

COMPARACIÓN DEL PROGRESO DEL CULTIVO DE SOJA EN LOS CICLOS AGRÍCOLAS 2021/22 Y 2022/23 (CICLO AGRÍCOLA CON EVENTO “LA NIÑA”)



Vicentin I.G. (1), Cuatrín A. (2), Santos D.J. (3), Gallardo M. (1), Polliti M. (1) y Formento A.N. (3)

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)
 Estación Experimental Agropecuaria Paraná.
 1Departamento Mejoramiento
 2Departamento Economía Agraria
 3Departamento de Producción

La soja es el principal cultivo oleaginoso a nivel país en superficie implantada y producción. El registro de la producción y comportamiento de los cultivares en diferentes zonas de producción como en distintos ciclos agrícolas permite obtener información esencial del comportamiento de cada cultivar, para su uso por los productores y para el progreso del cultivo en general.

La soja es uno de los principales cultivos extensivos de la provincia de Entre Ríos y del país. El ciclo agrícola 2022/23 estuvo afectado por un periodo prolongado con lluvias insuficientes para el crecimiento adecuado del cultivo, que trajo aparejado diversos problemas desde la siembra hasta la cosecha.

Una consecuencia directa fue que, de 16 millones de ha sembradas en el país, solo se cosecharon 12,3 millones de ha, con un rendimiento promedio de 17,5 q ha⁻¹, alcanzando una producción estimada de 21,5 millones de toneladas (BCR-GEA, 2023).

En este trabajo se planteó como objetivo analizar, con imágenes, con los datos de producción y de calidad de grano el efecto climático sobre diferentes genotipos agrupados según su Grupo de Madurez (GM), comparando el presente ciclo agrícola 2022/23 con el ciclo agrícola 2021/22.

¿En qué consistió el análisis?

Se seleccionaron 49 cultivares de soja que representaban GM del IV al VIII presentes durante los ciclos agrícolas 2021/22 y 2022/23 en diferentes ensayos comparativos de rendimiento.

Los ensayos se condujeron en la EEA Paraná (31° 50' S, 60° 31' O, 110,5 msnm) durante los ciclos agrícolas 2021/22 y 2022/23, en siembra directa. Se implantaron en parcelas de 10 m² (4 surcos de 5 m y 0,52 m entre surcos) respetando un diseño en bloques completos aleatorizados con tres repeticiones, en lotes con suelo molisol (Argiudol ácuico, serie Tezanos Pinto).

Las fechas de siembra fueron 09/11/2021, sobre rastrojo de un trigo como cultivo de cobertura y 18/11/2022, sobre barbecho de maíz. La inoculación se realizó a la siembra en el surco con Rizoliq-surco®. Para el control de orugas defoliadoras y chinches fitófagas se realizaron aplicaciones con imidacloprid 20 % + lambdacialotrina 7,5 % + bifentrin 5 %. Para el control de trips y arañuelas en el ciclo agrícola 2022/23, se realizaron aplicaciones con un producto que combinó una concentración de 4,5 g clorantraniliprole + 1,8 g abamectina.

En el ciclo agrícola 2022/23, se registró semanalmente la evolución del cultivo de acuerdo con la escala de Fehr y Caviness (1977) y mediante fotografías se registraron anomalías asociadas a la sequía.

Para determinar el rendimiento de granos se cosecharon 5 m de los 2 surcos centrales de cada parcela y se corrigió al 13 % de humedad. Se determinó el peso de 100 granos (P100) en gramos y el contenido de proteína y aceite en grano se determinó mediante un instrumento monocromador NIRS DS-2500TM, expresando el resultado en porcentaje de proteína y aceite en base seca.

