

# Información Técnica

## PRODUCCIÓN VEGETAL

### 2022

Estación Experimental Agropecuaria Rafaela



Información técnica  
**PRODUCCIÓN VEGETAL**  
2022

Publicación Miscelánea

**Año 11. N° 2**

ISSN en línea: 2314-3126

**INTA**

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Centro Regional Santa Fe

**Estación Experimental Agropecuaria Rafaela**

*Área Producción Vegetal*

# INFORMACIÓN TÉCNICA

## Producción Vegetal

### 2022

**Editor responsable:** INTA EEA Rafaela

**Director:** Ing. Prod. Agr. (M.Sc.) Jorge Villar Ezcurra

**Comité editorial:** Comisión de publicaciones INTA EEA Rafaela

**Compaginación y edición:** Lic. Edaf. (M.Sc.) Verónica Sapino

*Se permite la reproducción total o parcial de su contenido citando la fuente.*

ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA RAFAELA

Ruta 34 km 227(2300) Rafaela, Santa Fe

Teléfonos: (03492) 440121/440125

<https://inta.gob.ar/rafaela>

[eearafaela@inta.gob.ar](mailto:eearafaela@inta.gob.ar)

## ÍNDICE

1. ENSAYO COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE VARIEDADES DE TRIGO PAN EN EEA INTA RAFAELA. CAMPAÑA 2021.....1
2. *BRASSICA CARINATA*, UNA ALTERNATIVA INVERNAL VIABLE PARA LA REGIÓN CENTRO DE SANTA FE .....9
3. EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE GIRASOL EN SAN JUSTO, SANTA FE. CAMPAÑA 2021/2022.....19
4. ENSAYO COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE HÍBRIDOS DE SORGO GRANÍFERO EN INTA RAFAELA. CAMPAÑA 2021-22.....25
5. ENSAYOS COMPARATIVOS DE RENDIMIENTO DE MAÍZ EN FECHA DE SIEMBRA TEMPRANA. CAMPAÑA 2021-22 .....36
6. EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE MAÍZ EN SIEMBRAS TARDÍAS EN LA LOCALIDAD DE CERES, SANTA FE. CAMPAÑA 2021/2022.....49
7. EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE SOJA DE LOS GRUPOS DE MADUREZ IV A VII. INTA RAFAELA. CAMPAÑA 2021/2022. ....53
8. HUMEDAD A MADUREZ FISIOLÓGICA Y LLENADO EFECTIVO DE GRANOS EN CULTIVO DE GIRASOL .....69
9. DIVERSIDAD DE ARTRÓPODOS EN CULTIVOS DE SERVICIO MONOFÍTICOS Y POLIFÍTICOS Y EN BORDES DE VEGETACIÓN .....79
10. EVALUACIÓN DEL DAÑO CAUSADO POR LA ARAÑUELA ROJA, *TETRANYCHUS URTICARE* (ACARI: TETRANYCHIDAE), Y ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS DE RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE SOJA.....88
11. OBTENCIÓN DE UN NUEVO CULTIVAR DE *PANICUM COLORATUM* var. MAKARIKARIENSE (KARAI INTA) CON INCREMENTADA TOLERANCIA A LA SALINIDAD .....96
12. DINÁMICA DEL NIVEL FREÁTICO EN EL DEPARTAMENTO LAS COLONIAS (SANTA FE). SEPTIEMBRE 2021 - MAYO 2022.....105
13. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA MEDICIÓN DE CARBONO DE BIOMASA MICROBIANA EN EL SUELO MEDIANTE UN ENSAYO DE INTERLABORATORIO.....113
14. IMPORTANCIA DE LAS ESPECIES VEGETALES DE CRECIMIENTO ESPONTÁNEO EN LOS AGROECOSISTEMAS. APORTES CONCEPTUALES Y PRÁCTICOS.....117

## **ENSAYO COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE VARIEDADES DE TRIGO PAN EN EEA INTA RAFAELA. CAMPAÑA 2021.**

ROSETTI, L.<sup>1\*</sup>, ZUIL, S.<sup>1</sup>, SCHLIE, G.<sup>1</sup>, PICCO, J. M.<sup>2</sup> y MASSONI, F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IDICAL (INTA-CONICET)

<sup>2</sup> INTA EEA Rafaela

\*Autor de contacto: [zuil.sebastian@inta.gob.ar](mailto:zuil.sebastian@inta.gob.ar)

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trigo (*Triticum aestivum* L.) es el cereal invernal más importante que se produce en la Argentina y el principal cultivo que interviene en las secuencias de la región central de la provincia de Santa Fe. Su producción afecta de manera positiva al sector económico de las zonas de influencia y actúa como un factor dinamizador de la economía en el sector primario e industrial y de servicios relacionados. Además, es clave en las rotaciones para mejorar la sustentabilidad ambiental y productiva de los lotes.

En general, rendimiento, sanidad y calidad es el orden de los aspectos que inciden en la elección de la variedad. Los tres aspectos mencionados son intrínsecos al genotipo, con respuesta ligada al ambiente. Por esta razón, si el ambiente es bueno, se intentará capitalizarlo con un conjunto de variedades de alto potencial. Contrariamente, para ambientes que presentan restricciones para satisfacer las demandas del cultivo (fundamentalmente factores abióticos), los genotipos a considerar serán otros.

Dentro de los factores bióticos, los insectos plaga del cultivo tales como los gusanos blancos, gorgojos, pulgones, orugas defoliadoras y desgranadoras y las chinches, se presentan anualmente con distintos niveles de abundancia. En la campaña 2021, como consecuencia de la ausencia de precipitaciones, se registró el pulgón amarillo de los cereales (*Metopolophium dirhodum*) y el pulgón negro de los cereales (*Sipha maydis*) como principales insectos plaga en el trigo. Ambas especies, se alimentan mediante su aparato bucal picador-suctor con estiletes que succionan la savia de los tejidos e inyectan saliva fitotóxica, lo que provoca una disminución en el crecimiento vegetal.

Por otra parte, las enfermedades fúngicas amenazan anualmente el crecimiento y desarrollo del cultivo. Dependiendo de las condiciones ambientales y del perfil sanitario del cultivar, se pueden observar con mayor frecuencia enfermedades como Roya amarilla (*Puccinia striiformis* f. sp. tritici) (RA), Roya de la hoja (*Puccinia triticina* Eriks) (RH), Roya del tallo (*Puccinia graminis* f. sp. Tritici) (RT) y Mancha amarilla (*Pyrenophora tritici-repentis*) (MA). Estas enfermedades pueden causar el deterioro total o parcial del área fotosintéticamente activa generando mermas en el rendimiento final del cultivo.

Por lo tanto, es de fundamental importancia conocer tanto la productividad como el perfil sanitario de las variedades, de modo de reducir el error al momento de seleccionárselas. Por esta razón, el objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento productivo y sanitario de variedades comerciales de trigo pan en un ambiente productivo representativo de la zona centro oeste de Santa Fe, con el fin de aportar información de utilidad para la selección correcta de las variedades.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo en franjas comparativas se sembró el 02-07-2021 en el campo experimental del INTA Rafaela (31°12'08" S y 61°29'58" O. Figura 1), provincia de Santa Fe, sobre un suelo Argiudol típico (serie Rafaela) de textura franco-limosa, proveniente de un cultivo de soja de primera (rendimiento promedio 3.500 kg ha<sup>-1</sup>).



**Figura 1:** Ubicación del lote.

Se evaluó el comportamiento productivo y sanitario de 10 variedades comerciales de trigo pan (Tabla 1). Las unidades experimentales fueron franjas de 4,83 m de ancho (23 surcos distanciados a 0,21 m), por 150 m de largo. La densidad utilizada fue de 130 kg ha<sup>-1</sup>. Posterior a la siembra se realizó la aplicación al voleo de 200 kg ha<sup>-1</sup> de Urea (46% N).

**Tabla 1:** Empresa semillera, nombre comercial, ciclo y grupo de calidad (GC) de los cultivares evaluados en cada fecha de siembra durante la campaña 2021 en la EEA INTA Rafaela.

Empresa	Variedad	Ciclo	GC
ACA	ACA 909	CC	2
Buck	Buck Cumelen	CI	2
	Buck Saeta	CC	1
	Buck Cambá	CC	1
Don Mario	Ñandubay	CI	2
	Pehuén	CI	2
Klein	Klein Favorito II	CI	3
	Klein Geminis	CL	3
	Klein Cien años	CL	1
Nidera	Baguette 550	CI	2

\*CC= ciclo corto, CI= ciclo intermedio y CL= ciclo largo

Previo a la siembra se realizaron dos muestreos de suelo, uno de 0 a 20 cm para el análisis químico y otro, para el análisis de contenido de agua útil inicial, al metro y medio de profundidad. Los resultados del análisis químico (Tabla 2), indican un bajo contenido de nitratos (N-NO<sub>3</sub>), pH levemente ácido y valores adecuados de fósforo (P).

**Tabla 2:** Valores de los parámetros químicos de suelo (0-20 cm) obtenidos y analizados en el ensayo y sus correspondientes valores de referencia (rango de normalidad).

	Parámetros químicos	Valores de referencia
Materia orgánica (%)	2,31	2,5-3,2
Nitrógeno de nitratos (ppm)	6,8	16-20
Nitrógeno Total (%)	0,107	0,14-0,15
Fósforo Extraíble (ppm)	28,4	18-30
pH actual (1:2,5)	6	6,6-7,2

El agua útil almacenada en el suelo al momento de la siembra a un metro y medio de profundidad fue de 147,1 mm, lo que representa el 45,6% de la capacidad máxima de retención.

Para el control de malezas en presiembra se realizó una aplicación de Glifosato, Metsulfurón metil y Dicamba (2.500 cm<sup>3</sup>, 8 g y 150 cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, respectivamente).

