

# ENSAYO COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE CULTIVARES DE SOJA



## **AUTOR**

Juan Matías Jauregui

## **TUTOR**

Ing. Agr. (Dr.) Boris Vercellino

## **CONSEJEROS**

Ing. Agr. (Dr.) Claudio Pandolfo

Ing. Agr. (Dr.) Alejandro Presotto

## **ASESOR EXTERNO**

Ing Agr. Francisco Tolosa

**DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA**

**UNS, Bahía Blanca, 2023**



## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres, Guillermo y Graciela, por darme la oportunidad de estudiar y acompañarme en todo momento.

A mi familia y amigos por apoyarme y estar siempre durante esta etapa de estudiante.

A mis compañeros de estos 6 años, en especial a aquellos que hoy son amigos y desarrollaron a la par esta carrera.

A mi tutor, Boris, por su disposición en todo momento y sus consejos. También a Claudio y Alejandro por ser parte de este trabajo.

A mi instructor externo, Francisco Tolosa, por dejarme ser parte de su ensayo y brindarme sus conocimientos (Foto).

A los profesores de Agronomía, por su calidad de formación.

A la Universidad Nacional del Sur, por permitirme estudiar y aprender.



# ÍNDICE

Resumen .....	4
Introducción.....	5
Hipótesis .....	14
Objetivos.....	14
Materiales y métodos.....	15
Resultados.....	19
Discusión .....	27
Conclusión .....	30
Bibliografía.....	31

## RESUMEN

La producción de soja (*Glycine max L.*) es una de las más importantes a nivel mundial, y sobre todo en Argentina. La correcta elección del cultivar, según grupo de madurez es uno de los pasos más importantes de la producción de este cultivo. El objetivo principal de este estudio fue comparar los componentes del rendimiento y el rendimiento de siete cultivares de soja, de grupos de madurez contrastantes, frente a condiciones climáticas, edáficas y de manejo típicas del partido de Coronel Pringles. El ensayo se realizó a 10 km de la localidad de Coronel Pringles, provincia de Buenos Aires, durante el periodo de noviembre 2022 a mayo 2023. Se sembraron parcelas de cada uno de los siete cultivares y se evaluó el rendimiento y sus componentes. En este estudio se observaron diferencias significativas entre cultivares, los de GM III largo y IV fueron los que mayores rendimiento presentaron, lo que destaca que la elección del cultivar de soja puede tener un impacto significativo. Las dos variables que explican dichas diferencias fueron la cantidad de vainas por planta y el peso de 1000 de los granos, ambas variables definidas en el momento crítico del cultivo.

## INTRODUCCIÓN

### **Producción de granos en Argentina y su importancia**

La agricultura de Argentina es un sector fundamental y estratégico de la economía nacional, base de la producción de alimentos, que a través de la innovación y el impulso tecnológico contribuye al desarrollo del país. Dicha actividad se basa principalmente en la producción de cereales y oleaginosas. La producción total a nivel país, promedio de los últimos 10 años, fue de 127 millones de t, de las cuales la soja fue cultivo más importante (48 millones t), seguido del maíz (47,5 millones t), luego trigo (16 millones t), cebada (4 millones t), girasol (3 millones t), entre otros (sorgo, arroz, maní, algodón) (MAGyP, 2023).

La agroindustria ha cumplido históricamente un rol esencial en el comercio exterior argentino. Este sector permite la inserción de productos argentinos en el mundo, lo que a su vez permite el pago de las diversas importaciones que requiere nuestro país. Sólo tomando oleaginosas y cereales se explica la mitad de las divisas ingresados a la Argentina en los últimos años. Si consideramos el total de los sectores vinculados, encontramos que 65 de cada 100 dólares que ingresan al país provienen del agro (Bolsa comercio Rosario, 2022).

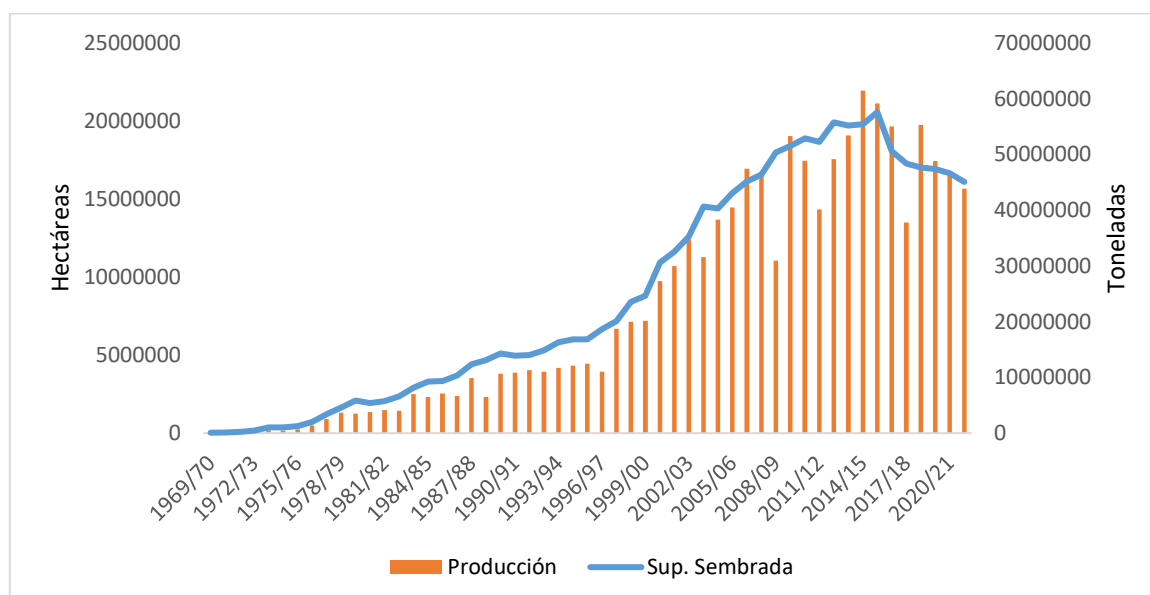
### **Origen del cultivo de soja e historia en Argentina**

La soja *Glycine max* L., es una especie originaria de China, domesticada hace más de tres mil años perteneciente a la familia de las Fabáceas, cultivada por sus granos de gran de proteína (SISA, 2020).

En Argentina las primeras referencias del cultivo de soja datan de principios de siglo XX; sin embargo inicialmente fue un cultivo puramente experimental, sin ningún peso

## Ensayo comparativo de rendimiento de cultivares de soja

significativo en la producción agropecuaria nacional. A partir de mediados de la década de 1970 comenzó a expandirse su cultivo, siendo en un primer momento incorporada como doble cultivo trigo-soja de segunda. Los buenos rendimientos y su gran rentabilidad, principalmente asociado a buenos precios internacionales provocaron el reemplazo de la clásica rotación agricultura/ganadería por agricultura/agricultura. Luego, en la década de 1990 se produjo el crecimiento explosivo de la superficie sembrada con soja en nuestro país, principalmente debido a la incorporación de cultivares transgénicos resistentes al herbicida glifosato, en conjunto con un nuevo paquete tecnológico, el cual incluía mejores productos químicos (herbicidas, plaguicidas, fertilizantes), el desarrollo de nueva maquinaria y la inclusión del sistema de labranza cero. Esto hizo que el crecimiento del área sembrada y de la producción fuera exponencial (Figura 1: MAGyP, 2023). Esta expansión de la soja implicó el corrimiento de la frontera agrícola hacia nuevas regiones (Cadenazzi, 2009).