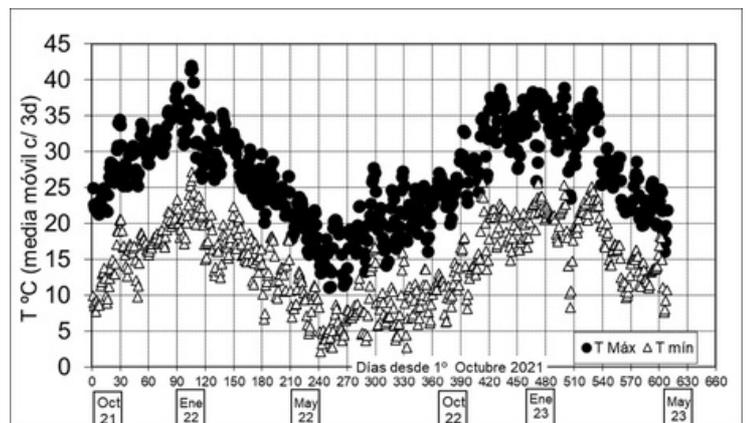
Los resultados se agruparon por GM y se realizó un análisis de la varianza por modelos mixtos de las variables de rendimiento (kg ha⁻¹), P100 (g), proteína (%) y aceite (%).

Comparación de las condiciones climáticas de los ciclos agrícolas 2021/22 y 2022/23

Comparando las temperaturas del último ciclo agrícola con las del anterior, las temperaturas de los ciclos agrícolas fueron diferentes y se observaron patrones restrictivos para el cultivo en el ciclo 2022/23.

En el ciclo agrícola 2021/22, tanto las temperaturas mínimas como máximas, con picos superiores a 40 °C mostraron una distribución más “triangular” antes de fines de año y en los primeros 20 días de enero. Sin embargo, en el verano 2022/23 no se observó un “pico”, sino una “meseta” de altas temperaturas entre el 24/11 y el 20/3/23 momento de formación y llenado de granos, aproximadamente 120 días continuos de máximas que superaron los 30° C (Fig. 1).

Figura 1. Temperaturas máximas y mínimas desde el 01/10/2021 hasta el 31/05/2023. Fuente: Observatorio Agrometeorológico INTA EEA Paraná.



En cuanto a la evolución del agua, el balance entre la entrada (lluvias) y salida (evapotranspiración potencial, ETP), se observó que todas las semanas de octubre de 2022 fueron deficitarias, comparadas con octubre de 2021. Por otro lado, la primera quincena de noviembre de 2021 estuvo más provista que noviembre de 2022, momento de emergencia del cultivo. Los meses de diciembre fueron similares, con un déficit extremo mayor en la última semana del año de 2021, comparada con la de 2022. El mes de enero de 2022 presentó suficientes lluvias en su segunda quincena para el crecimiento del cultivo, no así en enero de 2023, donde la soja se encontraba en pleno crecimiento vegetativo y los cultivares de GM IV comenzaban o estaban en plena floración. Luego del mes de febrero con valores similares en ambos ciclos, el mes de marzo de 2022 fue lluvioso, a diferencia de marzo de 2023, con una primera quincena muy deficitaria y lluvias que recién ocurrieron luego del 20 de marzo; en este mes la mayoría de los cultivares del GM IV al V se encontraban finalizando el llenado de granos, mientras que los cultivares de los GM VI, VII y VIII estaban en inicio y pleno llenado de granos. Abril contó con balances positivos en 2022 pero no en 2023, momento en que finalizaba el llenado de granos de la mayoría de los cultivares de los GM VI y VII y VIII (Fig. 2).