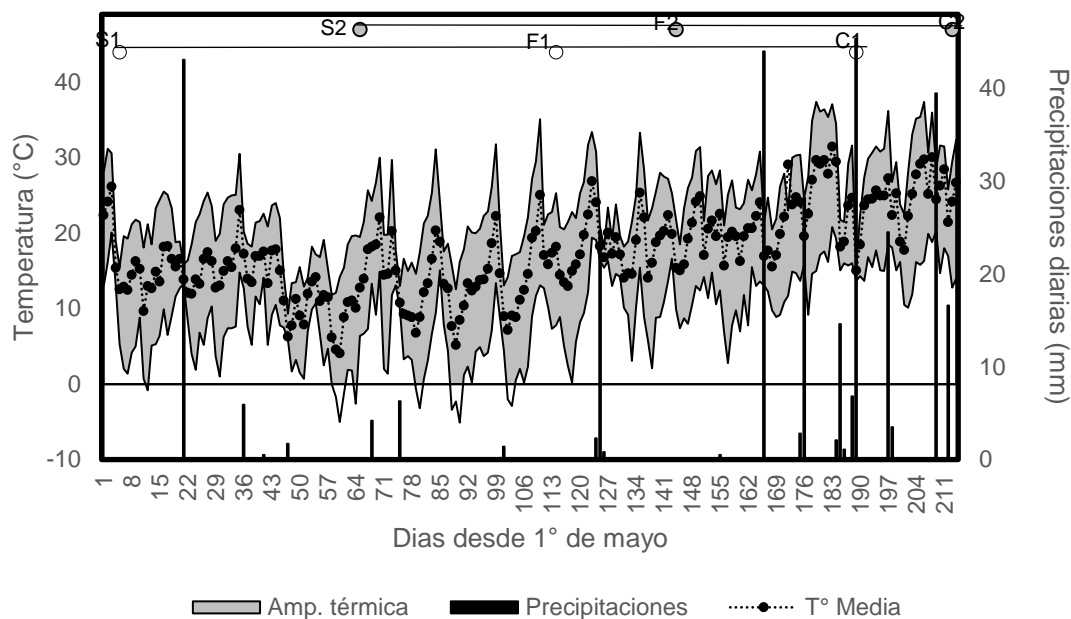
Se evaluó el comportamiento de las variedades en dos tratamientos i) con protección fitosanitaria frente a enfermedades e insectos (CP) y ii) sin aplicación de fitosanitarios (SP), en 2 repeticiones. El tratamiento CP consistió en una aplicación de fungicida fluxapyroxad (5 g litro<sup>-1</sup> p.a.) + pyraclostrobin (8,1 g litro<sup>-1</sup> p.a.) + epoxiconazole (5 g litro<sup>-1</sup> p.a.), a una dosis de 1,2 litros ha<sup>-1</sup> y primicarb 50 g (200 cc ha<sup>-1</sup>) para el control de pulgones. La aplicación se realizó el 27-09-2021, en el estadio Z 5.5.

Las evaluaciones de RH y RA se realizaron según la escala diagramática porcentual de Cobb modificada por Peterson (Peterson *et al.*, 1948). En Roya del tallo (RT) se evaluó utilizando la misma escala, pero su evaluación se realizó tanto en tallo como en hojas. En cuanto a las enfermedades que componen el complejo de manchas foliares se evaluó el nivel de severidad según la escala propuesta por Bronnimann (Bronnimann, 1968).

La cosecha se realizó el 23-11-2021 de manera mecánica sobre una superficie aproximada de 14 m<sup>2</sup> por franja. Se estimó el rendimiento de grano (corregido a 14 % de humedad) y el peso de granos (mg). Los datos obtenidos fueron analizados mediante modelos lineales generales y mixtos (GLM). Para ello se empleó el Software INFOSTAT (versión 2020).

## RESULTADOS

El inicio de la campaña agrícola de trigo 2021 estuvo caracterizado por limitaciones hídricas, ya que durante los meses de mayo y junio las precipitaciones acumuladas alcanzaron los 51,3 mm, valores inferiores a la media. A pesar de ello, se logró una buena implantación del cultivo (Figura 2). Posteriormente, durante los meses de julio, agosto y septiembre las condiciones de humedad continuaron siendo limitantes ya que solo se registró un total acumulado de 39,9 mm. Sin embargo, durante octubre, se registraron 77,6 mm coincidiendo con el momento de ocurrencia del período crítico del cultivo, lo que sumado a condiciones fototérmicas favorables, le permitió al cultivo la obtención de buenos rendimientos.



**Figura 2:** Registro de la amplitud térmica (°C), precipitaciones (mm) y temperatura media (°C) para el período comprendido entre mayo 2021 y noviembre 2021. Datos obtenidos de la Estación Meteorológica INTA EEA Rafaela.

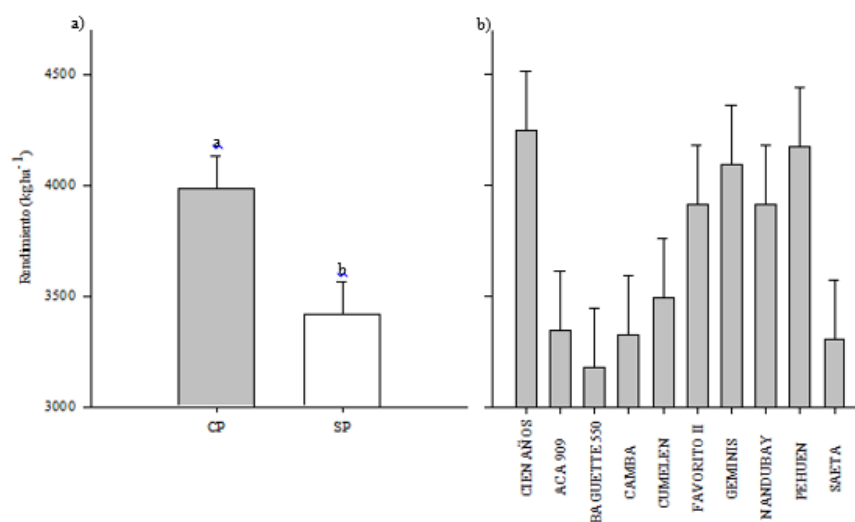
Se encontraron diferencias significativas entre las variedades CP y SP ( $p < 0,0007$ ), donde el rendimiento alcanzado por los cultivares tratados superó en 14% ( $560 \text{ kg ha}^{-1}$ ) a los no tratados.

El rendimiento promedio alcanzado en el ensayo fue de  $3.700 \text{ kg ha}^{-1}$ , encontrándose diferencias significativas del potencial productivo entre variedades ( $p < 0,01$  - Tabla 3). La interacción entre el factor tratamiento (aplicación de fitosanitarios) y cultivares no fue significativa, por lo cual todos los cultivares presentaron una respuesta similar al control de enfermedades e insectos. Se diferenciaron 3 grupos de productividad (Figura 3).



**Tabla 3:** Valores promedio de rendimiento de los tratamientos con y sin protección fitosanitaria ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) y peso de granos (mg) y sus correspondientes desvíos estándar.

	Rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ )		PG (mg)	
	CP	SP	CP	SP
ACA 909	4.020 ± 344	2.675 ± 1.159	40,9 ± 2	40,3 ± 1
CAMBA	3.755 ± 269	2.892 ± 681	36,1 ± 1	34,2 ± 1
CUMELLEN	3.336 ± 223	3.650 ± 1.119	33,9 ± 1	34,1 ± 1
SAETA	3.656 ± 614	2.959 ± 780	37,1 ± 1	36,3 ± 1
ÑANDUBAY	4.185 ± 530	3.645 ± 357	31,7 ± 1	31,9 ± 1
PEHUEN	4.264 ± 674	4.080 ± 978	38,7 ± 1	38,5 ± 2
CIEN AÑOS	4.419 ± 894	4.073 ± 787	35,4 ± 1	36,4 ± 1
FAVORITO II	4.076 ± 636	3.751 ± 910	35,7 ± 1	33,4 ± 1
GEMINIS	4.071 ± 597	4.117 ± 729	35,5 ± 2	35,3 ± 1
BAGUETTE 550	4.026 ± 212	2.334 ± 624	34,1 ± 1	34,2 ± 1
Promedio	3.981	3.418	35,9	35,5
Variedad	**		**	
Protección	**		NS	
Interacción (Variedad x protección)	NS		NS	



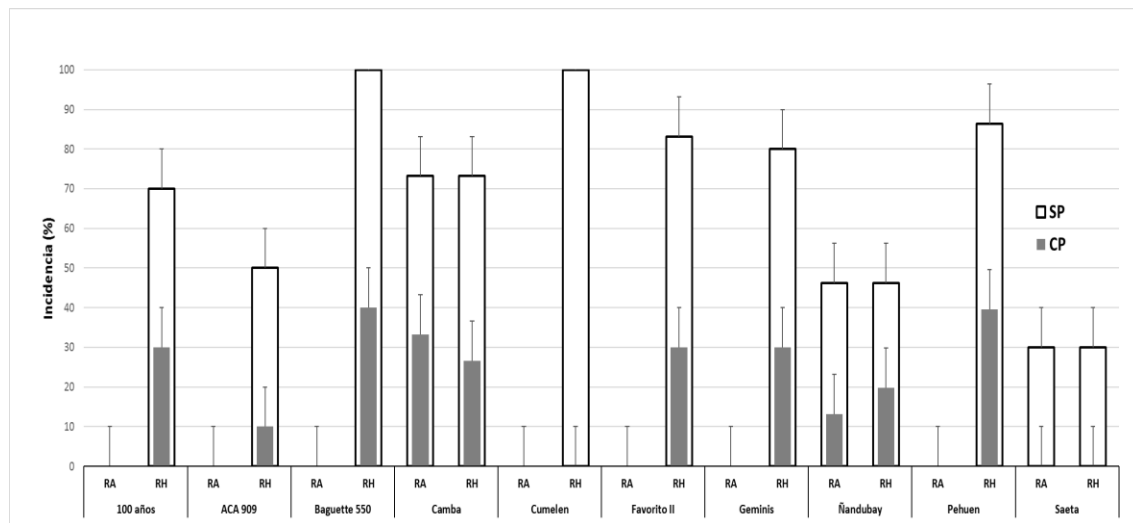
**Figura 3:** a) Rendimiento promedio (corregido al 14% de humedad,  $\text{kg ha}^{-1}$ ) correspondiente a variedades con tratamiento de protección (CP) y sin tratamiento (SP). b) Rendimiento promedio (corregido al 14% de humedad,  $\text{kg ha}^{-1}$ ) de las variedades evaluadas durante la campaña. Líneas verticales corresponden al error estándar de los datos. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos

