rinde de la variedad y el rinde promedio del ensayo.

Las diferencias de resultados entre localidades se explican principalmente por la oportunidad de ocurrencia de precipitaciones durante el ciclo del cultivo evaluado y el impacto relativo de las bajas temperaturas dadas durante el período reproductivo en sus distintas etapas, siendo estos factores de impacto relativo similar para todas las variedades evaluadas en cada sitio.

Sitios de Soja de primera							
Crispi				Colonia Bicha			
Variedad	Rto. (kg/ha)	Dif. Sig.	índice 100	Variedad	Rto. (kg/ha)	Dif. Sig.	índice 100
IS 52.0 RR STS	4462	A	115	NK 51x22 IPRO STS	5402	A	114
DM 53I53	4432	A	115	NS 5028 STS	5120	B	108
DM 50E22	4268	AB	110	DM 53I53	5092	C	108
DM 52E51	4186	ABC	108	NS 5421 STS	5000	D	106
P 50A02E	3962	BCD	103	NEO 63S22 E	4757	E	100
NK 51x22 IPRO STS	3878	BCDE	100	NK 52x21 STS	4746	F	100
NEO 50S22 SE	3877	BCDE	100	P 50A02E	4712	G	100
53MS01 IPRO	3830	BCDE	99	DM 52E51	4696	H	99
NS 5421 STS	3788	CDEF	98	53MS01 IPRO	4652	I	98
48MS01 E	3701	DEFG	96	IS 52.0 RR STS	4645	J	98
NK 52x21 STS	3632	DEFG	94	NEO 61S22 IPRO STS	4595	K	97
NEO 63S22 E	3451	EFG	89	DM 50E22	4563	L	96
NS 5028 STS	3326	FG	86	NEO 50S22 SE	4358	M	92
NEO 61S22 IPRO STS	3305	G	86	48MS01 E	3942	N	83
Promedio	3864			Promedio	4734		

San Martin de las Escobas				Centeno			
Variedad	Rto. (kg/ha)	Dif. Sig.	índice 100	Variedad	Rto. (kg/ha)	Dif. Sig.	índice 100
NEO 61S22 IPRO STS	5236	A	118	NS 5421 STS	3027	A	108
NEO 63S22 E	4762	AB	108	NEO 61S22 IPRO STS	3020	AB	108
NS 5421 STS	4720	AB	107	53MS01 IPRO	2977	AB	106
DM 53I53	4595	B	104	NK 51x22 IPRO STS	2930	ABC	105
IS 52.0 RR STS	4535	BC	103	NEO 50S22 SE	2919	ABC	104
NEO 50S22 SE	4499	BC	102	NK 52x21 STS	2898	ABC	103
NK 51x22 IPRO STS	4482	BC	101	IS 52.0 RR STS	2862	BC	102
53MS01 IPRO	4429	BCD	100	NS 5028 STS	2805	C	100
NK 52x21 STS	4415	BCD	100	DM 53I53	2770	CD	99
NS 5028 STS	4372	BCD	99	DM 50E22	2767	CD	99
DM 52E51	4172	CDE	94	DM 52E51	2637	DE	94
DM 50E22	4036	DE	91	P 50A02E	2545	E	91
48MS01 E	3832	E	87	48MS01 E	2290	F	82
P 50A02E	3788	E	86	Promedio	2804		
Promedio	4419						

Tablas n° 9, 10, 11 y 12: Test LSD Fisher. Alfa=0.05. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$). Dif.Sig: diferencia significativa. Índice100, índice% entre el rinde de la variedad y el rinde promedio del ensayo.

VARIEDAD	SOJA DE PRIMERA - RENDIMIENTO (kg/ha)				
	Colonia Bicha	San M Escobas	Crispi	Centeno	Promedio Red Variedad
NEO 63S22 E (*)	4757	4762	3451	(*)	4323 (*)
DM 53I53	5092	4595	4432	2770	4222
NK 51x22 IPRO STS	5402	4482	3878	2930	4173
NS 5421 STS	5000	4720	3788	3027	4134
IS 52.0 RR STS	4645	4535	4462	2862	4126
NEO 61S22 IPRO STS	4595	5236	3305	3020	4039
53MS01 IPRO	4652	4429	3830	2977	3972
DM 52E51	4696	4172	4186	2637	3923
NK 52x21 STS	4746	4415	3632	2898	3923
NEO 50S22 SE	4358	4499	3877	2919	3913
DM 50E22	4563	4036	4268	2767	3909
NS 5028 STS	5120	4372	3326	2805	3906
P 50A02E	4712	3788	3962	2545	3752
48MS01 E	3942	3832	3701	2290	3441
Promedio	4734	4419	3864	2804	3983

Tabla n°13: Soja de primera 21/22. Rendimiento promedio por variedad, valores totales de la red. Nota: (*) En centeno no participo NEO 63S22 E .