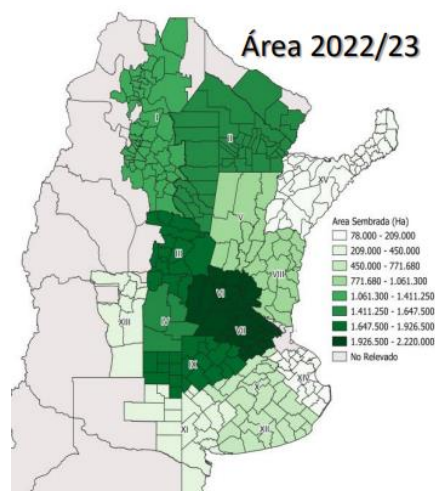


**Figura 1:** Producción y superficie sembrada de soja entre los años 1970-2021 (Fuente: MAGyP, 2023)

### **Importancia de la soja en Argentina**

Actualmente, la producción promedio de los últimos 5 años fue de 47 millones de toneladas anuales. Del total, la mayor proporción es utilizada por el sector industrial para la obtención de harina y aceite con destino de exportación. La harina se exporta principalmente a la Unión Europea (Países Bajos, Francia, Alemania, entre otros) y en menor medida a Indonesia, Vietnam y Tailandia. En cambio, el aceite se exporta a Asia y África (India, Bangladesh, China, Argelia, Marruecos, entre otros). Nuestro país es el líder mundial en la exportación de ambos productos. El excedente no industrializado se exporta como granos, principalmente a China, y Argentina se ubica en la tercera posición mundial. Esto hace que el complejo sojero sea el principal generador de divisas que ingresan al país, contribuyendo en un 28,1% con un total de 24.868 millones de dólares anuales (INDEC, 2023).

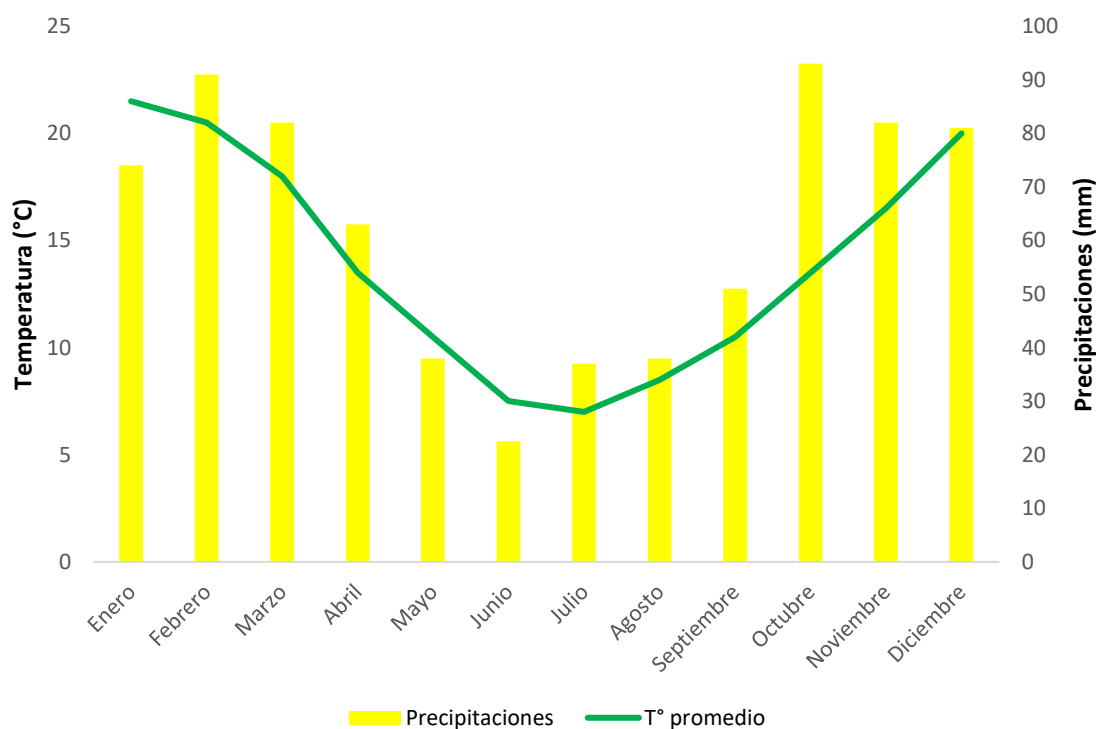
En la última campaña, el área total sembrada en Argentina fue de 16,2 millones de hectáreas (Figura 2: Bolsa Cereales Buenos Aires, 2023), una reducción de 100 millones de hectáreas respecto al promedio la campaña 2021/22 y una caída del 6% con respecto al promedio de las últimas 5 campañas (Bolsa Cereales Buenos Aires, 2023).



**Figura 2:** Área sembrada por ambientes en la campaña 2022/23, en Argentina. (Fuente: Bolsa de cereales de Buenos Aires, 2023)

**Caracterización climática y productiva del partido de Coronel Pringles**

El partido de Coronel Pringles se encuentra al sud oeste de la provincia de Buenos Aires. Tiene clima templado, con temperatura media anual de 14°C, con enero como el mes más cálido con una temperatura promedio de 22°C y julio el mes más frío con una temperatura promedio de 7°C. Las precipitaciones son de aproximadamente 750 mm anuales, principalmente concentradas en dos épocas bien marcadas, una al final del verano-inicio del otoño y otra a mediados de primavera (Figura 3). El periodo libre de heladas dura aproximadamente 7 meses (desde principios de octubre a fines de abril), con casos extremos de heladas tempranas a principios de abril y/o heladas tardías en noviembre (SMN, 2023).



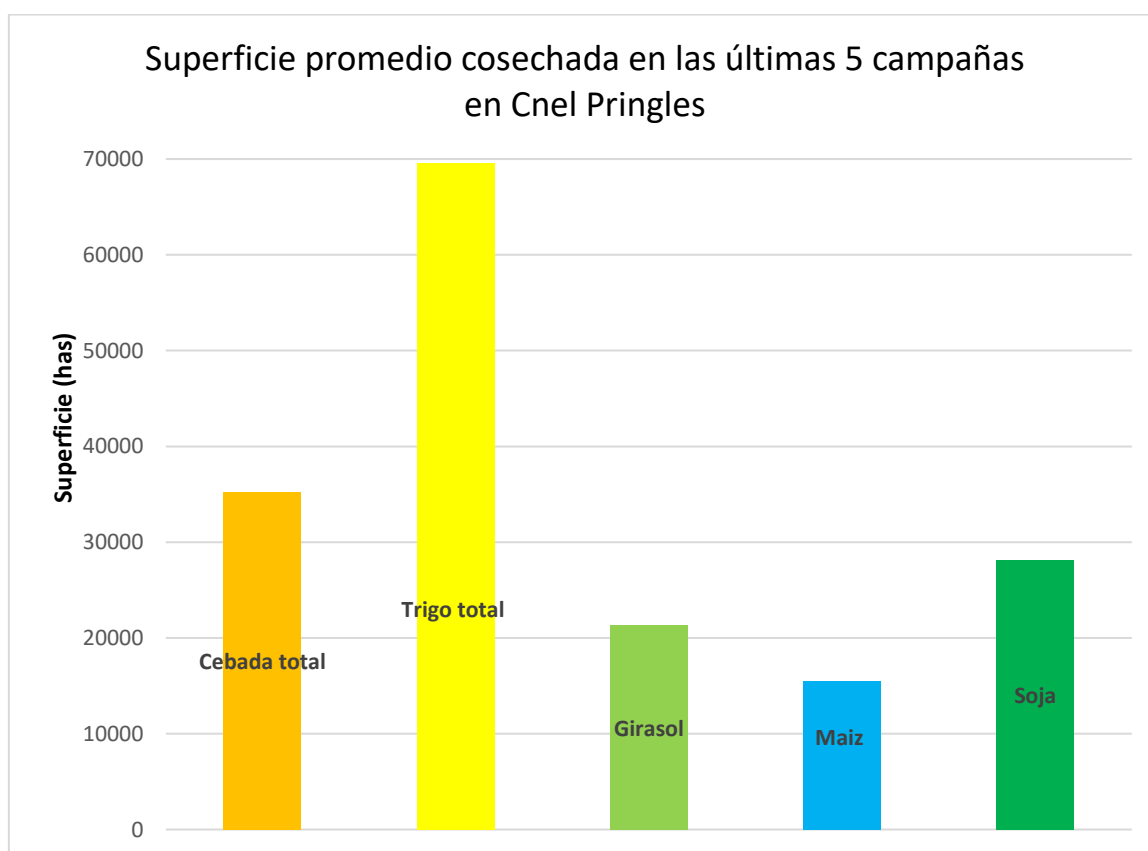
**Figura 3:** Temperatura media y precipitaciones históricas en el partido de Coronel Pringles durante los años 1993-2020 (SMN)



## Ensayo comparativo de rendimiento de cultivares de soja

La actividad económica más importante del partido de Coronel Pringles es la agricultura (Gobierno de la Provincia de Buenos Aires, 2023). El principal cultivo es el trigo con una producción promedio de 252.450 t en las últimas 5 campañas. Otro cultivo que está en desarrollo es la cebada, donde tanto la superficie sembrada como la producción están teniendo un crecimiento lineal. En cuanto a los cultivos de verano se produce soja principalmente y en menor medida girasol y maíz. En las últimas 5 campañas el área sembrada con cada uno de ellos fue de 29.518 ha para soja, 21.332 ha para girasol y 15.477 ha para maíz (Figura 4: MAGyP, 2023).