## PERFIL SANITARIO

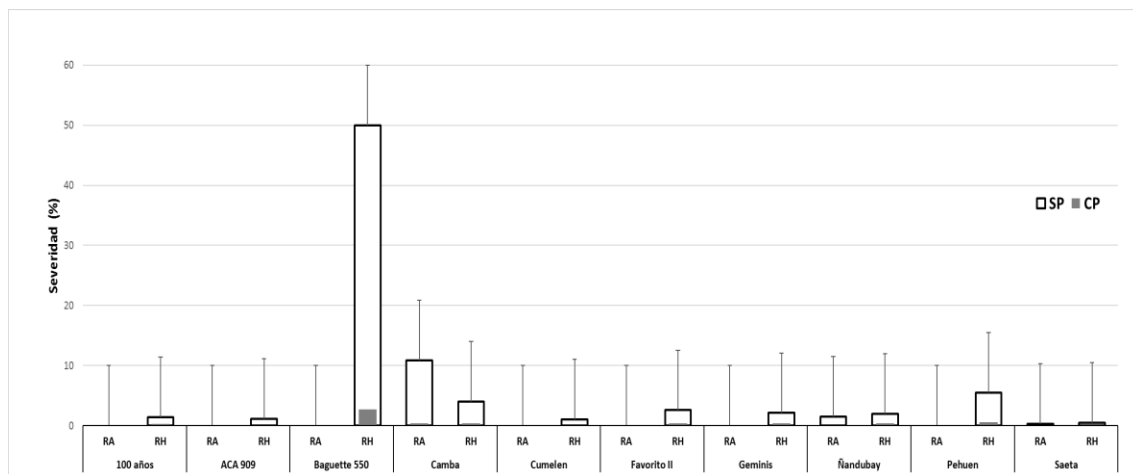
Las precipitaciones inferiores a los promedios históricos durante el otoño-invierno favorecieron la presencia del pulgón amarillo de los cereales (*M. dirhodum*) encontrándose inicialmente en el envés de las hojas inferiores en forma aislada (2 pulgones por planta en encañazón; 6 pulgones por tallo en hoja bandera) y del pulgón negro de los cereales (*S. maydis*) formando grupos de 8 individuos por planta, principalmente en la inserción de las hojas con el tallo. Sin bien estos áfidos en presencia de altas densidades provocan una disminución del crecimiento de la planta, clorosis, deformación de órganos y reducen la capacidad fotosintética, han sido registrados en valores por debajo del umbral de daño (U.D). Para pulgón amarillo el UD es de 15 a 20 pulgones por planta en encañazón y 40 a 50 pulgones por tallo en hoja bandera y espigazón (Aragón, 1997). En el caso del pulgón negro, los umbrales aun no fueron estimados, sin embargo, se hallaron en baja abundancia.

Con respecto a las enfermedades que se observaron a lo largo de la campaña y las condiciones ambientales antes descriptas, se pudo registrar principalmente RH y RA. La evolución de estas enfermedades comenzó a presentarse y aumentar su intensidad hacia mediados de octubre conforme ocurrieron eventos pluviométricos. El cultivar Cambá registró diferencias estadísticas significativas con respecto al resto de los cultivares en las variables incidencia y severidad de RA ( $p < 0,05$ ), con valores de 10 % y 73 %, respectivamente (Figura 4).

Para RH, las variables de incidencia y severidad mostraron una intensidad mayor y se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ , Figura 5). Los cultivares Cumelen y Baguete fueron los que presentaron mayores niveles de incidencia con valores del 100% y la severidad más alta fue en Baguete 550 con un valor del 50% del área foliar. Tanto para MA como RT la intensidad fue muy baja debido a las condiciones ambientales durante el cultivo y sobre todo hacia el final del mismo para RT.



**Figura 4:** Incidencia (%) de roya amarilla (RA) y roya de la hoja (RH) en cultivares de trigo, CP y SP: con y sin aplicación de fungicida foliar, respectivamente. Líneas verticales representan el error estándar de los datos.



**Figura 5:** Severidad (%) de roya amarilla (RA) y roya de la hoja (RH) en cultivares de trigo, CP y SP: con y sin aplicación de fungicida foliar, respectivamente. Líneas verticales representan el error estándar de los datos.

## CONSIDERACIONES FINALES

Durante la campaña 2021, si bien el ciclo del cereal estuvo marcado por condiciones restrictivas de humedad, se registraron precipitaciones durante los momentos clave del cultivo para la generación del rendimiento que, acompañado con condiciones termales favorables, permitieron la obtención de buenos rendimientos.

Respecto a las limitantes bióticas, se registró la presencia del pulgón amarillo de los cereales y del pulgón negro de los cereales, aunque en bajos niveles poblacionales que no afectaron el desarrollo del cultivo.

Las enfermedades fúngicas se presentaron en una intensidad promedio baja, esto se debió a que las condiciones ambientales no fueron óptimas para la infección y posterior colonización de los patógenos. Las evoluciones de las enfermedades estuvieron relacionadas a la ocurrencia de precipitaciones, por lo que el aumento de la intensidad se registró hacia el final del ciclo del cultivo.

El tratamiento con protección fue el que registró el mayor rendimiento encontrándose diferencias significativas con el no tratado. Asimismo, se encontraron diferencias significativas en el comportamiento productivo de las distintas variedades.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Aragón, J.C. 1997. Plagas del trigo y su control. En: Trigo. Actualización técnica 1996/1997. INTA, E.E.A. Marcos Juárez y SAPyA. pp. 41-45.
- Bronniman, A. 1968 On *Septoria nodorum* Berk., the pathogen causing leaf blotch and glume blotch of wheat. *Phytopathologische Zeitschrift*. V. 6, p. 101-146.
- Peterson, R. F.; Campbell, A. B.; Hannah, A. E. 1948. A diagramatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals. *Canadian Journal of Research*, 26:415-421.

## **BRASSICA CARINATA, UNA ALTERNATIVA INVERNAL VIABLE PARA LA REGIÓN CENTRO DE SANTA FE**

ZUIL, S.<sup>1</sup>, ROSETTI, L.<sup>1</sup>, VELLAZ, O.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> IDICAL (INTA-CONICET)

<sup>2</sup> NUSEED Argentina S.A.

\*Autor de contacto: [zuil.sebastian@inta.gob.ar](mailto:zuil.sebastian@inta.gob.ar)

### **INTRODUCCIÓN**

*Brassica carinata*, también llamada colza etíope, mostaza etíope, mostaza abisinia o carinata, es una especie perteneciente a la familia de las crucíferas o *Brassicaceae*. En algunas regiones de África (Alemayehu y Becker, 2002), carinata se cultiva como comestible, pero tiene altos niveles de ácido erúico y glucosinolatos indeseables para la dieta humana (Getinet et al., 1997), por lo que en la actualidad ha sido reemplazada por la colza (*Brassica napus*), con la que se encuentra estrechamente emparentada.

Su inclusión en la rotación puede resultar muy importante debido a que sus raíces pivotantes contribuyen en la mejora de la estructura del suelo (aspectos físicos) y aportan carbono al sistema edáfico. Asimismo, su rápido crecimiento la convierte en una buena competidora con las malezas, disminuyendo la cantidad de aplicaciones y logrando planteos productivos más sustentables. Otras ventajas estratégicas de este cultivo son la desocupación temprana del lote, al cosecharse en el mes de noviembre permite la realización del cultivo estival de manera anticipada, su menor tendencia al desgrane (no tiene dehiscencia) y la menor susceptibilidad a enfermedades (Falasca y Ulberich, 2010).

Carinata no es un *commodity* como el trigo, sino que es una *speciality* que se comercializa bajo contratos y está orientado a un mercado específico, como el biodiesel. El producto cosechable (granos) contiene un aceite no comestible de alta calidad, por lo que resulta una alternativa para la producción de biocombustibles de segunda generación. También es utilizado como harina para alimentación animal, por su alto contenido proteico y bajo contenido de fibra. La particularidad de ser un *speciality* hace que la formación de precios sea diferente (más elevada) a los cultivos agrícolas de renta comunes, lo que, sumado al bajo uso de insumos fitosanitarios, hace que su rentabilidad sea mucho mayor.

Así como la colza, carinata tiene elevados requerimientos hídricos y es muy exigente en cuanto a fertilidad de nitrógeno (N) y azufre (S) (Ferraris et al. 2020). Actualmente, en el mercado existen un híbrido y una variedad de esta especie y se desconoce tanto el comportamiento productivo como la época de siembra en la que se maximizan los rendimientos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento productivo y económico de dos cultivares de *B. carinata* en dos épocas de siembra en la zona centro oeste de Santa Fe.