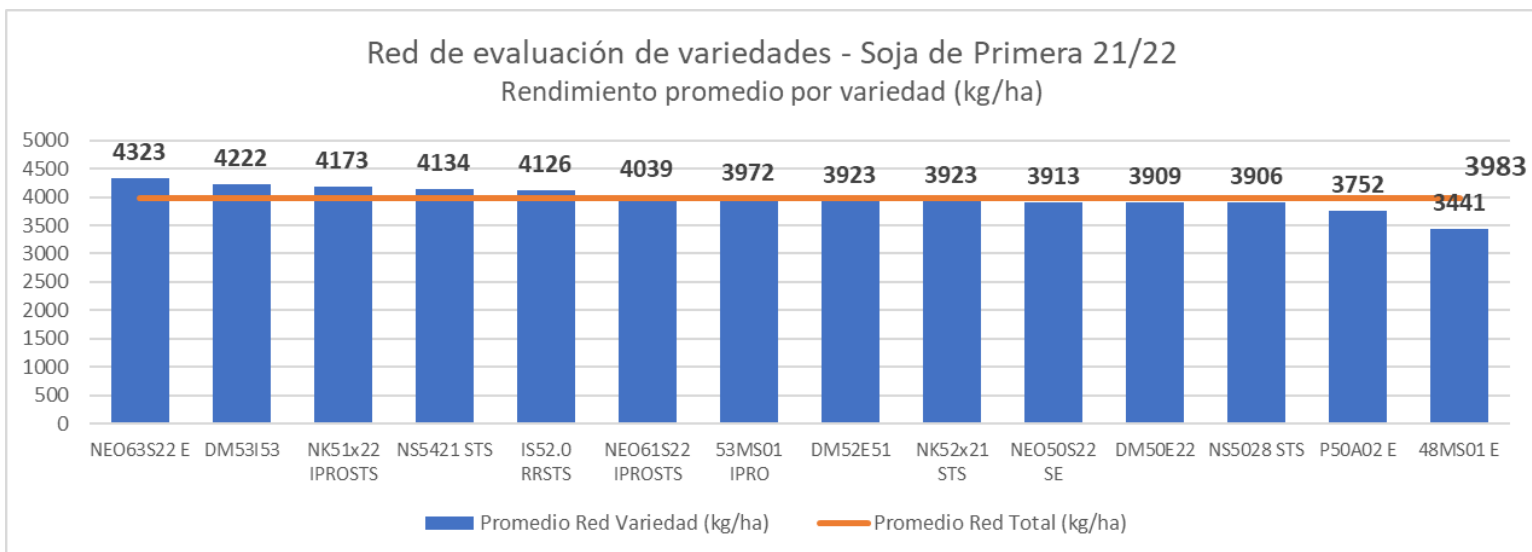


Gráfico n°6: Soja de primera 21/22. Rendimiento promedio por variedad y promedio total de la red. Nota: (*) En centeno no participo NEO 63S22 E .

Rendimiento Vs Estabilidad, Soja de primera

Sometidos los datos al test de Shukla (gráfico n°7), 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 variedad).

El gráfico presenta unas líneas rojas guías, la línea horizontal indica el promedio de rendimiento de la red de ensayos de Soja de primera, y la línea vertical es el promedio G x A menos 1/3 (un tercio) del rango G x A. Nota: NEO630 E no se incluye en el análisis al no participar en el sitio Centeno.

Este gráfico nos sirve para ver bajo las condiciones en que se dio el año, cual variedad se comportó de manera más estable y con mayor rendimiento, tomando los resultados de la red de ensayos de soja de primera en su conjunto.