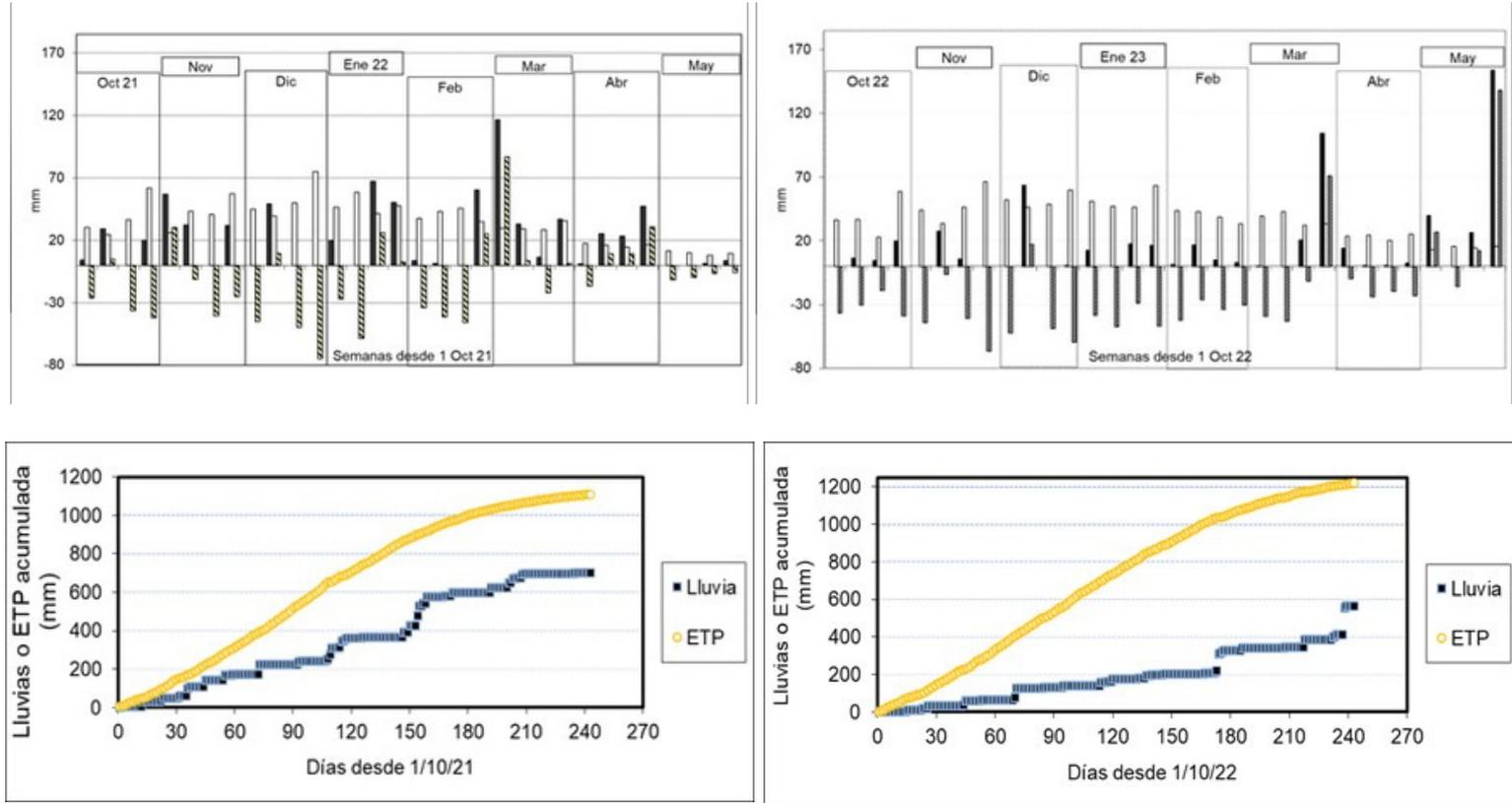


Figura 2. Periodo comprendido entre el 01/10 y el 31/05 de los ciclos agrícolas 2021/22 (izq.) y 2022/23 (der.): lluvias (barras negras), evapotranspiración potencial (ETP, barras blancas) y balance hídrico semanal (barras jaspeadas) (arriba) y acumulación de Lluvias y ETP durante todo el periodo (debajo). Fuente: Observatorio Agrometeorológico INTA EEA Paraná.

¿Qué resultados se obtuvieron?

Se encontraron diferencias significativas entre los GM y los ciclos agrícolas 2021/22 y 2022/23, demostrándose que los GM manifestaron un comportamiento desigual para las variables estudiadas en los dos ciclos agrícolas.

En el ciclo agrícola 2021/22, tanto la implantación de los ensayos como la emergencia de las plantas se desarrollaron sin inconvenientes. Por el contrario, en el ciclo agrícola 2022/23 la emergencia del cultivo se vio afectada por la escasez de agua, presentándose una emergencia despereja que resultó en desuniformidad en el número final de plantas por m lineal de surco (Fig. 3 A y B).