### **MATERIALES Y MÉTODOS:**

El experimento se sembró en la EEA INTA Rafaela (Lat. 31°12'S 61°30' W) durante la campaña 2021. Los cultivares de *B. carinata* utilizados fueron Nujet 400 (híbrido) y Avanza 641 (variedad) proporcionados por la empresa NUSEED S.A. Los tratamientos consistieron en una combinación de los cultivares en dos épocas de

siembra. La siembra para la primera época se realizó en mayo (07/05/2021) y para la segunda en julio (04/07/2021).

El experimento fue conducido bajo un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones, las unidades experimentales consistieron en siete surcos distanciados a 20 cm y 5 m de largo (7 m<sup>2</sup>) (Figura 1). Las parcelas se mantuvieron en condiciones de secano, libres de malezas e insectos perjudiciales.



**Figura 1.** Detalle fotográfico de **a)** las parcelas distribuidas por época de siembra, **b y c)** varas florales con flores abiertas durante el periodo de floración, **d y e)** detalle de las silicuas en diferentes momentos del llenado de granos, **f)** carinata al comienzo del llenado de granos, **g)** cosecha de las parcelas con máquina experimental, **h e i)** volumen de rastrojo en superficie que quedó en el lote luego de la trilla de las parcelas.

El ensayo se implantó sobre un suelo Argiudol típico (Serie Rafaela), de textura franco-limosa (USDA Soil Taxonomy). Previo a la siembra, se realizó un análisis químico del suelo (materia orgánica, nitrógeno total, N-NO<sub>3</sub>, P disponible, pH y conductividad eléctrica) para cada fecha de siembra, en el laboratorio de suelos de

la EEA INTA Rafaela. Las condiciones químicas al inicio de los ensayos (Tabla 1) indicaron adecuados contenidos de materia orgánica, pH levemente ácido y valores adecuados de fósforo (P) y nitrógeno total (Nt). Esto indica una fertilidad potencial de adecuada a buena, mientras que sólo para la primera época presentó un bajo contenido de N-NO<sub>3</sub> indicando baja fertilidad actual.

Además, se realizó la determinación de contenido de agua útil (AU) a 1 y 1,5 m de profundidad por gravimetría. En cuanto al contenido de AU total a 1,5 metros de profundidad, fue muy buena en ambas épocas de siembra, comprendida entre 159 y 170 mm aproximadamente (Tabla 1)

**Tabla 1.** Valores de parámetros químicos de suelo (0-20 cm) de materia orgánica (MO, %), nitrógeno de nitratos (N-NO<sub>3</sub>, ppm), nitrógeno total (NT, %), fósforo extractable (ppm), pH (1:2,5) actual y Azufre (S-SO<sub>4</sub>, ppm) obtenidos en el experimento de *B. carinata*. Además, se presentan los respectivos valores de referencia (rango de normalidad). En cada época, se presentan los contenidos de agua útil (en mm) a 1 y 1,5 m de profundidad a la siembra de los ensayos.

Análisis químico de suelo a la siembra

	Fecha de muestreo		Valores adecuados de referencia
	05/05/2021	07/05/2021	
MO (%)	2,78	3,56	2,5-3,2
N-NO <sub>3</sub>	14,4	33,8	16-20
NT (%)	0,14	0,19	0,14-0,15
Fósforo (ppm)	38,6	49,5	18-30
pH actual	6,1	5,8	6,6-7,2
CE (mS cm <sup>-1</sup> )	0,165	0,234	4-8
Azufre (S-SO <sub>4</sub> , ppm)	18,3	17	--

Contenido hídrico en suelo a la siembra

	1° época	2° época
AU 1,0 m (mm)	118	96
AU 1,5 m (mm)	170	159

Los datos climáticos de temperatura y precipitaciones se obtuvieron de la Estación Meteorológica de la EEA INTA Rafaela ubicada a 1.000 m del lugar donde se realizó el experimento.

Las determinaciones realizadas fueron i) Fenología: Fecha de siembra, emergencia, roseta, elongación de vara floral, inicio de floración y de corte-cosecha, adaptada de Colza, proveniente del CETIOM (Arnoud,1989); ii) Vuelco (escala usada por NUSEED, donde 7 y 1 corresponde a completamente volcada y sin vuelco, respectivamente); iii) Porcentaje de dehiscencia (escala usada por NUSEED, donde 7 y 1 corresponden a 100% de las silicuas abiertas y sin dehiscencia, respectivamente), iv) Peso de granos (en mg) y v) Rendimiento en grano (corregido a 10% de humedad, en kg ha<sup>-1</sup>).

La cosecha se realizó el 01-11-2021 y 01-12-2021 para la primera y segunda época, respectivamente, de manera mecánica con una cosechadora experimental de parcela (Figura 1g). Los datos obtenidos fueron analizados mediante modelos lineales generales y mixtos (GLM). Las épocas de siembra, cultivares y la

interacción de ambos fueron considerados efectos fijos, mientras que las repeticiones fueron consideradas como efectos aleatorios. Para ello se empleó el Software Infostat, versión 2017 (Di Rienzo *et al.* 2017).

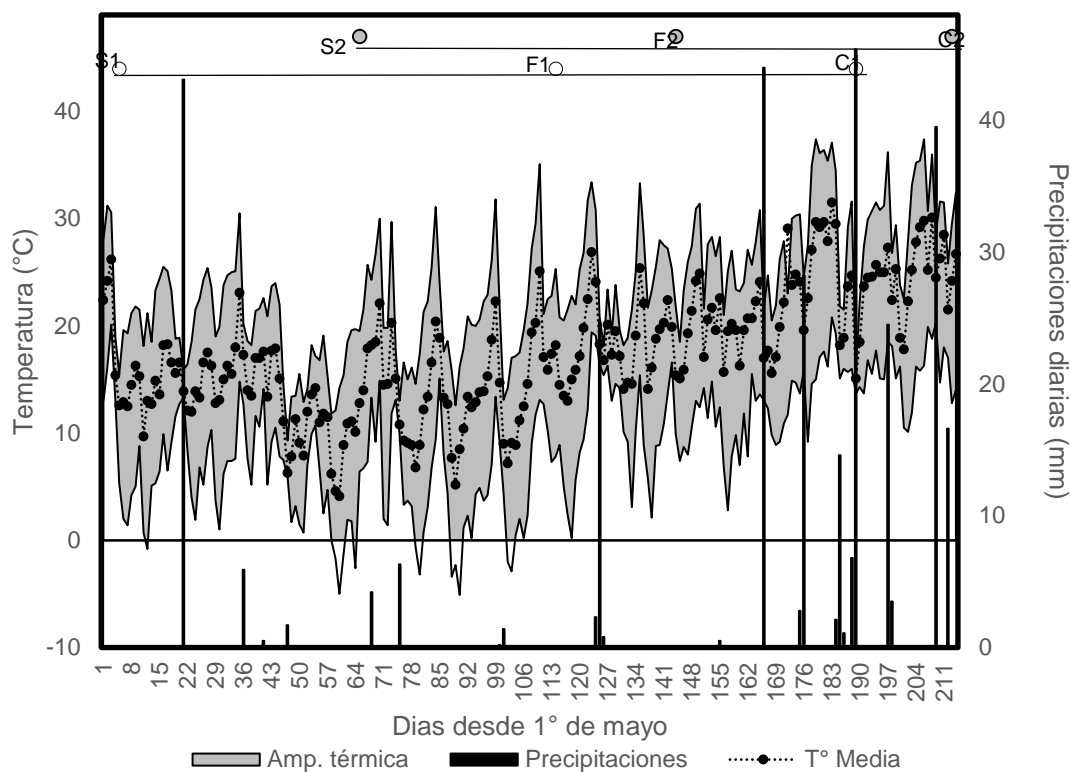
Para el análisis de la rentabilidad de los cultivos invernales, se calcularon los márgenes brutos de trigo y carinata. El cultivo de trigo de referencia que se analizó fue el reportado por Rosetti *et al.* (2022), donde se evaluaron 10 cultivares en franjas de 16 surcos y 150 m de largo, con aplicación de fungicida e insecticida. Los valores de los insumos utilizados fueron los reportados por la revista Márgenes Agropecuarios (05/2021). El costo de la semilla y el precio de la tonelada de grano de carinata (obtenido como promedio de los contratos realizados durante la campaña) fueron aportados por la empresa NUSEED S.A. Todos los márgenes brutos (MB) se realizaron incorporando prácticas de manejo que permitan expresar el potencial genético de cada especie, por lo tanto, para ambos cultivos se consideró la compra de semilla, fertilización con nitrógeno, etc. El valor considerado del dólar de referencia, obtenido del BCRA, fue de 101,89 \$ dólar<sup>-1</sup>. Los costos directos se mantuvieron constantes para los diferentes rendimientos esperados (se evaluó desde 1000 a 6000 kg ha<sup>-1</sup> para ambas especies). Se evaluó el impacto de la variabilidad ambiental sobre los márgenes brutos (a igualdad de insumos, la variación en rendimientos se debe a la potencialidad del ambiente para la expresión). Los análisis se realizaron en tres escenarios que son los que frecuentemente se encuentran en nuestra zona i) CP (producción en campo propio, ii) CAF (campo arrendado con valor fijo de 12 qq ha<sup>-1</sup> de soja) y iii) CAP (campo arrendado a porcentaje del 25 %).