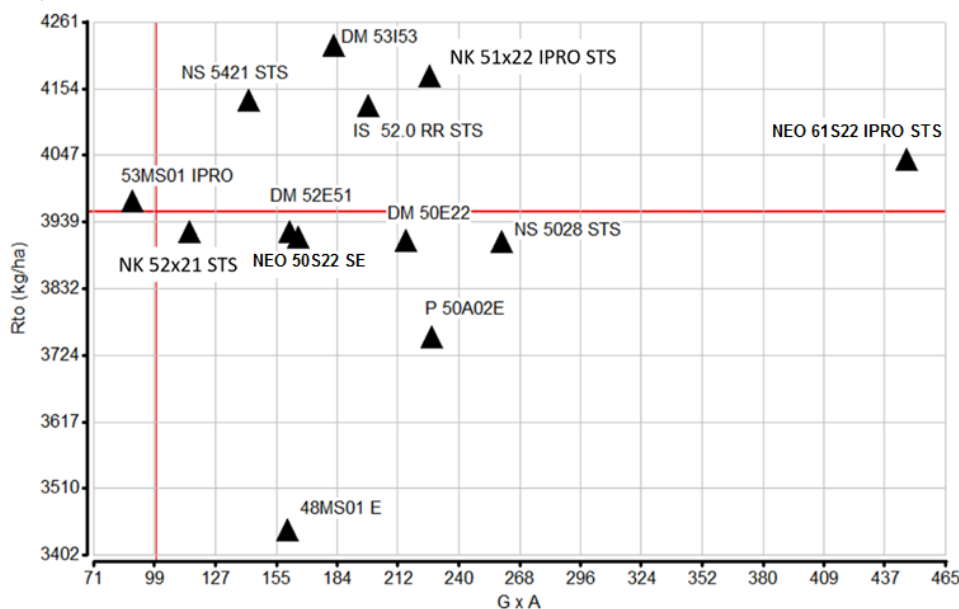


Gráfico n°7: test Shukla, rendimiento y estabilidad. Soja de primera 21/22.

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 valor G x A son kg de grano por hectárea que se explican por la interacción G x A. Es decir, a modo de ejemplo: si tomamos la variedad DM 52E51 de un rendimiento promedio de 3923 kg/ha en la red de ensayo (valor del eje vertical), 162 kg/ha lo explica la interacción G x A (valor del eje horizontal). Para el caso de 53MS01 IPRO de un rinde promedio en la red de 3972 kg/ha 89 kg/ha lo explica la interacción G x A. A mayor valor de G x A, menor es la estabilidad de la variedad evaluada.

2) Soja de segunda

Gálvez

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rto	14	0.78	0.52	7.97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1364961.71	7	194994.53	3.00	0.1011
Repetición	409374.00	1	409374.00	6.29	0.0460
Variedad	955587.71	6	159264.62	2.45	0.1501
Error	390232.00	6	65038.67		
Total	1755193.71	13			

Rincón de Ávila

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rto	12	0.72	0.24	4.11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	148418.00	7	21202.57	1.50	0.3640
Repetición	69582.94	1	69582.94	4.93	0.0905
Variedad	78835.06	6	13139.18	0.93	0.5541
Error	56411.00	4	14102.75		
Total	204829.00	11			

López

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rto	12	0.81	0.58	3.28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	90238.67	6	15039.78	3.50	0.0951
Repetición	1875.00	1	1875.00	0.44	0.5379
Variedad	88363.67	5	17672.73	4.12	0.0733
Error	21462.00	5	4292.40		
Total	111700.67	11			

Quebracho Herrado

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rto	12	0.33	0.00	17.50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	305412.17	6	50902.03	0.42	0.8408
Repetición	42840.75	1	42840.75	0.35	0.5789
Variedad	262571.42	5	52514.28	0.43	0.8113
Error	608778.75	5	121755.75		
Total	914190.92	11			

Tabla n° 14, 15, 16 y 17: Modelo y análisis de la varianza. Test LSD Fisher. Alfa=0.05.. FV: fuente de variación. SC: suma de cuadrados. gl: grados de libertad. CM: cuadrado medio o varianza. F: análisis de la varianza.

En todos los sitios se observó un p –valor variedad > 0.05, por lo que no hay diferencia entre los rendimientos de las variedades de soja. Las diferencias entre rendimientos fueron mínimas en cuanto a kg/ha, en el análisis estadístico.

Tal como en el apartado anterior, se presentan ahora los promedios de rendimiento por sitio en la red de ensayo de Soja de segunda.

Soja de segunda - Rinde promedio de los sitios de ensayos
(kg/ha)

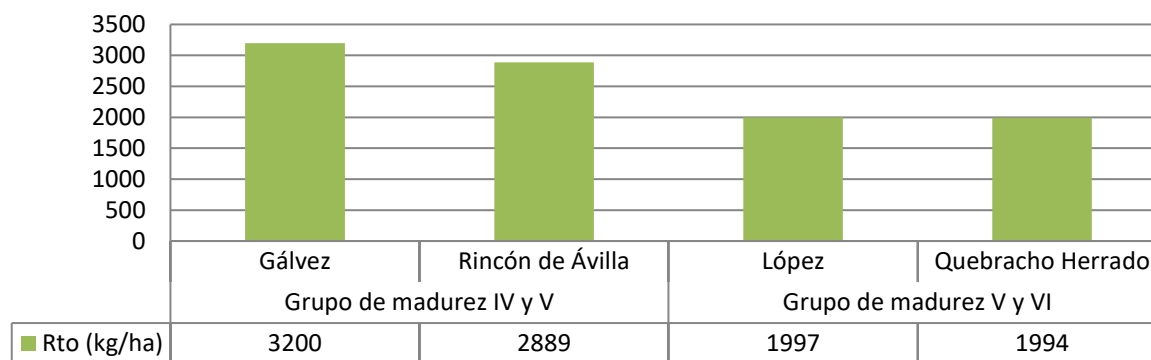


Gráfico n°8: promedios de rendimiento por sitio en la red de ensayo de Soja de segunda.