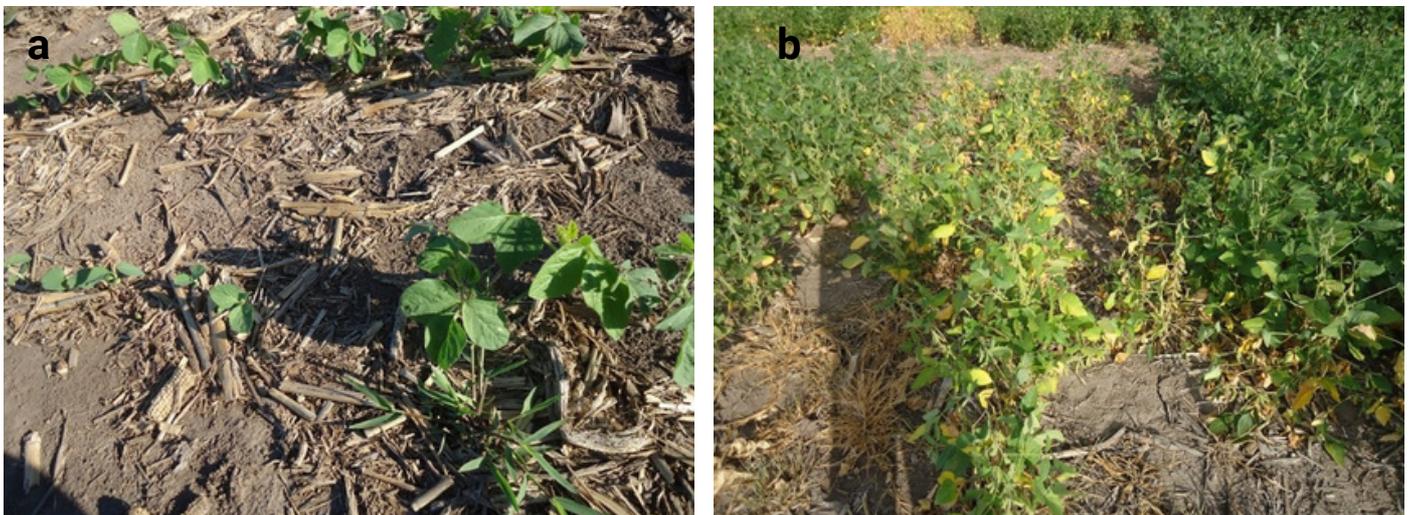


Figura 3. A) Desuniformidad en la emergencia, plantas sembradas en la misma fecha en estadios fenológicos V2 (primera hoja trifoliada) y V1 (primera hoja unifoliada); B) Fallas en la emergencia y bajo número de plantas por metro lineal de surco en estado avanzado del cultivo. Ciclo agrícola 2022/23, INTA EEA Paraná.

En el ciclo agrícola 2022/23 la muerte de plantas se observó desde la emergencia en forma aislada y luego en forma generalizada a partir de los estados fenológicos R4 (plena fructificación) y R5 (comienzo de llenado de granos) entre los meses de febrero y marzo (Fig. 4 A). Y hacia finales de marzo y mediados de abril, momento de maduración de la mayoría de los cultivares evaluados, la maduración fue despareja, observándose plantas con vainas secas, pero con retención de hojas y tallos verdes y, en algunos casos, distinto grado de desarrollo, llenado y madurez de vainas en una misma planta (Fig. 4 B)



Figura 4. A) Muerte de plantas, amarillamiento y caída prematura de hojas en estados reproductivos avanzados; B) Madurez despareja de plantas con retención foliar, tallo verde y desuniformidad en el desarrollo y madurez de vainas en una misma planta. Ciclo agrícola 2022/23, INTA EEA Paraná.

Al finalizar el llenado de granos, a fines de marzo y comienzo de abril, se observó en general para todos los cultivares, que las vainas poseían 1 y 2 granos, y muchas presentaban el espacio de un segundo o tercer grano que había abortado (Fig.5 A). Al momento de la cosecha, principalmente los cultivares de GM IV, presentaron granos en los cuales se observó la interrupción abrupta del llenado de estos, quedando muchos deformados, aplastados y con retención de pigmentos verdes (Fig. 5 B).