## **RESULTADOS**

### **Condiciones climáticas y fenología**

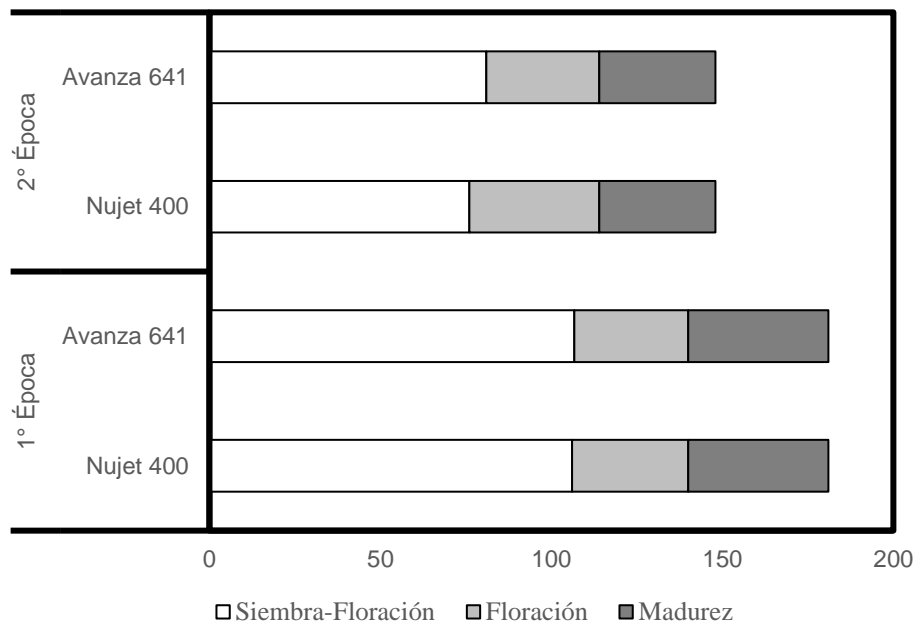
En ambas épocas, las condiciones ambientales acompañaron bien el crecimiento y desarrollo del cultivo (Figura 2). En la época 2 ocurrieron heladas de variada intensidad, que no afectaron el desarrollo de las parcelas de ninguno de los cultivares. Durante los meses de julio, agosto y septiembre las precipitaciones totales acumuladas fueron de 39,9 mm que, aunque pudieron generar alguna condición de déficit hídrico, fue superada por el abundante AU inicial acumulado en el perfil del suelo (Tabla 1).





**Figura 2.** Amplitud térmica (°C, área gris), temperatura media (°C, línea continua) y precipitaciones diarias (mm, columnas), en función de los días desde 01-05. En líneas continuas están representadas las etapas fenológicas de *B. carinata* de la primera y segunda época en iconos vacíos y grises, respectivamente. S, F y C indican Siembra, Floración media y Corte medio, respectivamente.

En general, no se encontraron diferencias marcadas en la longitud del ciclo de los diferentes genotipos evaluados (Figura 3). La variedad registró similar largo de ciclo a floración y total que el híbrido. El retraso en la fecha de siembra generó una reducción promedio de 26 y 18 % en el periodo de siembra-floración y fin de floración- madurez, respectivamente. El periodo de floración efectiva permaneció constante para ambas épocas de siembra siendo de 34 días. La cantidad de días de siembra a corte fueron de 181 y 148 para la primera y segunda época, respectivamente.



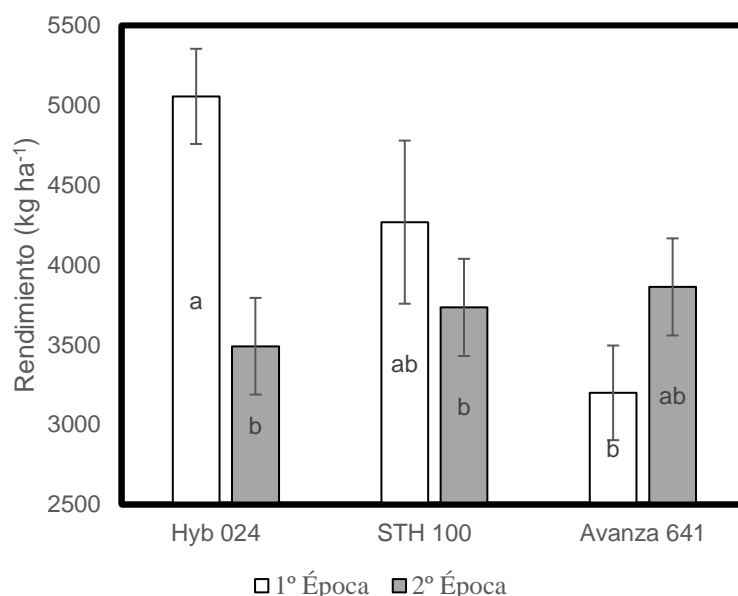
**Figura 3.** Ciclo en días de los cultivares de *B. carinata* de siembra a floración (blanco), floración efectiva (gris claro) y fin de floración a madurez (gris oscuro) correspondientes a la primera y segunda época de siembra.

### Rendimiento y características agronómicas

En la primera época de siembra no se detectó vuelco en ninguna parcela, mientras que en la segunda época de siembra algunos tratamientos presentaron algo de vuelco, pero sin diferencias significativas entre genotipos ( $p > 0,7296$ ). Por otro lado, en ninguna época se registró dehiscencia de silicuas.

En relación al rendimiento del cultivo, hay varios trabajos realizados en carinata, pero en la mayoría de ellos se evaluaron variedades. Seepaul *et al.* (2021) reportaron rendimientos de  $2.900 \text{ kg ha}^{-1}$  de carinata (Cv. Avanza 641) durante una campaña con buena distribución de precipitaciones. En la localidad de Barrow, Iriarte (2013) reportó que un atraso de 40 días provocó una reducción del rendimiento en una variedad de carinata de  $2.750$  a  $2.197 \text{ kg ha}^{-1}$ . En Uruguay, considerando varias campañas y fechas de siembra, los resultados productivos de carinata mostraron una buena adaptación con rendimientos máximos cercanos a los  $6.000 \text{ kg ha}^{-1}$ , especialmente en siembras tempranas (Mazilli *et al.* 2020), mientras que Castro, (citado por Arrarte *et al.* 2018) reportó que el potencial de rendimiento de *B. carinata* es de  $5.000 \text{ kg ha}^{-1}$ .

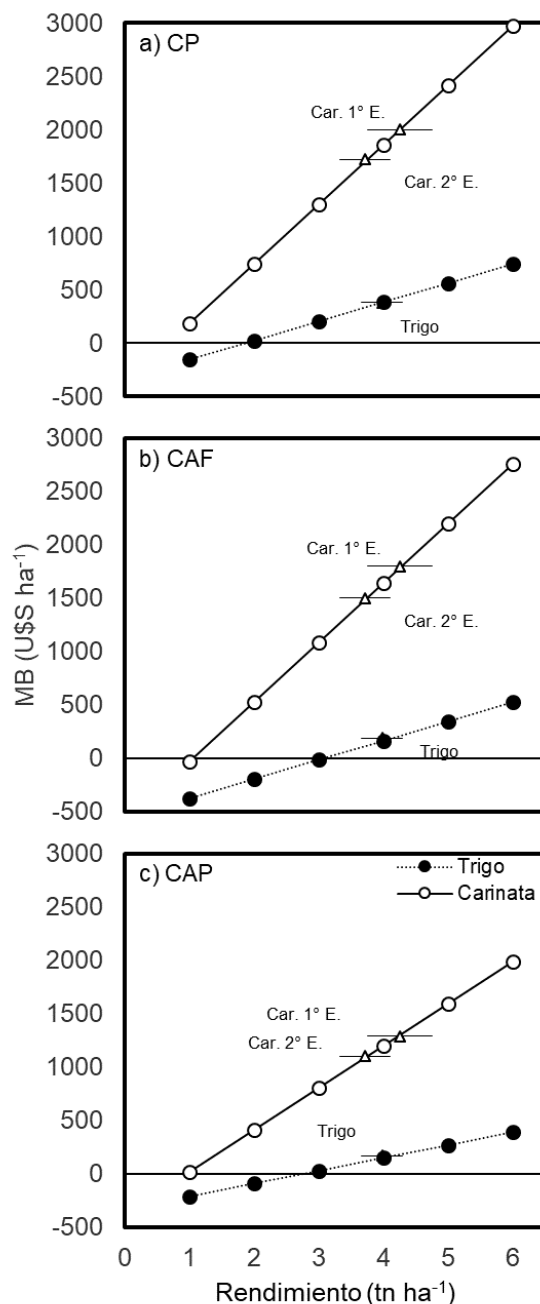
En base a los resultados que se obtuvieron en Rafaela, la interacción entre genotipos y épocas de siembra para el rendimiento de granos (en  $\text{kg ha}^{-1}$ ) presentó diferencias significativas ( $p < 0,0001$ , Figura 4). El híbrido Nujet 400 expresó su potencial productivo en la primera época de siembra, con  $5.055 \text{ kg ha}^{-1}$  mientras que en la segunda época fue de  $3.491 \text{ kg ha}^{-1}$ . Por lo tanto, el retraso en la fecha de siembra redujo el rendimiento aproximadamente  $27 \text{ kg ha}^{-1}$  por día. Asimismo, la variedad Avanza 641 presentó un rendimiento de  $3.862$  y  $3.200 \text{ kg ha}^{-1}$  en la segunda y primera época de siembra, respectivamente. Por lo que, el retraso en la fecha de siembra generó una merma de  $11 \text{ kg ha}^{-1}$  por día.



**Figura 4.** Rendimiento de grano ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de los cultivares de *B. carinata* correspondientes a la primera (blanco) y segunda (gris) época de siembra. Líneas verticales corresponden al error estándar de los datos. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos.