A continuación se muestran los resultados por cultivo y localidad, para las variedades evaluadas. Se indica para cada variedad el rendimiento en kg/ha y el índice porcentual (índice 100) entre el rinde de la variedad y el rinde promedio del ensayo.

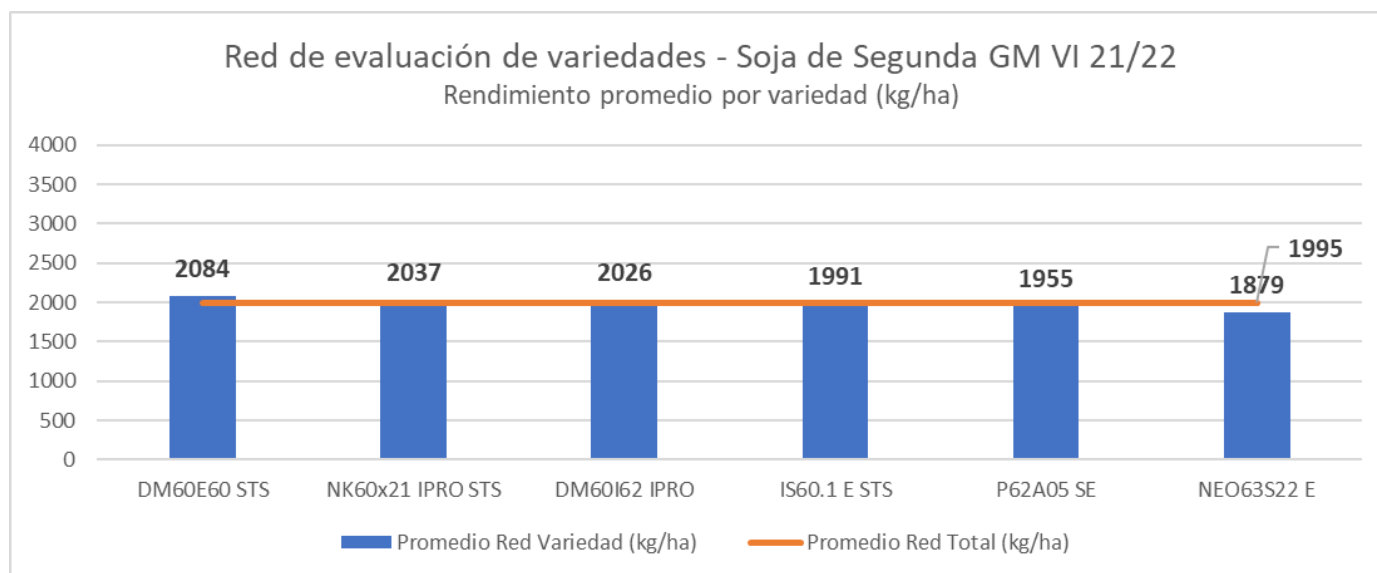
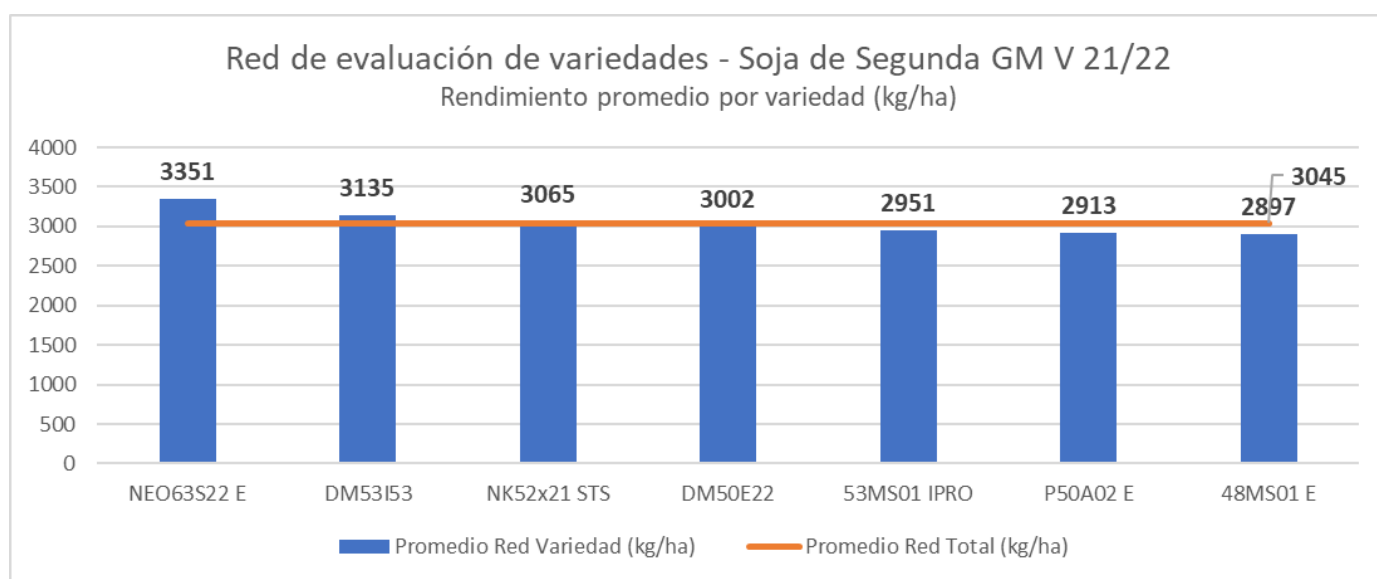
Sitios de Soja de segunda							
Grupo de madurez V							
Gálvez				Rincón de Ávila			
Variedad	Rto. (kg/ha)	Dif. Sig.	índice 100	Variedad	Rto. (kg/ha)	Dif. Sig.	índice 100
NEO 63S22 E	3761	A	118	DM 53I53	3013	A	104
NK 52x21 STS	3300	AB	103	NEO 63S22 E	2941	A	102
DM 53I53	3256	AB	102	P 50A02E	2929	A	101
DM 50E22	3093	B	97	DM 50E22	2910	A	101
53MS01 IPRO	3050	B	95	53MS01 IPRO	2852	A	99
48MS01 E	3044	B	95	NK 52x21 STS	2829	A	98
P 50A02E	2897	B	91	48MS01 E	2749	A	95
Promedio	3200			Promedio	2889		
Grupo de madurez VI							
López				Quebracho Herrado			
Variedad	Rto. (kg/ha)	Dif. Sig.	índice 100	Variedad	Rto. (kg/ha)	Dif. Sig.	índice 100
P 62A05 SE	2117	A	106	DM 60E60 STS	2177	A	109
NK 60x21 IPRO STS	2092	A	105	DM 60I62 IPRO	2175	A	109
DM 60E60 STS	1991	AB	100	IS 60.1 E STS	1998	A	100
IS 60.1 E STS	1983	AB	99	NK 60x21 IPRO STS	1982	A	99
NEO 63S22 E	1920	B	96	NEO 63S22 E	1837	A	92
DM 60I62 IPRO	1876	B	94	P 62A05 SE	1793	A	90
Promedio	1997			Promedio	1994		