En cuanto a soja, el promedio de producción, de las últimas 5 campañas fue de 48.063 t. En la campaña 2022/23 se sembraron 21.343 ha de las cuales se obtuvieron 41.267 t, con un rendimiento promedio de 1.933 kg ha<sup>-1</sup> (MAGyP, 2023).



**Figura 4:** Superficie promedio cosechada de los 5 principales cultivos en el partido de Coronel Pringles, en las últimas 5 campañas. (Fuente: MAGyP)

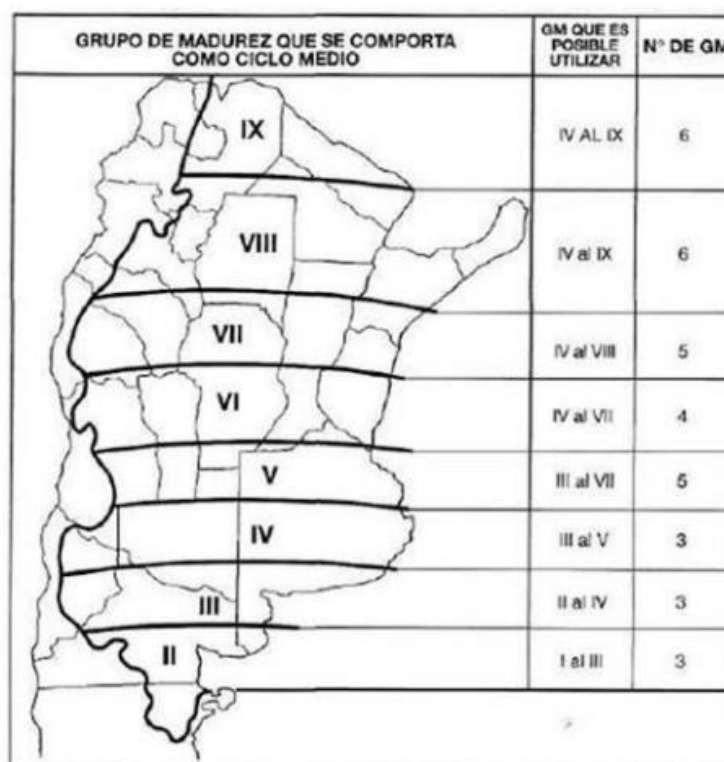
**Factores que afectan el desarrollo de la soja**

La temperatura y el fotoperiodo son los factores ambientales que regulan la duración de las etapas de desarrollo del cultivo, actuando en forma simultánea en las plantas y con evidencia de interacción entre ellos (Syngenta, 2023). En cuanto a la temperatura, la duración de una fase (medida en días) depende de la temperatura, y es determinante en la duración de cada uno de los distintos estados fenológicos del cultivo. La temperatura base de crecimiento varía entre 6°C y 10°C, la temperatura óptima diurna para la fotosíntesis está comprendida entre 30°C y 35°C y la fijación de vainas se retrasa con temperaturas menores a 22°C y cesa con temperaturas menores a 14°C. En cuanto al fotoperiodo, el efecto principal de la longitud del día en el desarrollo de la soja es el de la inducción de la floración. La soja se clasifica como planta de días cortos porque estos días son los que inducen el inicio del proceso de floración. Por lo tanto, el fotoperiodo influye y regula la mayor parte de los eventos reproductivos condicionando el inicio y final de las diferentes fases y la tasa con que progresan los cambios dentro de la planta (Syngenta, 2023).

La inducción floral provoca la transformación de los meristemas vegetativos en meristemas reproductivos y la edad de la planta en que se produce la transformación de los meristemas determinará el tamaño final de la misma, por lo tanto, su potencial de rendimiento. Las modificaciones en la fecha de siembra hacen que haya diferencias en la longitud del día y determinan el número de días que transcurren desde VE a R1 y hasta la madurez (R8). El atraso en la siembra reduce la duración de los ciclos de las variedades, y no es solo una disminución de la etapa vegetativa sino también de la reproductiva, pero básicamente la reducción es por menor número de días de VE a R1 (Syngenta, 2023).

**Cultivares de soja y grupos de madurez**

La elección del cultivar es una de las decisiones más importantes en la definición del potencial de rendimiento del cultivo. Los cultivares de soja se agrupan en 13 grupos de madurez. Este agrupamiento se basa en la duración de la etapa de emergencia a floración, la cual está controlada por nueve locus regulados principalmente por la temperatura y el fotoperiodo. En Argentina, la utilización de un GM con un determinado largo de ciclo va a depender de la latitud donde se siembra, ya que cada GM tiene un comportamiento medio en una banda latitudinal de adaptación promedio (Figura 5) (Toledo, 2022).



**Figura 5:** Franjas longitudinales de adaptación de los grupos de madurez de soja en Argentina

Si un determinado GM se lo siembra en una franja inferior (hacia el sur) se alarga su ciclo, es decir, a mayor latitud, habrá un atraso en el inicio de su floración y se retrasará el llenado de granos, que puede ser interrumpido por heladas tempranas. Si el mismo GM se lo siembra en una franja superior a la que está adaptado (hacia el norte) se comporta

## Ensayo comparativo de rendimiento de cultivares de soja

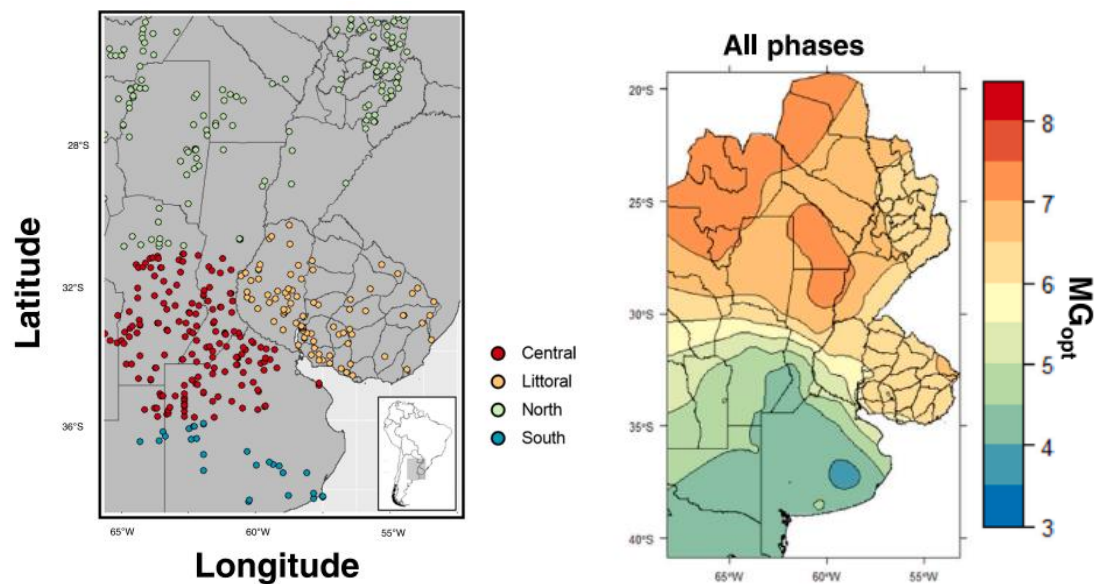
como un GM de menor ciclo, es decir, siembras a menores latitudes, el inicio de floración se anticipa, y genera una reducción del tamaño de la planta, que traerá como consecuencia principal un menor rendimiento (Toledo, 2022).