#### Análisis económico de cultivos invernales

En los tres escenarios productivos (CP, CAF y CAP) el cultivo que presentó el mayor margen bruto fue carinata (Figura 5). Los rendimientos de indiferencia entre épocas de siembra (rendimiento que cubre los costos de implantación y protección) fueron de  $1.219 - 1.137$ ,  $1.547 - 1.464$  y  $2.282 - 2.065 \text{ kg ha}^{-1}$  aproximadamente para CP, CAF y CAP por época, respectivamente. En trigo los rendimientos de indiferencia fueron de  $2.355$ ,  $3.282$  y  $3.350 \text{ kg ha}^{-1}$  para CP, CAF y CAP, respectivamente. En cuanto a los rendimientos obtenidos durante la campaña 2021, el MB en  $\text{US\$ ha}^{-1}$  de carinata en la primera época de siembra fue de  $2.000$ ,  $1.784$  y  $1.299$ , mientras que en la segunda fueron de  $1.700$ ,  $1.484$  y  $1.087$  para CP, CAF y CAP, respectivamente (Tabla 2). En cuanto al cultivo de trigo, los MB fueron de  $379$ ,  $163$  y  $147$  para CP, CAF y CAP, respectivamente. Los elevados márgenes brutos junto con los bajos costos de implantación de carinata permitirían obtener valores de retornos entre  $79$  y  $248 \%$  por unidad monetaria invertida para los diferentes escenarios productivos y épocas de siembra. Mientras que, para trigo, el retorno calculado en base al rendimiento de la campaña 2021 fue de  $69$ ,  $21$  y  $18 \%$  por unidad monetaria invertida para CP, CAF y CAP, respectivamente.



**Figura 5.** Margen Bruto (MB en U\$S ha<sup>-1</sup>) en función del rendimiento esperado para *B. Carinata* y trigo (iconos vacíos y llenos, respectivamente) en **a)** campo propio (CP), **b)** campo con arrendamiento fijo (CAF) y **c)** campo arrendado a porcentaje (CAP). El punto donde la recta del cultivo corta el eje x=0 corresponde al rendimiento de indiferencia. Triángulos llenos y vacíos corresponden al MB de trigo (calculado en base a lo publicado por Rosetti *et al.*, 2022) y carinata primera y segunda época, respectivamente. Línea horizontal corresponde al error estándar de los rendimientos obtenidos a campo.

**Tabla 2.** Análisis económico comparativo entre carinata correspondiente a la primera y segunda época de siembra y el cultivo de trigo (Rosetti *et al.* 2022). CP, CAF y CAP indican escenarios productivos de campo propio, campo con arrendamiento fijo (12 qq ha<sup>-1</sup> de soja) y campo con arrendamiento a porcentaje (25%) respectivamente. Todos los cálculos se realizaron para la zona centro-oeste de Santa Fe

		Trigo			Carinata 1° época			Carinata 2° época		
		CP	CAF	CAP	CP	CAF	CAP	CP	CAF	CAP
Rendimiento	kg ha <sup>-1</sup>	3.981			4.249			3.713		
Precio estimado	U\$S tn <sup>-1</sup>	233			660			660		
Ingreso bruto	U\$S ha <sup>-1</sup>	928			2.804			2.451		
Gastos Comercialización	U\$S ha <sup>-1</sup>	113			121			106		
Cosecha	U\$S ha <sup>-1</sup>	102			308			270		
Porcentaje alquiler (25%)	U\$S ha <sup>-1</sup>	-	-	232	-	-	701	-	-	613
Total costos directos	U\$S ha <sup>-1</sup>	333	549	333	375	591	375	375	591	375
Margen bruto	U\$S ha <sup>-1</sup>	379	163	147	2.000	1.784	1.299	1.700	1.484	1.087
Rendimiento de indiferencia	kg ha <sup>-1</sup>	2.355	3.282	3.350	1.219	1.547	2.282	1.137	1.464	2065
Retorno por dólar invertido	%	69,1	21,3	18,8	248,5	174,7	86,2	226,5	153,5	79,8

## CONSIDERACIONES FINALES

- La campaña 2021 fue muy buena para el óptimo crecimiento y desarrollo de *B. carinata*, donde el AU y las precipitaciones acompañaron bien el ciclo del cultivo y no se registraron heladas de importancia que afectaran a las plantas.
- La fecha de siembra realizada en mayo fue la que mayores rendimientos presentó, siendo el híbrido el que evidenció el mayor potencial. Sería necesario continuar explorando fechas más tempranas para poder establecer la fecha de siembra óptima para la especie.
- Sería interesante evaluar el volumen de materia seca aérea y radicular que aporta al sistema. La inclusión de carinata en fechas de siembra tempranas incorporadas en las rotaciones típicas del centro de Santa Fe, constituirían un alternativa valiosa y sustentable para la diversificación de la producción.
- El análisis económico de carinata realizado permitiría inferir que, debido a su condición de *speciality* bajo contrato, es superior a la de trigo en la mayoría de las condiciones de producción. Aún en campañas con bajos potenciales de rendimiento, los márgenes brutos superan al trigo.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Lic. (M.Sc.) Laura Beatriz Gastaldi por sus valiosos aportes en los análisis económicos presentados. Asimismo, se agradece a Germán Eggel de la EEA INTA Rafaela por la ayuda brindada durante la siembra, mantenimiento y cosecha de los ensayos.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALEMAYEHU, N., BECKER, H.C. 2002. Genotypic diversity and patterns of variation in a germoplasm of Ethiopian mustard (*Brassica carinata* A. Braun). *Genetic Resources and Crop Evolution* 49, 573-582.
- ARNOUD F. 1989. Colza: sélection, variétés. Cahier technique. CETIOM. París. Francia. 28p.
- CASTRO, M. 2018. ¿Puede *Brassica carinata*, una nueva oleaginosa de invierno, contribuir a la diversificación del sistema agrícola? (en línea). En: Encuentro Nacional de la Mesa de Tecnología de Oleaginosos (7°, 2018, Montevideo). Oleaginosos de invierno. Montevideo, INIA. s.p. Consultado 22-03-2022 Disponible en [http://7moencuentro.mto.org.uy/wpcontent/uploads/2018/08/Presentaci%C3%B3n-MarinaCastro\\_15.08.2018.pdf](http://7moencuentro.mto.org.uy/wpcontent/uploads/2018/08/Presentaci%C3%B3n-MarinaCastro_15.08.2018.pdf)
- DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZALEZ L., TABLADA M., ROBLEDO C.W. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- FALASCA, S., ULBERICH, A. 2010. La producción de mostaza etíope (*Brassica carinata*) en Argentina como cultivo energético. *Revista Geográfica* 148: 7-22.
- FERRARIS, G., MOUSEGNE, F., JECKE, F., VELLAZ, O. 2020. Respuesta a fertilización con nitrógeno, fósforo y azufre en *Brassica carinata* Campaña 2019. Disponible en: [https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/7105/INTA\\_CRBsAsNorte\\_EEAPergamino\\_Ferraris\\_Gustavo\\_Respuesta\\_fertilizaci%C3%B3n\\_con\\_nitr%C3%B3geno\\_f%C3%B3sforo\\_azufre\\_en\\_Brassica\\_carinata\\_Campa%C3%B1a\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/7105/INTA_CRBsAsNorte_EEAPergamino_Ferraris_Gustavo_Respuesta_fertilizaci%C3%B3n_con_nitr%C3%B3geno_f%C3%B3sforo_azufre_en_Brassica_carinata_Campa%C3%B1a_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- GETINET, A., RAKOW, G., RANEY, J.P., DOWNEY, R.K. 1997. Glucosinolate content in interspecific crosses of *Brassica carinata* with *B. juncea* and *B. napus*. *Plant Breed* 116:39–46.
- IRIARTE, A. L. B. 2013. Evaluación de *Brassica carinata* como materia prima para la producción de biodiesel. Actualización técnica en cultivos de cosecha fina 2012/13, 88. ISSN: 2346-9498, ISBN: 978-987-521-441-5
- MAZZILLI, S. R., BONANSEA, S., SCHENCK, G., & DOMINGUEZ, F. 2020. *Brassica carinata* L. como alternativa de cultivo invernal: fecha de siembra y arreglo espacial. *Cangue* 43\_4NT2. Consulta 22-03-2022. Disponible en: [http://www.eemac.edu.uy/cangue/images/revistas/revista\\_43/Cangue%2043\\_4NT2.pdf](http://www.eemac.edu.uy/cangue/images/revistas/revista_43/Cangue%2043_4NT2.pdf)
- ROSETTI, L., ZUIL, S., SCHLIE, G., PICCO J.M., MASSONI, F. 2022. Ensayo de rendimiento de variedades de trigo pan en EEA INTA Rafaela. Campaña 2021. Disponible en: <https://inta.gob.ar/rafaela>
- SEEPAL, R., KUMAR, S., IBOYI, J. E., BASHYAL, M., STANSLY, T. L., BENNETT, R., BOOTE, K. J., MULVANEY, M. J., SMALL, I. M., GEORGE, S., & WRIGHT, D. L. 2021. *Brassica carinata*: Biology and agronomy as a biofuel crop. *GCB Bioenergy*, 13, 582– 599. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12804>

# EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE GIRASOL EN SAN JUSTO, SANTA FE. CAMPAÑA 2021/2022.

CENCIG, G.<sup>1\*</sup>; ANGELONI, L.<sup>1</sup> y VARISCO, I.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INTA EEA Rafaela - AER San Justo

\*Autor de contacto: cencig.gabriela@inta.gob.ar

## INTRODUCCIÓN

En el departamento San Justo, provincia de Santa Fe, el cultivo de girasol se posiciona como el tercer cultivo de cosecha de verano, detrás de la soja y del maíz (según relevamiento a campo y posterior procesamiento y clasificación de imágenes satelitales).