Tablas n° 18, 19, 20 y 21: Test LSD Fisher. Alfa=0.05. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$). Dif.Sig: diferencia significativa. Índice 100, índice% entre el rinde de la variedad y el rinde promedio del ensayo.

VARIEDAD	SOJA DE SEGUNDA GM V RENDIMIENTO (kg/ha)		
	Gálvez	Rincón de Ávila	Promedio Red Total
NEO 63S22 E	3761	2941	3351
DM 53I53	3256	3013	3135
NK 52x21 STS	3300	2829	3065
DM 50E22	3093	2910	3002
53MS01 IPRO	3050	2852	2951
P 50A02E	2897	2929	2913
48MS01 E	3044	2749	2897
Promedio	3200	2889	3045

VARIEDAD	SOJA DE SEGUNDA GM VI RENDIMIENTO (kg/ha)		
	López	Quebracho Herrado	Promedio Red Total
DM 60E60 STS	1991	2177	2084
NK 60x21 IPRO STS	2092	1982	2037
DM 60I62 IPRO	1876	2175	2026
IS 60.1 E STS	1983	1998	1991
P 62A05 SE	2117	1793	1955
NEO 63S22 E	1920	1837	1879
Promedio	1997	1994	1995

Tablas n°22 y 23: Soja de segunda 21/22. Rendimiento promedio por variedad y sitio, valores totales de la red



Gráficos n°9 y 10: Soja de segunda 21/22. Rendimiento promedio por variedad y promedio total de la red.

Rendimiento Vs Estabilidad, Soja de segunda

Aplican los mismos conceptos desarrollados anteriormente, que explican las diferencias entre variedades respecto a rindes y estabilidad de resultados de cada variedad evaluada.