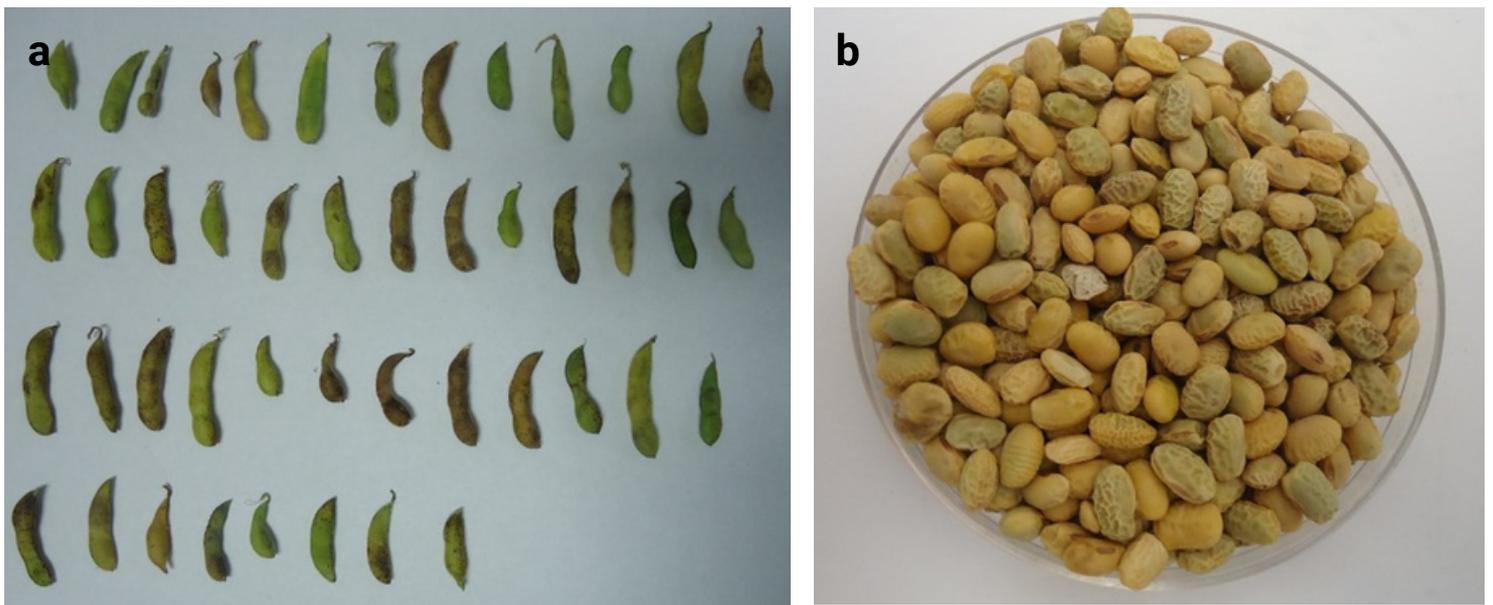


Figura 5. A) Vainas de uno o dos granos y con aborto de granos; B) Granos deformados y con retención de pigmentos verdes en un cultivar de GM IV. Ciclo agrícola 2022/23, INTA EEA Paraná.

En cultivares de los GM V, VI, VII y VIII, no se observó la retención de pigmentos verdes, pero si hubo deformación de granos, y granos más chicos en comparación al ciclo agrícola 2021/22 (Fig. 6).



Figura 6. Cultivar del GM V largo. A) Granos normales del ciclo agrícola 2021/22 y; B) Granos con deformaciones por interrupción del llenado y de menor peso del ciclo agrícola 2022/23.

Los rendimientos de los cultivares de soja dentro de cada GM y cada ciclo agrícola (Tabla 1) muestran que en el último ciclo agrícola 2022/23 fueron inferiores comparados con los de 2021/22. Esto se debió principalmente al déficit hídrico, aun cuando difirieron en el barbecho, cultivo antecesor y unos 9 días en la fecha de siembra. Algo similar se puede observar con el P100, asociado directamente con el rendimiento.