Durante las últimas cinco campañas, la superficie ocupada con girasol varió entre las 13.000 y 20.000 hectáreas (MAGyP, 2022). Tal variación se debe, por un lado, a las condiciones de precio de venta del grano y, por el otro, a las expectativas de rendimiento según el escenario climático pronosticado.

En la campaña 2021/2022, el cultivo de girasol en el departamento San Justo obtuvo un rendimiento promedio de 20,5 qq ha<sup>-1</sup>, mientras que, en todo el centro norte de la provincia, el rendimiento fue de 19,9 qq ha<sup>-1</sup> (Bolsa de Comercio de Santa Fe, 2022).

En virtud de la importancia regional de este cultivo, los profesionales del INTA San Justo realizan, desde hace varias campañas, un ensayo comparativo de híbridos, que forma parte de la Red Nacional de Evaluación de híbridos de girasol, dentro del marco del convenio entre INTA y ASAGIR. Así, la información obtenida en este ensayo se utiliza como insumo para definir mega-ambientes para cada híbrido de girasol, a partir de los análisis realizados sobre el set completo de datos de la red.

El objetivo de este ensayo es generar información local sobre el comportamiento de los genotipos de girasol disponibles en el mercado, a fin de contar con una herramienta más al momento de la toma de decisiones en la siembra del cultivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se instaló en un lote de producción, ubicado en el distrito San Justo (60°35'4,56''O, 30°49'36,84''S), sobre un suelo *Argiudol típico* correspondiente a la serie San Justo, clase 1 y con un índice de aptitud de 78.

Previo a la siembra, se realizó un muestreo de suelo cuyo análisis arrojó los siguientes valores: 1,9% de materia orgánica (MO); 0,095% de nitrógeno total; 7,9 ppm de N-NO<sub>3</sub>; 9,0 ppm de fósforo extraíble (P); 3,0 ppm de S-SO<sub>4</sub> y un pH igual a 6,3. Este análisis químico del suelo, reflejaba una fertilidad baja a muy baja de acuerdo a las tablas de consulta para el manejo y la nutrición de suelos y cultivos del INTA (Gambaudo y Fontanetto, 2009).

El día anterior a la siembra, se delimitó el sitio del ensayo y, utilizando la máquina sembradora del productor, se procedió a marcar los surcos y la incorporación del fertilizante. Dicha fertilización, consistió en la aplicación de 100 kg ha<sup>-1</sup> de una mezcla física comercial (N 7% - P 17,5% - S 5%) más 100 kg ha<sup>-1</sup> de urea (N 46%).

La siembra se efectuó de forma manual el 26/08/21, interviniendo 28 genotipos. El diseño experimental fue de alfa látice con cuatro repeticiones. Las parcelas experimentales contaron con cuatro surcos distanciados a 0,52 m y 5 m de largo.

La densidad de plantas fue de 3,1 plantas por metro lineal de surco y se obtuvo en V3, mediante un raleo manual de las plantas excedentes.

Para el control de malezas, previo a la siembra se aplicaron 2 l ha<sup>-1</sup> de glifosato (67%) + 1 l ha<sup>-1</sup> de 2,4-D; en pre-emergencia se aplicaron 2 l ha<sup>-1</sup> de paraquat + 1 l ha<sup>-1</sup> de s-metalocloro + 1 l ha<sup>-1</sup> de de fluorocloridona y, en post-emergencia, se aplicó 1 l ha<sup>-1</sup> de cletodim.

Durante el desarrollo del cultivo se registró la fecha de emergencia (E) y de floración (R5.1) según la escala de Schneiter y Miller. En floración se realizó la medición de la altura de las plantas.

La cosecha se efectuó en forma manual, a medida que los híbridos superaban la madurez, siendo realizada entre el 17 y el 28/01/22 sobre 5 m de los dos surcos centrales de cada parcela. Al momento de la cosecha se determinó el número de plantas cosechadas y volcadas.

En la EEA Rafaela del INTA, se realizó la trilla con una cosechadora de parcelas situada en forma estacionaria. Luego de la trilla, se determinó el rendimiento, el porcentaje de humedad de los granos, el peso de los 1.000 granos y el contenido de aceite. Este último parámetro de calidad del grano se determinó en el laboratorio de la EEA Reconquista del INTA. El rendimiento en grano se expresó en kg ha<sup>-1</sup> corregido al 11% de humedad y, a partir del porcentaje de aceite, se calculó el rendimiento ajustado-42%, es decir, el rendimiento expresado en kg ha<sup>-1</sup>, corregido por la bonificación o descuento con una base igual al 42% de aceite.

Los rendimientos se analizaron con ANOVA y las medias se compararon con el test de mínima diferencia significativa de Fisher, con una probabilidad del 5% empleando el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo et al., 2018).

En la tabla 1 se indican las precipitaciones desde abril de 2021 al 15 de enero de 2022, comparadas con la Serie Histórica (1920/2021) registradas en la AER San Justo.

**Tabla 1.** Precipitaciones (mm) mensuales registradas en San Justo, Santa Fe durante abril de 2021 a enero de 2022 y Serie histórica (1920/2020). Fuente: AER San Justo.

Mes	mm									
	abr-21	may-21	jun-21	jul-21	ago-21	set-21	oct-21	nov-21	dic-21	ene-22
<b>2021/2022</b>	180	138	19	12	6	24	48	138	26	141
<b>Serie</b>	113	54	38	31	37	60	98	136	136	143

Las lluvias previas a la siembra (abril a julio de 2021) fueron de 349 mm, lo cual indica una buena recarga hídrica del perfil de suelo. Durante la primera etapa del crecimiento (agosto a octubre), las precipitaciones representaron un 40% del promedio registrado en INTA San Justo para ese periodo. Sin embargo, las lluvias de noviembre fueron suficientes para el logro del crecimiento y desarrollo del cultivo y la escasez de lluvias posteriores no afectaron en mayor medida su desempeño. Finalmente, las lluvias durante todo el ciclo del cultivo totalizaron 262 mm.



## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La emergencia del 50% de las plantas se produjo el 6 de septiembre de 2021. Por su parte, el estadio de R 5.1 ocurrió entre el 16 y el 28/11/2021. La tabla 2 muestra los genotipos participantes del ensayo, ordenados de acuerdo a los días transcurridos desde la siembra a inicio de floración.

La densidad de plantas final, determinada en la cosecha, arrojó un promedio en el ensayo igual a 45.873 pl ha<sup>-1</sup> y no se registró vuelco en ningún híbrido.

La altura de las plantas, fue un claro reflejo de la escasez hídrica en el momento de elongación de la planta. Se cuantificó una altura promedio de 150 cm, un valor mínimo igual a 128 cm para el híbrido Obellisco CL y un valor máximo de 205 cm para MG 360.

El rendimiento promedio fue de 4084 kg ha<sup>-1</sup> (Tabla 3), superando ampliamente el promedio para el departamento San Justo. Se destacaron los híbridos Calchaquí INTA, NS 1109 CL y NK 3969 CL que superaron al promedio del ensayo en un 18%.

El contenido de aceite obtenido por todos los genotipos fue altamente superior a la base de comercialización de 42%, logrando bonificaciones en este parámetro comercial. Por su parte, el peso de los mil granos también obtuvo valores destacados, lo cual evidencia las buenas condiciones climáticas en el período de formación de la semilla.

**Tabla 2.** Días desde siembra (S) a floración (R5.1), altura de plantas (Alt) en mitad de floración (R5.5) y número de plantas a cosecha (pl ha<sup>-1</sup>), de híbridos de girasol sembrados el 26/08/21 en San Justo, Santa Fe.

HÍBRIDO	EMPRESA	S - R5.1 (días)	Alt en R5.5 (cm)	pl ha-1 a cosecha
NUSOL 4145 CL	NUSEED	82	141	44160
TESTIGO 5	TESTIGO INTA	83	163	56640
TESTIGO 2	TESTIGO INTA	83	143	41280
TESTIGO 4	TESTIGO INTA	84	147	48480
CALCHAQUÍ INTA	DON ATILIO	84	144	48000
OBELLISCO CL DM	RAGT	84	128	47520
CHANÉ CL INTA	DON ATILIO	85	148	41280
LG 5710	LIMAGRAIN	85	161	46560
NK 3969 CL	NK SEMILLAS	85	155	45600
SYN 3970 CL	NK SEMILLAS	85	147	43680
CACIQUE 312 CL	EL CENCERRO	85	140	39840
NS 1109 CL	NIDERA	86	135	46560
CAQUIQUE 320 CL	EL CENCERRO	86	143	48480
CACIQUE 322 CL	EL CENCERRO	86	125	40320
106 CL HO PARAÍSO	NIDERA	86	138	42240
ACA 216 CLDM	ACA	86	157	43200
CATEDRALL	RAGT	87	145	43680
CABILLDO CL	RAGT	87	137	49440
ADV 5505 CL	ADVANTA	87	143	50880
ARGENSOL 76 CL	ARGENETICS	87	162	48960
EXP. 669 CL	NUSEED	87	135	46080
NUSOL 4170 CL Plus	NUSEED	87	150	50880
BUCK 363 CL	BUCK	87	155	39840
TESTIGO 3	TESTIGO INTA	88	162	44640
ADV 5407 CL	ADVANTA	88	161	50880
BUCK 355 CL	BUCK	88	149	49920
SYN 3939 CL	NK SEMILLAS	88	140	46080
SUNNO 23-4 RI	AGD SEMILLAS	89	163	48000
SYN 4066	NK SEMILLAS	89	145	39360
ST 7028	SEEDTEST	90	168	45600
LG 50760 CL	LIMAGRAIN	90	177	48000
TESTIGO 1	TESTIGO INTA	90	138	48960
MG 360	BREVANT	94	205	50880
<b>PROMEDIO</b>		<b>86</b>	<b>150</b>	<b>46240</b>
<b>CV (%)</b>				<b>14</b>
<b>DMS (<math>\alpha=0,05</math>)</b>				<b>9068</b>

**Tabla 3.** Rendimiento en grano (kg ha<sup>-1</sup>, 11% H°); % de aceite sobre base seca; Rendimiento Ajustado-42 (kg ha<sup>-1</sup>, 11% H°) y peso de los mil granos (P1000) de híbridos de girasol sembrados el 26/08/21 en San Justo, Santa Fe.