a) Grupos V: Gálvez – Rincón de Ávila

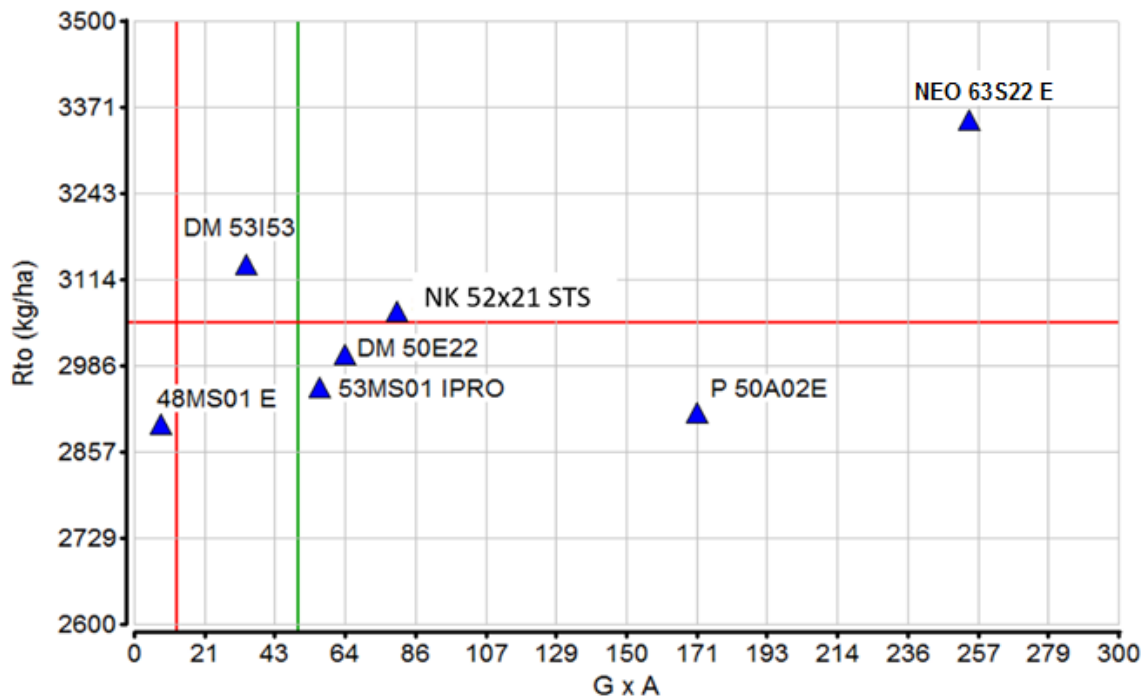


Gráfico n°11: test Shukla, rendimiento y estabilidad. Soja de segunda 21/22 – GM V.

b) Grupos VI: López – Quebracho Herrado.

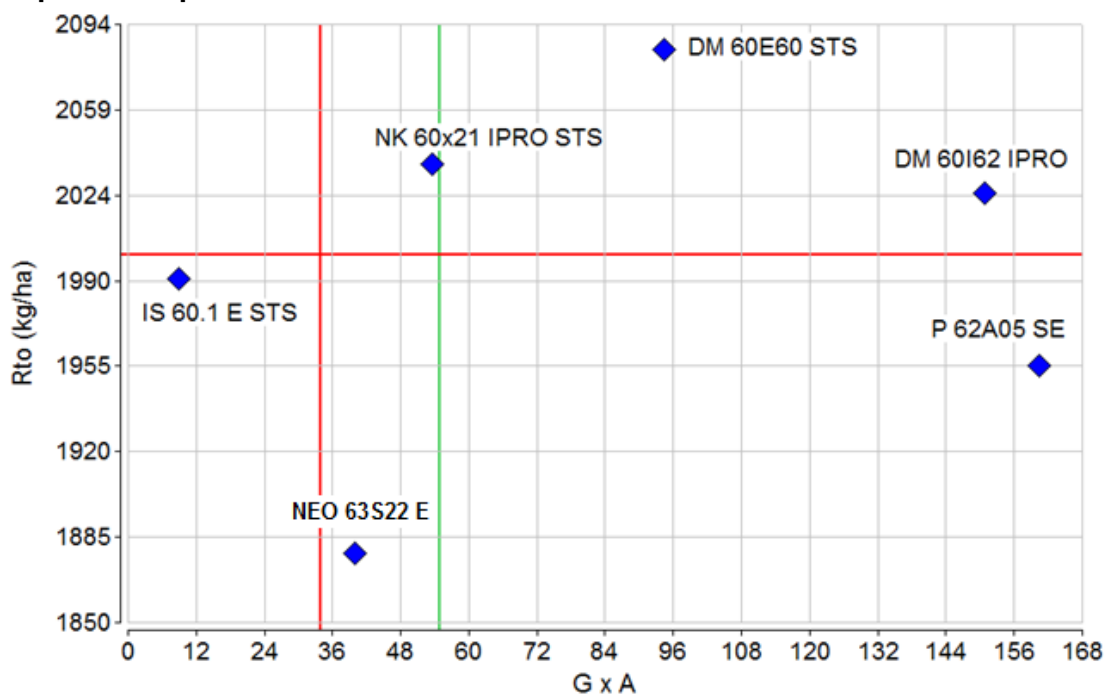


Gráfico n°12: test Shukla, rendimiento y estabilidad. Soja de segunda 21/22 – GM VI.