Sin embargo, para el GM VII y VIII se observó un valor mayor de P100 respecto al ciclo agrícola anterior, posiblemente se puede asociar esto al incremento de lluvias hacia el final del ciclo del cultivo (fines de abril), lo que permitió compensar con un mayor crecimiento de granos. Valores similares de disminución de rendimiento y peso de semillas también fueron observados en trabajos como el de Vicentin y Gallardo (2018) cuando se compararon diferentes cultivares de soja y su desempeño en los ciclos agrícolas 2016/17 y 2017/18 con régimen hídrico contrastante.

En el caso de los porcentajes de aceite y proteína en grano, los valores fueron variables de acuerdo con el GM y ciclo agrícola. En el caso de los cultivares de los GM IV corto, IV largo y V corto, se registraron en general valores más bajos que los del GM V largo en adelante, debido a que el crecimiento de granos ocurrió en momentos con condiciones climáticas menos favorables para el desarrollo de los granos.

Tabla 1. Rendimiento, peso de 100 granos (P100), contenido de aceite y proteína, error estándar y p-valor de la apertura de la interacción para los ciclos agrícolas 2021/22 y 2022/23. INTA EEA Paraná.

	Grupo de madurez						
	IV corto	IV largo	V corto	V largo	VI corto	VI largo	VII y VIII
Rendimiento (kg ha⁻¹)							
2021/2022	3088	3719	4086	4099	3668	3797	3540
2022/2023	1652	1818	1418	1554	1334	1558	1998
EE	9,256	12,254	15,566	14,201	12,366	14,427	8,170
p-valor	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
P100 (g)							
2021/2022	14,7	15,7	15,4	16,1	15,8	16,5	16,6
2022/2023	11,9	13,3	11,8	12,6	12,7	15,2	17,2
EE	0,403	0,403	0,460	0,466	0,544	0,403	0,544
p-valor	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0032	0,2701
Aceite (%)							
2021/2022	26,4	27,3	24,6	25,1	23,4	23,1	22,6
2022/2023	25,3	26,9	25,2	26,7	24,8	23,7	23,1
EE	0,299	0,299	0,341	0,346	0,404	0,299	0,404
p-valor	0,0004	0,1592	0,0683	<0,0001	0,0009	0,0365	0,2453
Proteína (%)							
2021/2022	35,0	33,7	35,0	35,0	36,4	35,0	35,0
2022/2023	34,6	33,4	35,9	35,0	37,2	37,8	37,8
EE	0,409	0,409	0,464	0,472	0,542	0,409	0,542
p-valor	0,4328	0,4499	0,0500	0,8680	0,1384	<0,0001	<0,0001

En síntesis...

Las condiciones climáticas del ciclo agrícola 2022/23 afectaron fuerte y diferencialmente a los cultivares de distintos GM, asociado principalmente al momento en el cual ocurrió el déficit hídrico y/o estrés térmico y el momento del desarrollo de granos dentro de cada GM.

Los pronósticos climáticos extendidos y el conocimiento del comportamiento de los cultivares dentro de cada GM, disponibles en las bases de datos de la RECSO y de empresas comerciales, son herramientas útiles que podrían permitir seleccionar los cultivares y GM de soja más adecuados para mitigar los efectos de futuros ciclos agrícolas con eventos extremos.

Para seguir leyendo ...

BOLSA DE COMERCIO DE ROSARIO (BCR) - GUÍA ESTRATÉGICA PARA EL AGRO (GEA) 2023. Informe especial mensual sobre cultivos - Año XII - N° 160. https://www.bcr.com.ar/sites/default/files/2023-05/informe_especial_160_2023_05_10_2.pdf [Verificación: njunio 2023].

FEHR W. and C. CAVINESS. 1977. Stages of soybean development. Iowa Agricultural experimental Station. Special Report No. 80. <https://core.ac.uk/download/pdf/83024475.pdf> [Verificación: julio 2021].

VICENTIN I.G. y M.A. GALLARDO 2018. Rendimiento y calidad del cultivo de soja en dos ciclos agrícolas con régimen hídrico contrastante en Entre Ríos Actualización Técnica Soja. Serie Extensión N° 83. p. 63-67

Para más información:
vicentin.ignacio@inta.gob.ar