Aunque generalmente la recomendación de un grupo de madurez u otro se hace según los factores mencionados anteriormente, las características edafo-climáticas pueden influir en dicha decisión. En condiciones de secano, el suministro de agua que define el rendimiento máximo alcanzable estará determinado no sólo por la disponibilidad de agua en el suelo en la siembra, sino también por el tipo de suelo y el patrón de lluvias. Es por ello, que según las precipitaciones, se puede ampliar o reducir el rango de elección del grupo de madurez (Di Mauro et al., 2022).

En un trabajo realizado en el Cono Sur americano, se evaluó la adaptación de la soja a diferentes condiciones ambientales. El estudio se basó en datos recopilados de experimentos, en múltiples ubicaciones en Argentina, Uruguay y Paraguay, durante varios años. Los resultados revelaron que la variabilidad en los rendimientos de soja está influenciada por las precipitaciones y las condiciones del suelo, como la capacidad de retención de agua. Desde un punto de vista agronómico, se puede definir un grupo de madurez óptimo como aquel que maximiza el rendimiento de la soja en un entorno particular y no necesariamente se corresponde con la distribución geográfica recomendada del grupo de madurez basada en la respuesta al fotoperiodo (Di Mauro et al., 2022). Se concluyó que la elección óptima del grupo de madurez (GM<sub>opt</sub>) no siempre coincide con las recomendaciones tradicionales basadas en la respuesta al fotoperiodo (Figura 6: Di mauro et al., 2022). Sin embargo, este efecto no fue evaluado en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires. La evaluación de los cultivares de soja a nivel local es de suma importancia ya que generaría una fuente de información confiable la cual le

## Ensayo comparativo de rendimiento de cultivares de soja

serviría a los productores al momento de la toma de decisión de que grupo de madurez seleccionar para sembrar en la zona.



**Figura 6:** Ensayo y resultados obtenidos en el cono sur de americano (Di Mauro et al., 2022).

## **HIPÓTESIS**

La elección de un cultivar de soja de grupo de madurez III permite marcar diferencias significativas de rendimiento sobre los de grupo de madurez II y IV, ya que las condiciones climáticas y edáficas del partido de Coronel Pringles brindan un ambiente propicio para dicho grupo de madurez.

## **OBJETIVOS**

El objetivo del presente trabajo de investigación fue comparar el rendimiento de 7 cultivares de soja (*Glycine max* L.) de diferentes grupos de madurez en el partido de Coronel Pringles.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Sitio de estudio

El ensayo se llevó a cabo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, en el establecimiento “*San Ignacio*”, en cercanías del paraje La Paloma, partido de Coronel Pringles (Figura 7). El establecimiento se dedica únicamente a la producción agrícola de cultivos de invierno (trigo, cebada y avena) y de verano (maíz, soja). La experiencia se realizó para la campaña de gruesa 2022/23.



**Figura 7:** Imagen satelital tomada desde Google Earth donde se localiza el ensayo

### *Diseño experimental*

El ensayo se realizó con un diseño en franjas, cada una de una superficie de 1.040 m<sup>2</sup>. Se utilizaron siete cultivares de soja, donde cada cultivar correspondió a una franja diferente. A su vez cada franja fue dividida en 4 repeticiones, de 260 m<sup>2</sup> (Tabla 1).

Los cultivares fueron: (1) Don Mario 2200, (2) Nidera 3220, (3) Bioceres 3.41, (4) Nidera 3821, (5) Don Mario 40R21, (6) Bioceres 452, (7) Don Mario 46R18. Todos los cultivares fueron de ciclo indeterminado.

Tabla 1: Diseño del ensayo experimental

<b>Repeticiones</b>	<b>DM46R18</b>	<b>BIO452</b>	<b>DM40R21</b>	<b>NID3821</b>	<b>BIO341</b>	<b>NID3220</b>	<b>DM2200</b>
<b>Rep 4</b>	R4.C7	R4.C6	R4.C5	R4.C4	R4.C3	R4.C2	R4.C1
<b>Rep 3</b>	R3.C7	R3.C6	R3.C5	R3.C4	R3.C3	R3.C2	R3.C1
<b>Rep 2</b>	R2.C7	R2.C6	R2.C5	R2.C4	R2.C3	R2.C2	R2.C1
<b>Rep 1</b>	R1.C7	R1.C6	R1.C5	R1.C4	R1.C3	R1.C2	R1.C1

### *Labores realizadas*

El ensayo se realizó sobre un cultivo antecesor de trigo. El barbecho se inició en marzo con una pasada de rastra de discos y en agosto se repitió dicha labor. El 2 de noviembre se realizó una pulverización con 2,5 l ha<sup>-1</sup> de glifosato, 0,600 l ha<sup>-1</sup> de 2,4D, 0,150 l ha<sup>-1</sup> de dicamba, 0,400 l ha<sup>-1</sup> de sulfato de amonio, 0,350 l ha<sup>-1</sup> de coadyuvante.

La siembra fue realizada el 25 de noviembre con una sembradora Agrometal de 4,62 m de ancho y un tractor Zanello (Figura 8). Se sembraron 11 líneas de cada cultivar a 0,42 m entre sí, en un largo de 225 m. Al momento de la siembra no se aplicó fertilizante. La densidad de siembra utilizada fue de 30 plantas m<sup>-2</sup> para todos los cultivares.





**Figura 8:** Momento de la siembra del ensayo

El 11 de diciembre se realizó una pulverización con 1,5 l ha<sup>-1</sup> de glifosato, 1 l ha<sup>-1</sup> de cletodim, 15 g ha<sup>-1</sup> de clorimurón, 0,40 l ha<sup>-1</sup> de sulfato de amonio, 0,350 lts ha<sup>-1</sup> de coadyuvante.

El 1 de marzo se realizó una pulverización con 2 l ha<sup>-1</sup> de glifosato, 0,5 l ha<sup>-1</sup> de sulfato de amonio, 0,035 l ha<sup>-1</sup> de lambdacialotrina, 0,400 l ha<sup>-1</sup> de coadyuvante.

Finalmente, el 5 de mayo se realizó la cosecha manual de 8 plantas seguidas en línea, al azar en el medio de cada subparcela.

### *Variables evaluadas*

Las variables evaluadas fueron todos los componentes del rendimiento de soja. Durante el ciclo del cultivo se evaluó el número de plantas m<sup>-2</sup>, para ello se extendió una soga de 1 m lineal y se contó el número de plantas en una línea de siembra. Luego de la cosecha manual se evaluó el número de vainas planta<sup>-1</sup>, el número de granos vaina<sup>-1</sup> y el peso de mil granos.

## Ensayo comparativo de rendimiento de cultivares de soja

Para el número de vainas planta<sup>-1</sup> se contabilizó el total de vainas de cada planta. En el caso del número de granos vaina<sup>-1</sup> se contó el total de granos y se dividió por el total de vainas contadas previamente, y para el peso 1000 gramos se realizó el pesaje del total de granos de cada muestra y fue llevado a peso de 1000. El rendimiento se estimó utilizando el peso total de granos por planta.