Evaluación sanitaria de los sitios de ensayo

Soja de primera

La enfermedad roya no se observó en la presente red de ensayo, y en lo que concierne a enfermedades de fin de ciclo, Mancha Marrón (MM) se presentó en el sitio **Centeno** afectando al 50% de las variedades sin avances en altura (umbral) y con muy baja severidad, al momento de la evaluación el material IS 52.0 RR STS se mostraba más estresado respecto al resto (estrés en cuanto a factores abióticos).

El 70% de las variedades en estudio presentaron Tizón de la hoja con severidad baja en el estrato superior y por debajo del umbral de aplicación. Las variedades que no mostraron tizón fueron NK 52x21 STS, NK 51x22 IPRO STS, P 50A02E y DM 53I53.

En **San Martín de Las Escobas** MM se presentó en el 40% de las variedades y también sin avances en altura y con muy baja severidad. El 73% de las variedades presentaron presencia de Tizón de la hoja, al igual que en el sitio Centeno este se localizó en el estrato superior siendo baja la severidad y encontrándose por debajo del umbral de aplicación. Las variedades que no mostraron tizón fueron NS 5421 STS, 53MS01 IPRO, IS 52.0 RR STS y DM 53I53 (esta última repitiendo la ausencia de tizón al igual que en el sitio Centeno).

En el sitio **Crispi** MM se presentó en todas las variedades en estudio, sin avance en altura (umbral) pero con un promedio de severidad de 8%, siendo los materiales más afectados 48MS01 E con un 11 % de severidad promedio en el estrato inferior, 53MS01 IPRO, NK 51x22 IPRO STS, NS 5028 STS con un 10% de severidad promedio en el estrato inferior.

En este sitio Crispi además se informa sobre corte de llenado de grano a causa de ocurrencia de heladas de las variedades NEO 63S22 E y NEO 61S22 IPRO STS. Asimismo se destaca el muy buen estado de las variedades NEO 50S22 SE y DM 53I53.

En **Colonia Bicha** los materiales mostraron muy buena performance sanitaria, este sitio fue el de mayor rendimiento promedio de la red de ensayos de soja.

Los sitios **Crispi** y **Colonia Bicha** no presentaron Tizón de la hoja.

No se observó la presencia de Mancha Ojo de Rana en los sitios en estudio, ya que es una enfermedad que requiere mayor temperatura y humedad que las ocurridas en la campaña en estudio.

Soja de segunda

GM IV largo y V corto

Al igual que en los sitios de primera la enfermedad Roya no se observó en los cultivares evaluados.

En el sitio Rincón de Ávila las variedades P 50A02E y DM 53I53 no presentaron Mancha Marrón ni Tizón Foliar, en todas las demás variedades evaluadas se observó Mancha Marrón pero no presencia de Tizón; para el sitio de Gálvez todas las variedades presentaron Mancha Marrón y Tizón, en ambos sitios se aplicó fungicida previo al alcanzar los umbrales de aplicación. Entre las variedades de estos grupos se destacan como los materiales de mayor altura DM 53I53 (102 cm) y NEO 63S22 E (88 cm).

GM V largo y VI

En el sitio de López la presencia de Mancha Marrón se observó en el 67% de las variedades evaluadas siendo la incidencia alta pero la severidad muy baja y estando la altura por debajo del umbral, la presencia de esta enfermedad no se observó en los materiales NK 60x21 IPRO STS y IS 60.1 E STS. En todos los materiales se observó la presencia de Tizón de la hoja siendo necesaria en este sitio la aplicación de fungicida para frenar el avance.

En el sitio Quebracho Herrado la performance sanitaria de los materiales fue muy buena.

Se destaca el mejor comportamiento de los grupos V y VI para con la enfermedad Mancha Marrón respecto de los grupos más cortos sembrados en segunda fecha de siembra. Pero se ve el potencial que pueden expresar los grupos más cortos en ambientes próximo a la Ruta Nacional n°19 o al sur de ella. A pesar del largo del ciclo ninguna variedad superó los 80 cm de altura.

Ideas finales

Debido a su versatilidad y estabilidad, ante pronósticos climáticos poco alentadores y altas posibilidades de una fase ENSO "Niña" (por segundo año consecutivo en la campaña 21/22 y declarada firmemente para la campaña 22/23), el cultivo de Soja es una apuesta válida como cultivo estival para reducir la incertidumbre de resultados en los sistemas productivos de nuestra Región, especialmente en un esquema productivo de rotación y nutrición balanceados y de correcto manejo de malezas preexistentes en el lote. Costos relativos y disponibilidad de insumos respecto a otras alternativas estivales son también tenidos en cuenta al momento de definir superficie de este cultivo en el plan de siembra.