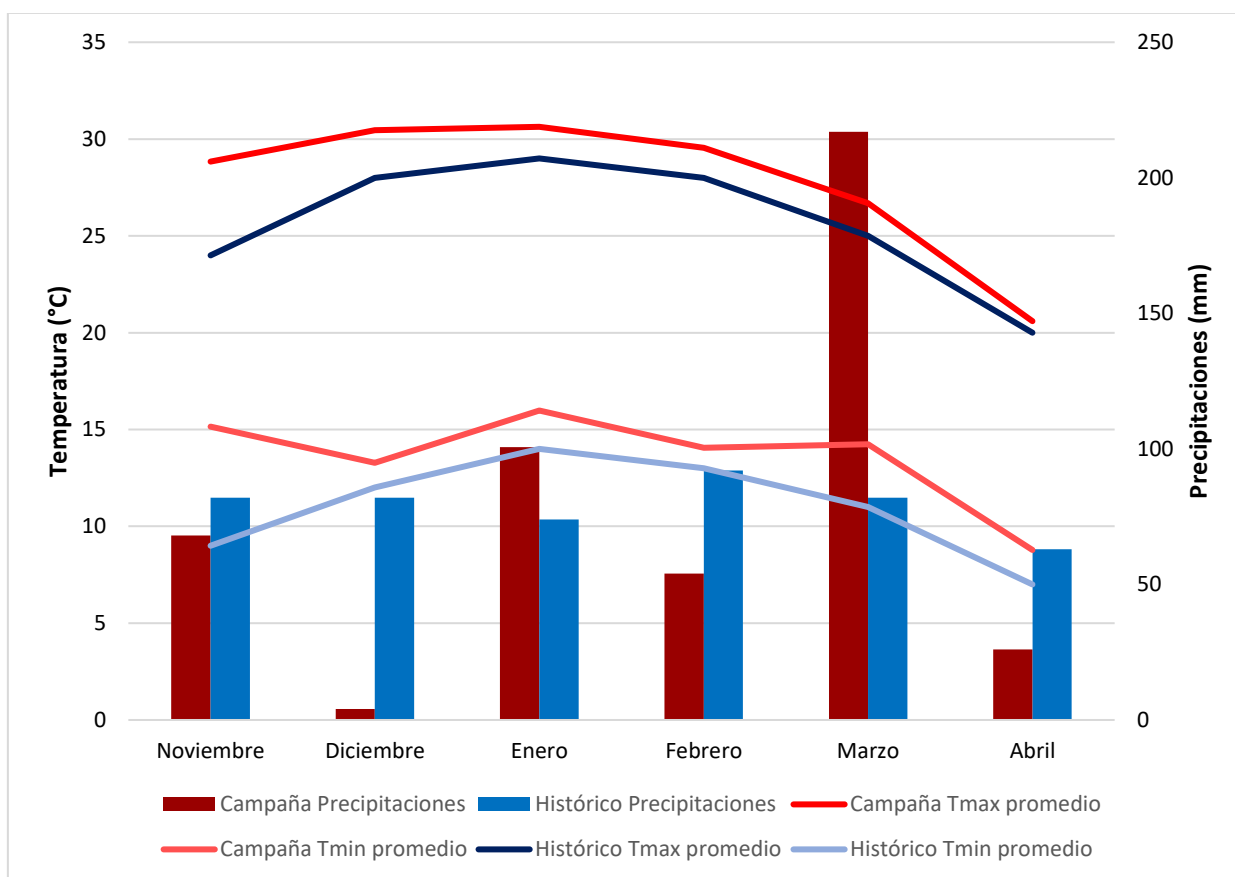
### *Análisis estadístico*

Los datos se analizaron empleando el software InfoStat. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA). Las diferencias entre medias fueron comparadas mediante el test Tukey con un nivel de significancia del 5%. Además se hizo un análisis de regresión entre cada uno de los componentes y el rendimiento.

## RESULTADOS

### Datos climáticos

Durante el ensayo se tomaron datos diarios de temperatura máxima, mínima y precipitaciones brindados por la estación meteorológica Aéreo de Coronel Pringles. Los resultados obtenidos fueron temperaturas promedio, tanto máximas como mínimas, por encima del promedio histórico en todos los meses del ensayo y en cuanto a las precipitaciones, en los meses de noviembre, diciembre, febrero y abril se registraron menos lluvias que el promedio y en los meses de enero y marzo llovió por encima de la media normal (Figura 9).

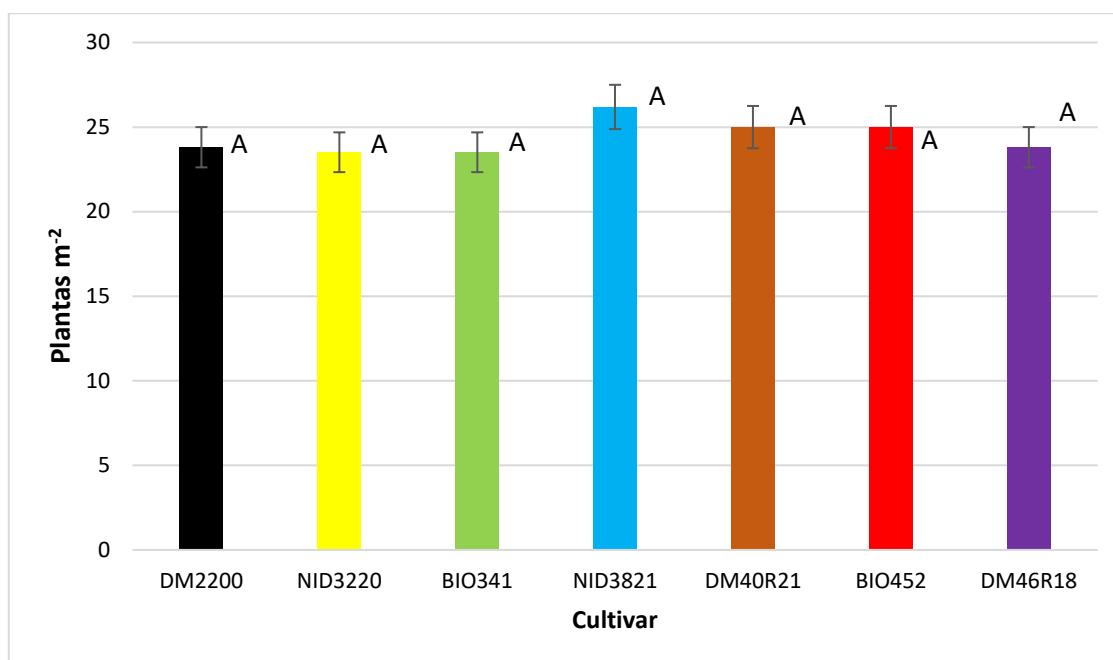


**Figura 9:** Comparación de temperatura máxima, mínima y precipitaciones entre la campaña y el registro histórico del partido de Coronel Pringles.

## Ensayo comparativo de rendimiento de cultivares de soja

### Plantas m<sup>-2</sup>

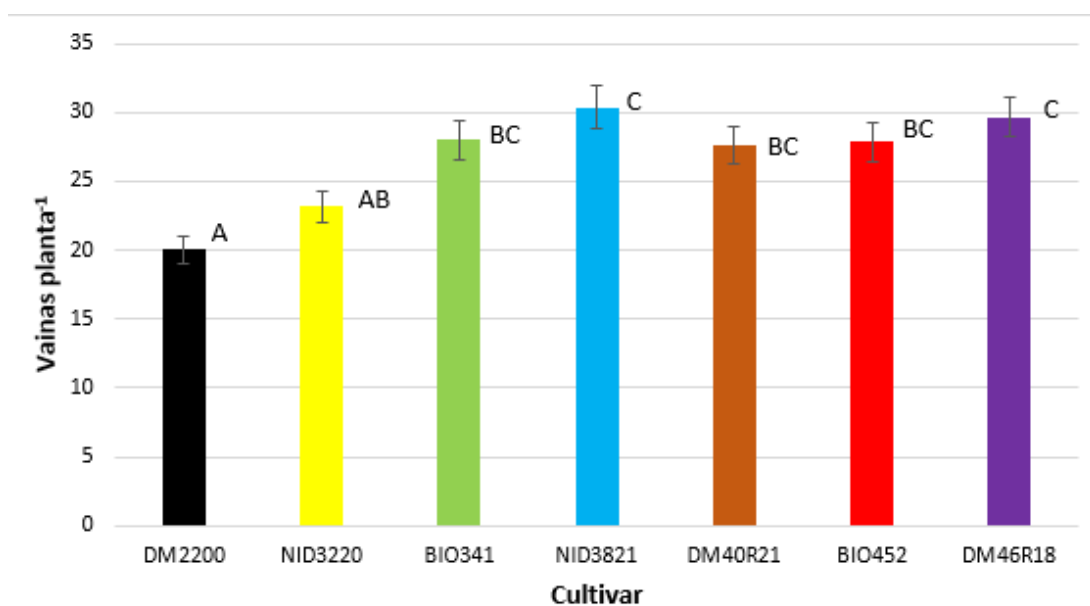
No se observaron diferencias significativas ( $F = 1,04$ ;  $P = 0,435$ ) en la cantidad de plantas m<sup>-2</sup> entre todos los cultivares evaluados (Figura 10). En todos los casos las plantas logradas por m<sup>-2</sup> estuvo entre 23 y 26 plantas m<sup>-2</sup>.



**Figura 10:** Número de plantas por m<sup>2</sup> para siete cultivares de soja. Las letras indican la comparación de medias, mediante el test de Tukey al 5%, con Infostat.