Si bien la campaña demostró grandes altibajos en cuestiones climáticas, tanto el cultivo de soja de primera como el de segunda que logró sortear de manera exitosa el efecto de heladas, tuvieron resultados satisfactorios, con posibilidad de que las diferencias de performance entre las distintas variedades evaluadas pudieran manifestarse.

Requieren de mayor evaluación en la red, por su incipiente incorporación en los planteos productivos de la Región, los materiales que incluyen en su genética algún gen de resistencia al ataque de lepidópteros (caso tecnología comercialmente llamada Conkesta o similares). Siendo que la incidencia de estas plagas se presenta en nuestras latitudes de manera muy dependiente de las condiciones climáticas de cada campaña en particular, la performance de dicha tecnología necesita todavía de una validación más rigurosa.

Los resultados de la presente red de ensayos de la Región CREA Santa Fe Centro, en su tercer año de evaluación, fueron esta campaña representativos de la situación productiva en general de la zona y acordes a sus resultados históricos. Por tal motivo, puede decirse que las diferencias de performance manifestadas por las variedades evaluadas en esta oportunidad pueden ser extrapolables de manera consistente a las condiciones productivas a campo y el manejo propio de nuestros productores.

La generación de esta información resulta por ello valiosa a la hora de tomar decisiones al momento de elegir variedades de recambio para nuestros planteos productivos, que permitan la incorporación de genética moderna y adaptada a la problemática de cada lote en particular.

Agradecimientos

Como siempre agradecemos a los productores CREA que gentilmente nos donan su tiempo y esfuerzo para realizar los ensayos en sus campos junto a los profesionales integrantes del Equipo Ensayista

A las empresas Pioneer, Neogen, Nidera, Don Mario, Illinois, Syngenta y MacroSeed, por su participación y acompañamiento en el financiamiento de esta línea de trabajo.

Al Ing. Agr. Damián Scarabotti, Asesor CREA El Ceibo por el soporte prestado en las distintas instancias de conducción del presente trabajo.

Bibliografía:

- Listado de series. Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. http://rafaela.inta.gov.ar/mapas/suelos/_series/
- Agrupamiento por aptitud agropecuaria de las tierras de la Provincia de Santa Fe (GAT) - I. Conceptos del sistema.
- Diciembre 2010. Raúl Giorgi, Rubén Tosolini, Verónica Sapino y Cristian León. INTA - EEA RAFAELA. http://rafaela.inta.gov.ar/mapas/suelos/gat_conceptual.htm
- Software Infostat (<https://www.infostat.com.ar/> - Cátedra de Estadística, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba).
- Región CREA Santa Fe Centro. Ensayos comparativos de rendimiento. Soja primea y segunda. Campaña 20 – 21. Ings. Agrs. G.Martin, N.Cignetti, P.Giorgis, C.Nicola, E.Giordano, F.Grosso, G.Milanesio, F.Peretti y D.Turchi.
- Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. Año 2012. Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad en soja. Adriana G. Kantolic, Patricia I. Giménez y Elba B. de la Fuente.
- Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. Año 2012. Bases funcionales para el manejo del agua en los sistemas de producción de los cultivos de grano. Julio Dardanelli, Daniel Collino, María E. Otegui y Víctor O. Sadras.
- INFORME ESPECIAL MENSUAL SOBRE CULTIVOS - AÑO X - N° 136 - 21/04/2021 https://www.bcr.com.ar/sites/default/files/2021-06/informe_especial_137_2021_06_09.pdf
- GUÍA DE ENFERMEDADES EN SOJA Sudeste de Buenos Aires 2019-20. <https://vientosursrl.com.ar>
- INFORME FITOPATOLÓGICO N° 19. CULTIVO DE SOJA "Mancha marrón, antracnosis y micromanchas". Á. Norma Formento INTA- EEA Paraná. 05 de marzo de 2014.
- CULTIVO DE SOJA. Ing. Agr. Rubén E. Toledo. Cereales y Oleaginosas, FCA-UNC
- LA FERTILIZACIÓN FOSFATADA EN LA ARGENTINA: ACTUALIDAD, MANEJO Y PERSPECTIVAS. Fernando O. García, Ignacio A. Ciampitti, Gerardo Rubio, Liliana I. Picone.
- INTERACCIÓN AMBIENTE Y GENOTIPO EN SOJA. Ing. Agr. (Esp) Rubén E. Toledo. Cereales y Oleaginosas, FCA-UNC <https://ansenuza.unc.edu.ar/comunidades/bitstream/handle/11086.1/1267/Interaccion%20genotipo%20x%20ambiente%20en%20soja.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

Región CREA Santa Fe Centro
Comisión de Agricultura - Equipo Ensayista
Septiembre 2022