### Vainas plantas<sup>-1</sup>

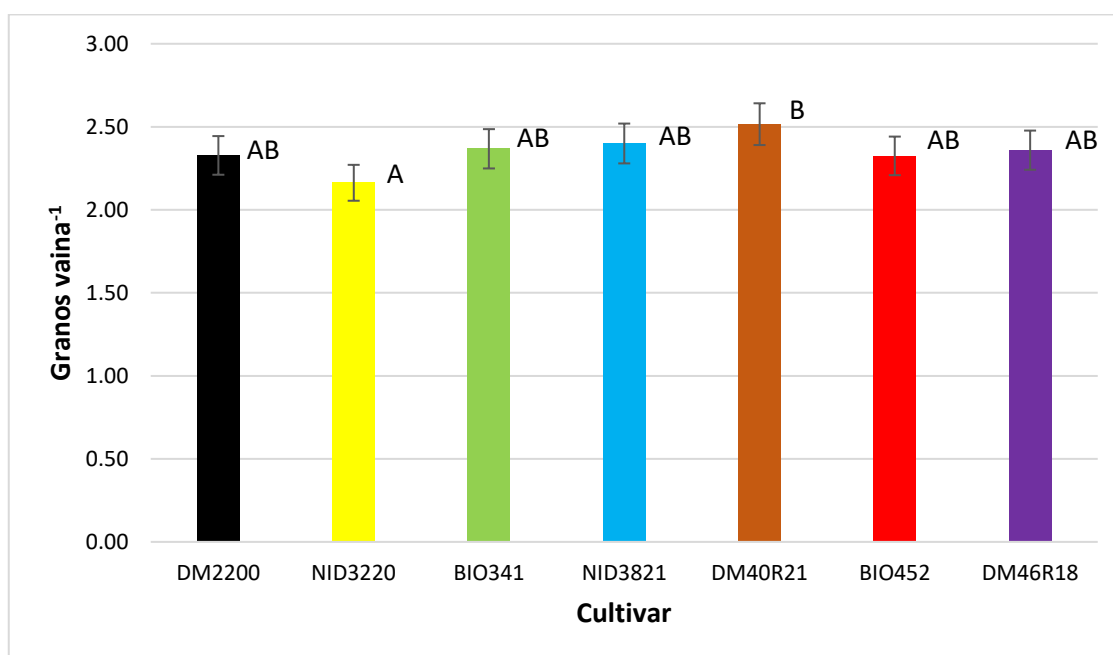
Se observaron diferencias significativas ( $F = 11,83$ ;  $P < 0,0001$ ) en la cantidad de vainas planta<sup>-1</sup> entre los cultivares evaluados (Figura 11). El cultivar NID 3821 fue el que más cantidad de vainas planta<sup>-1</sup> logró, con un promedio de 30 sin mostrar diferencias significativas con los cultivares DM 46R18, BIO 341, BIO 452 y DM40R21. Pero si se diferenció significativamente de los cultivares NID 3220 y DM2200 que fueron los que menos cantidad de vainas planta<sup>-1</sup> lograron, con un promedio de 23.



**Figura 11:** Número de vainas por planta para siete cultivares de soja. Letras diferentes indican diferencias significativas utilizando el test de Tukey al 5%, con Infostat.

### Granos vainas<sup>-1</sup>

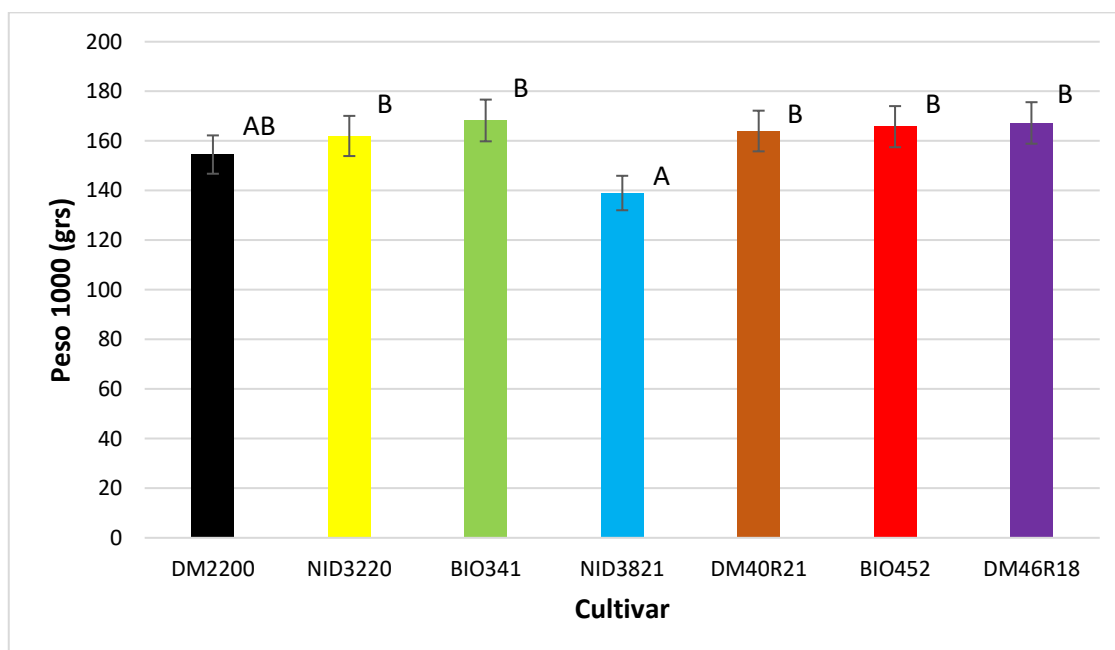
Se observaron diferencias significativas ( $F = 3,16$ ;  $P = 0,0268$ ) en la cantidad de granos vaina<sup>-1</sup> entre los cultivares evaluados (Figura 12). El cultivar DM40R21 fue el que mayor cantidad de granos vaina<sup>-1</sup> obtuvo, con un promedio de 2,5, diferenciándose significativamente sólo con el cultivar NID3220, el cual logro de promedio 2,2 granos vaina<sup>-1</sup>.



**Figura 12:** Número de granos por vainas para siete cultivares de soja. Letras diferentes indican diferencias significativas utilizando el test de Tukey al 5%, con Infostat.

### Biomasa de granos

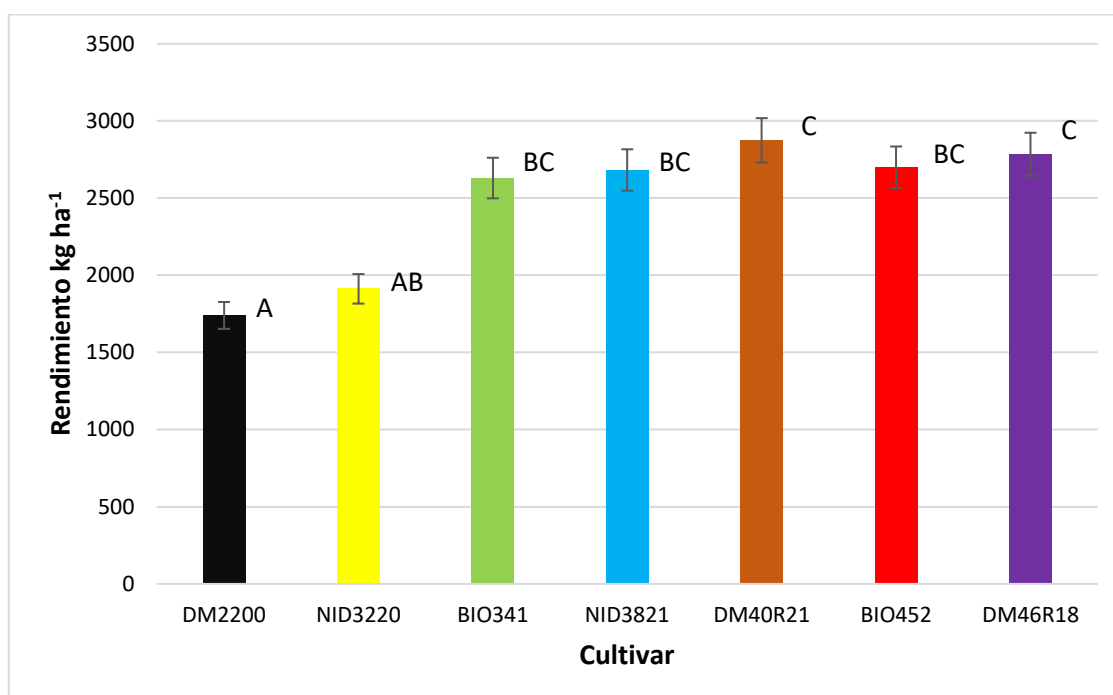
Se observaron diferencias significativas ( $F = 8,09$ ;  $P = 0,0002$ ) en el peso de 1000 granos entre los cultivares evaluados (Figura 13). El cultivar BIO431 fue el que mayor peso de 1000 logró con un promedio de 168 g, sólo mostrando diferencias significativas con NID3821, el cual obtuvo un promedio de 139 g.



**Figura 13:** Peso de mil granos de siete cultivares de soja. Letras diferentes indican diferencias significativas utilizando el test de Tukey al 5%, con Infostat.

### Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>)

Se observaron diferencias significativas ( $F = 6,9$ ;  $P = 0,0006$ ) en el rendimiento entre los cultivares evaluados (Figura 14). El cultivar DM40R21 fue el que mayor rendimiento obtuvo, con un promedio de 2.873 kg ha<sup>-1</sup>, sin mostrar diferencias estadísticamente significativas con los cultivares DM46R21, NID3821 y BIO341. El cultivar que menor rendimiento logró fue el DM2200, con una producción promedio de 1.740 kg ha<sup>-1</sup>.

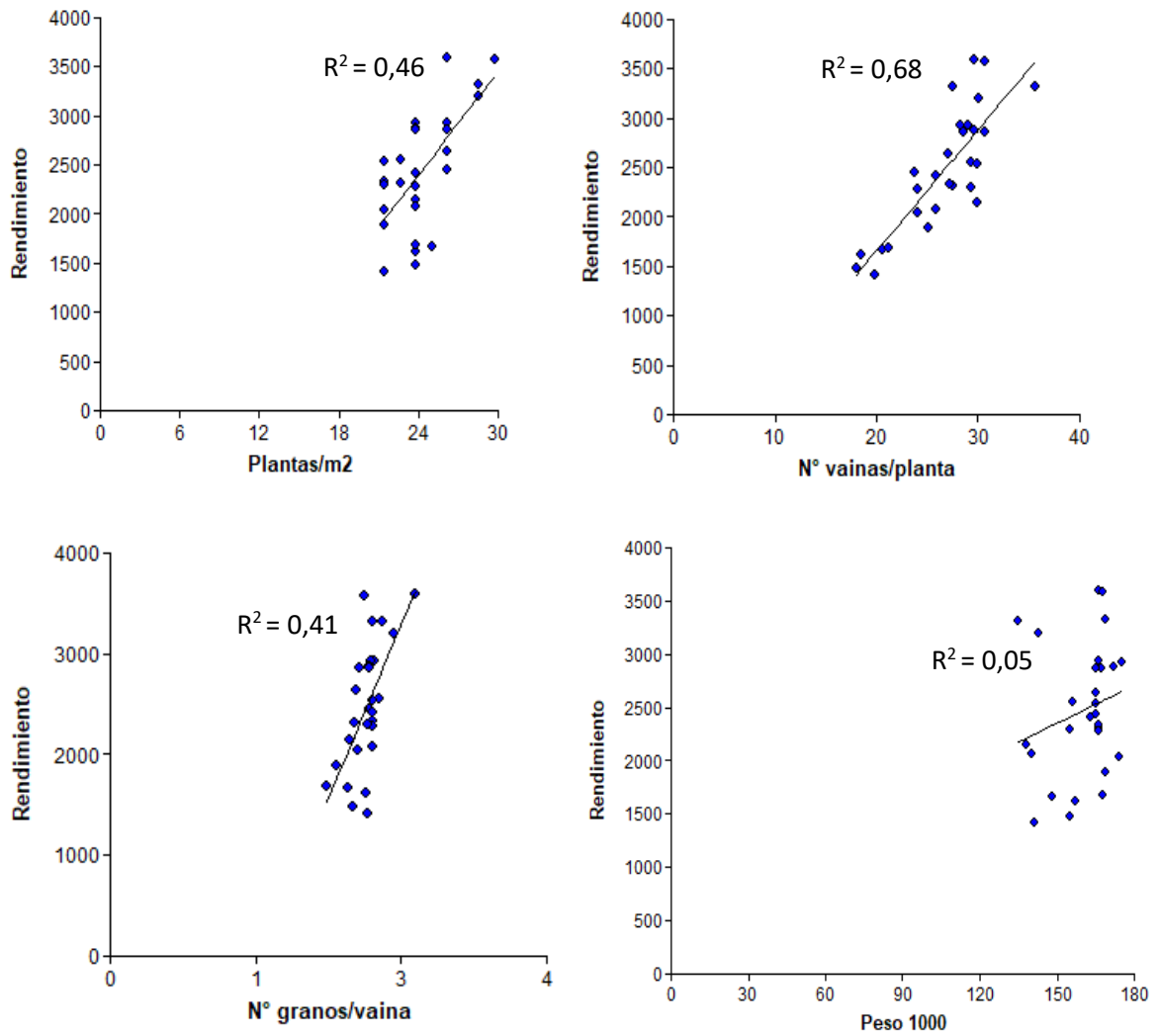


**Figura 14:** Rendimiento de siete cultivares de soja. Letras diferentes indican diferencias significativas utilizando el test de Tukey al 5%, con Infostat.



## Ensayo comparativo de rendimiento de cultivares de soja

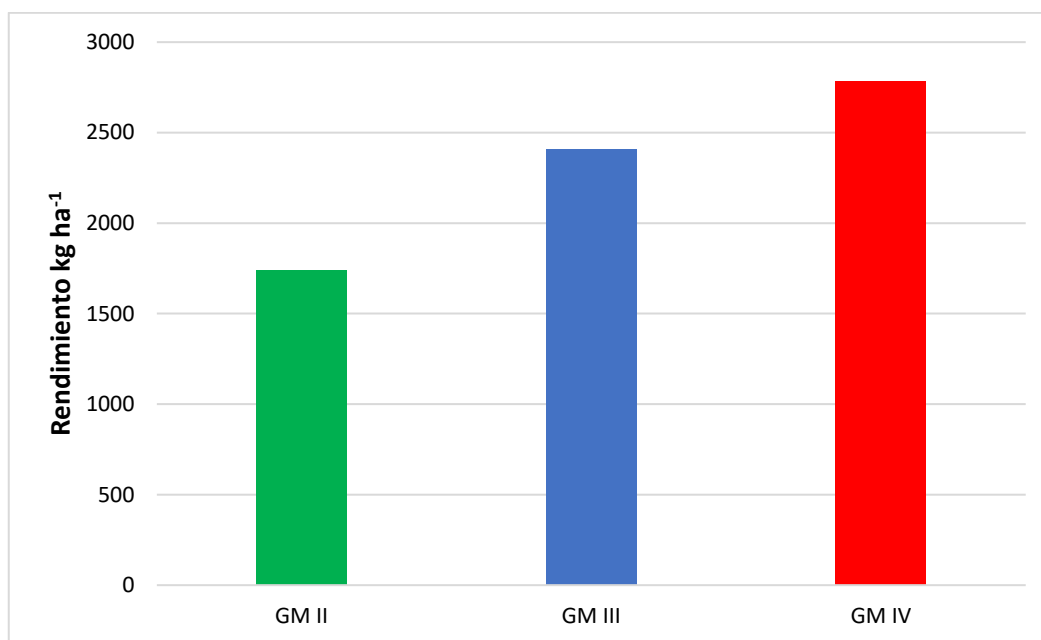
Se observó que la variable que mejor explica las diferencias encontradas en el rendimiento, entre los distintos cultivares, fue la cantidad de vainas por planta (Figura 15), con un  $R^2$  de 0,68.



**Figura 15:** Regresion lineal entre el rendimiento y sus componentes, realizado con infostat.

### Rendimiento por grupo de madurez

Haciendo un promedio de rendimiento según el grupo de madurez, los cultivares de GM IV fueron los que mayores resultados obtuvieron, con un rendimiento de 2.786 kg ha<sup>-1</sup>, seguido por los de GM III con un rinde de 2.408 kg ha<sup>-1</sup> y por último el GM II con un promedio de 1.740 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 16).



**Figura 16:** Rendimiento promedio según grupo de madurez.

## DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo muestran que los diferentes cultivares de distintos grupos de madurez de soja presentaron diferencias en el rendimiento a través de los componentes vainas planta<sup>-1</sup>, grano vaina<sup>-1</sup> y peso 1000 granos. La cantidad de plantas m<sup>-2</sup> no se vio afectada ya que la densidad de siembra utilizada fue de 30 plantas m<sup>-2</sup>, igual para todos los cultivares, aunque, el coeficiente de logro estuvo entre 78,4% y el 87,3%.

Los GM IV fueron los que presentaron mejor comportamiento en dicha campaña ya que para estos coincidió el momento del periodo crítico del cultivo (R4 – R6) con el de mayores precipitaciones en la zona, evitando así el aborto de vainas y logrando un buen llenado de grano. Caso contrario ocurrió con los de GM III, particularmente el cultivar NID3220, el cual pertenece a dicho grupo con un ciclo un poco más corto que los demás, en el que se observó que la caída del rendimiento fue a causa de una menor cantidad de vaina por planta, dado su ciclo más rápido, lo que se tradujo en diferencias de 600 kg ha<sup>-1</sup> con los otros dos cultivares del mismo grupo de madurez.

En la situación del cultivar de grupo II, al ser ciclo más corto, el crecimiento y cada etapa de maduración desde la siembra hasta la cosecha, fue más corta, logrando menor cantidad de vainas por planta, lo que se tradujo en un menor rendimiento, mientras que el número de granos por vaina y el peso no fueron afectados. Probablemente, dicho cultivar pudo haberse cosechado en una fecha anticipada a los demás.

La fecha de siembra de la soja logró que se reduzcan las condiciones de estrés climático que se presentaron en la campaña de gruesa 2022/23 en la zona y en gran parte del país. La acumulación de agua durante el barbecho permitió que el cultivo pueda soportar las condiciones extremas de diciembre donde se registraron temperaturas máximas por encima de los 30°C y sólo llovieron 4 mm el 25 de diciembre. A su vez, en esta época el

## Ensayo comparativo de rendimiento de cultivares de soja

cultivo se encontraba recién sembrado, en una etapa inicial de crecimiento, donde los requerimientos hídricos son menores, pero aun así dicho déficit provocó pérdidas de plantas durante la implantación. Las precipitaciones y las altas temperaturas a partir de enero favorecieron al desarrollo y crecimiento de la soja, coincidiendo en algunos casos las buenas condiciones con la floración y llenado de granos lo que permitió buenos rendimientos, por encima del promedio de la zona. A su vez, la ausencia de heladas tempranas permitió a todos los cultivares cumplir con su ciclo completo, sin ser interrumpido. Sin embargo, habría que considerar que heladas tempranas a principios de abril podrían afectar la etapa final de llenado de granos, especialmente en los cultivares de ciclo largo como los de GM IV, ya que la probabilidad de ocurrencia de este fenómeno en la zona es del 20% (CIAg, 2012).

Como era de esperar, se detectó un efecto latitudinal en el GM óptimo para sembrar en la zona de Coronel Pringles, donde los grupos de madurez III medio y IV mostraron diferencias sobre los cultivares de GM III corto y II, los cuales están adaptados a latitudes más altas, con condiciones climáticas de menor temperatura y mayor fotoperiodo. Sin embargo, los resultados obtenidos no solo se basan en el efecto latitudinal, sino que las condiciones climáticas favorables como la temperatura media, buenas precipitaciones, ausencia de heladas tempranas, coincidieron con la ocurrencia el periodo crítico (R3 a R6) del cultivar de GM IV corto, donde se definió la cantidad de vainas por planta, variable principal que explica el rendimiento. A pesar de que se encontró alguna relación entre el número de granos por vaina y la cantidad de plantas por m<sup>2</sup> y el rendimiento, y entre el número de granos por vaina y el rendimiento, esos parámetros son poco variables y no permiten explicar los resultados. Por lo tanto, factores ambientales que definen la acumulación de biomasa, como la disponibilidad de agua en el suelo, la ocurrencia de

## Ensayo comparativo de rendimiento de cultivares de soja

lluvias y la captura de radiación también influirán en el  $GM_{opt}$ , que puede ser incluso diferente a una latitud similar (Di mauro et al., 2022).

Para poder comparar los resultados y sacar mejores conclusiones respecto al  $GM_{opt}$  para la zona de estudio habría que repetir este experimento con mayor número de cultivares, en diferentes años y fechas de siembra. Sin embargo, este estudio muestra una buena primera aproximación, utilizando cultivares de diversos grupos de madurez, en la fecha de siembra típica en el partido de Coronel Pringles.

## **CONCLUSIÓN**

Se puede concluir que se rechaza parcialmente la hipótesis planteada en este trabajo ya que los cultivares que mayor rinde presentaron fueron los de GM III largo y IV, los cuales presentaron impactos significativos en el rendimiento sobre los demás. La variable que principalmente explica dichas diferencias fue la cantidad de vainas por planta, la cual se define en el momento crítico del cultivo, donde cualquier estrés (climático, malezas, insectos, enfermedades, entre otros) en esta época provoca un aborto de vainas, disminuyendo el rinde final.

## BIBLIOGRAFIA

- Bolsa Cereales Buenos Aires, informe cierre de campaña Soja. Disponible en: <https://www.bolsadecereales.com/estimaciones-informes> [22/09/2023]
- Bolsa Comercio Rosario. Liquidación record y las mayores exportaciones de la historia: el aporte indelegable del agro argentino. Disponible en: <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/liquidacion> [23/10/2023]
- Cadenazzi Guillermo, 2009. La historia de la soja en Argentina. De los inicios al boom de los '90. Disponible en: <https://cdsa.academica.org/000-062/394.pdf> [19/08/2023]
- CIAg. 2012. Centro de información Agroclimática, heladas en Argentina. Disponible en: [https://www.agro.uba.ar/heladas/coronelpringles\\_aero\\_0.htm](https://www.agro.uba.ar/heladas/coronelpringles_aero_0.htm) [23/10/2023]
- Di Mauro Guido, Gonzalo Parra, Diego J. Santos, Juan M. Enrico, Sebastian Zuil, et al. 2022. Defining soybean maturity group options for contrasting weather scenarios in the American Southern Cone. Field Crop Research: 287:108676.
- Gobierno de la provincia de Buenos Aires. 2023. Coronel Pringles. Disponible en: <https://www.gba.gob.ar/capacidadesbonaerenses/listadecapacidades/coronelpringles> [26/09/2023]
- Google earth, imágenes satelitales. Disponible en: <https://www.google.com/intl/es-419/earth/about/> [22/08/2023]
- HomelyCast-clima. Observatorio meteorológico Coronel Pringles. Disponible en: <http://www.homelycast.com.ar/> [17/08/2023]

## Ensayo comparativo de rendimiento de cultivares de soja

- INDEC, 2023. Economía, comercio exterior, complejos exportadores. Disponible en: <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-2-39> [25/08/2023]
- MAGyP, 2023. Estimaciones agrícolas. Disponible en: <https://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones> [25/08/2023]
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO. Disponible en: <https://www.fao.org/statistics/es/> [21/08/2023]
- SMN. 2023. Servicio Meteorológico Nacional, Estadísticas. Disponible en: <https://www.smn.gob.ar/estadisticas>. [15/08/2023]
- SISA. 2020. Sistema de Información simplificado agrícola. Soja. Disponible en: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe\\_soja2020\\_2021.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe_soja2020_2021.pdf) [22/08/2023]
- Software estadístico Infostat. Disponible en: <https://www.infostat.com.ar/> [29/09/2023]
- Syngenta, 2023. Determinantes del rendimiento en soja. Disponible en: <https://www.syngenta.com.ar/determinantes-del-rendimiento> [29/08/2023]
- Toledo R, 2022. Fecha de siembra y grupos de madurez de soja. UNC, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Disponible en: <https://ansenuza.ffyh.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086.1/1384/6-%20FS%20y%20GM%20de%20soja.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [30/08/2023]