HÍBRIDO	Rendimiento (Kg ha <sup>-1</sup> , 11% H°)	Aceite-BS (%)	Rendimiento-42 (Kg ha <sup>-1</sup> , 11% H°)	P1000 (g)
CALCHAQUÍ INTA	4844,6	54,9	6087,5	65,8
NS 1109 CL	4787,1	54,1	5950,7	57,8
TESTIGO 4	4785,8	52,2	5753,5	70,3
NK 3969 CL	4725,8	56,7	6114,4	62,3
LG 50760 CL	4509,8	48,8	5124,5	60,8
106 CL HO PARAÍSO	4489,7	54,8	5639,9	56,5
TESTIGO 2	4423,3	55,2	5585,3	66,8
SYN 3970 CL	4366,5	56,1	5601,3	64,0
ACA 216 CLDM	4344,5	50,1	5054,4	80,0
ST 7028	4328,4	52,6	5252,7	54,5
CABILLDO CL	4316,6	54,7	5409,5	60,5
ADV 5505 CL	4310,9	50,1	5008,5	66,8
ARGENSOL 76 CL	4229,1	48,4	4775,8	63,3
BUCK 355 CL	4226,3	49,5	4859,5	59,3
SYN 3939 CL	4224,1	55,4	5361,1	67,0
EXP. 669 CL	4216,6	53,6	5189,0	57,8
TESTIGO 3	4156,2	50,2	4840,0	66,0
NUSOL 4170 CL Plus	4090,0	49,9	4737,2	62,3
TESTIGO 1	3972,9	49,9	4849,3	73,8
BUCK 363 CL	3931,5	50,4	4579,4	58,5
OBELLISCO CL DM	3913,8	53,6	4814,1	67,3
SYN 4066	3894,8	54,3	4849,3	64,8
ADV 5407 CL	3870,8	56,7	5011,9	52,3
TESTIGO 5	3859,4	49,1	4411,1	54,8
MG 360	3832,9	52,8	4658,5	52,5
LG 5710	3752,9	52,8	4558,0	66,5
CHANÉ CL INTA	3649,1	51,3	4337,4	64,5
CAQUIQUE 320 CL	3640,0	46,4	4213,8	60,8
CACIQUE 312 CL	3509,2	48,6	3974,0	55,3
SUNNO 23-4 RI	3457,8	48,4	3901,1	58,0
CATEDRALL	3437,6	48,3	3895,8	67,0
CACIQUE 322 CL	3432,3	52,7	4157,3	60,8
NUSOL 4145 CL	3267,0	49,9	3779,1	52,8
<b>PROMEDIO</b>	<b>4084,8</b>	<b>51,9</b>	<b>4919,2</b>	<b>62,2</b>
CV (%)	13	2,3	13	
DMS ( $\alpha=0,05$ )	723	1,8	931	

## **CONSIDERACIONES FINALES**

Entre las primeras decisiones que un productor debe tomar al momento de resolver la siembra del cultivo de girasol, se encuentra la correcta elección del genotipo. En este sentido, tener a disposición información local sobre esta variable, resulta de valiosa importancia.

En este estudio, se identificaron varios genotipos con buen comportamiento, como: Calchaquí INTA, NS 1109 CL y NK 3969 CL, 106 CL HO, SYN 3970 CL, ACA 216 CLDM, ST7028, CABILLDO CL y ADV 5505 CL, todos se destacaron por su rendimiento en grano y contenido de aceite. Se considera que estos híbridos resultan apropiados para ser utilizados por los productores locales.

Debido a la aparición en el mercado de nuevos genotipos, resulta importante la continuidad en la realización de ensayos como el presente, a fin de verificar su adaptación a las condiciones agroecológicas locales.

## **AGRADECIMIENTOS**

A los profesionales de la EEA Rafaela que nos acompañaron en la siembra, Ings. Agrs. Sebastián Zuil y Lucía Rosetti.

Especialmente, al Sr. Cristian Grioni y la EETP N°336, por facilitarnos el sitio del ensayo y realizar todas las labores necesarias para llevarlo a cabo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Bolsa de Comercio de Santa Fe, Sistema de Estimaciones Agrícolas. 2022. Girasol 2021-2022 en el centro norte de la provincia de Santa Fe. [en línea] [https://www.bcsf.com.ar/noticia.php?id\\_noticia=1801](https://www.bcsf.com.ar/noticia.php?id_noticia=1801). [consulta:2/07/22].
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2018. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- MAGyP. 2022. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca. [en línea] <https://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>. [consulta: 2/07/22].
- Gambaudo, S. y Fontanetto, H. 2009. Tablas de consulta para el manejo y la nutrición de suelos y cultivos. Publicación INTA - AFA SCL Centro Primario Humboldt.

# ENSAYO COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE HÍBRIDOS DE SORGO GRANÍFERO EN INTA RAFAELA. CAMPAÑA 2021-22.

ROSETTI, L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IDICAL (INTA-CONICET)

Autor de contacto: rosetti.lucia@inta.gob.ar

## INTRODUCCIÓN

La presencia de gramíneas dentro de la rotación agrícola, radica en que su inclusión no sólo promueve el mantenimiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, permitiendo la obtención de una productividad estable en el tiempo, sino que además permite la diversificación de la secuencia de cultivos y estabilizar el sistema productivo (Forjan y Manso, 2013).

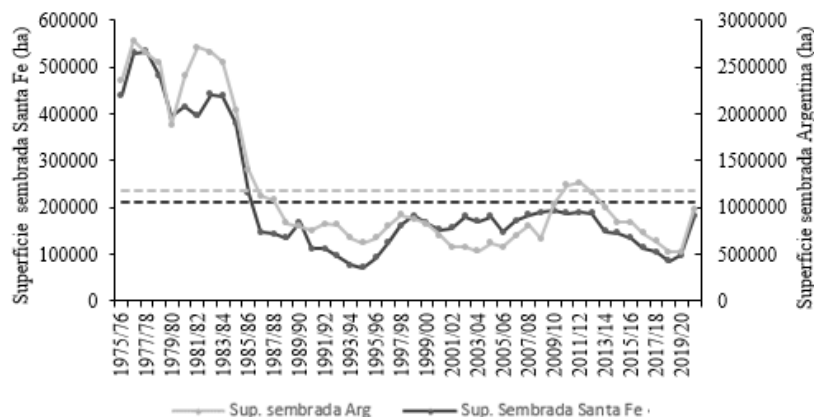
El sorgo es una gramínea, que se caracteriza por ser muy plástica y versátil, adaptada a una gran diversidad de ambientes. Es un cultivo que se presenta como una interesante alternativa, debido a que tiene la particularidad de aportar elevadas cantidades de rastrojo con una alta relación carbono/nitrógeno, que contribuye a mejorar los niveles de cobertura del suelo a través de una lenta descomposición y, además, influye positivamente sobre el balance de materia orgánica del suelo. Asimismo, reduce las pérdidas por evaporación y mejora la infiltración de agua en el suelo y, por ende, permite acumular una mayor proporción de agua para el cultivo siguiente (Colazo *et al.*, 2012).

Sumado a esto, posee un extenso sistema radicular muy desarrollado y profundo, que permite regenerar la estructura del suelo. Su estructura radicular en forma de cabellera, fundamentalmente en los primeros 40-60 cm de profundidad, y su distribución uniforme en el perfil del suelo contribuyen en la mejora de la porosidad del suelo mejorando su estructura físico-química y biológica (Carrasco *et al.*, 2011).

A nivel mundial, el sorgo ocupa el quinto lugar de importancia entre los cereales, detrás del maíz, trigo, arroz y cebada aportando el 3% de la producción total (Bernardi L., 2019). La producción mundial de sorgo se encuentra en proceso de expansión desde la campaña 2019-20 y ha alcanzado en las últimas dos décadas una producción promedio de 62 millones de toneladas, con un crecimiento interanual de 6.5% (FAOSTAT, 2021).

En nuestro país, durante las últimas campañas se duplicaron las hectáreas sembradas (520.000 vs 986.000 ha, para 2019-20 y 2020-21, respectivamente). En 2021-22 se sembraron 1 Mha, lo que representa un 2.4% del área total cultivada del país (39 Mha), con una producción media de 2.2 millones de toneladas, donde el 53,6% del total se destina a la exportación, mientras que el 46,4% restante se destina al consumo interno (BCR, 2022).

En Santa Fe la evolución de la superficie sembrada con sorgo (Figura 1), ha promediado durante las últimas 5 campañas agrícolas en 116.200 ha, lo que representa un 21 % de la producción nacional, con un promedio zonal de 4560 kg ha<sup>-1</sup> (Estimaciones Agrícolas, 2022).



**Figura 1.** Producción nacional y provincial de sorgo de 21 campañas agrícolas (2000-01 a 2020-2021, Estimaciones agrícolas, 2022). Las líneas punteadas gris claro y gris oscuro, indican el valor promedio de la superficie sembrada para Argentina y Santa Fe, respectivamente.

En cuanto a su manejo, es fundamental aplicar prácticas agrícolas (fecha de siembra, densidad, selección del híbrido) que potencien la productividad del cultivo para lograr que su crecimiento y desarrollo ocurran durante condiciones favorables que optimicen el uso de los recursos (sustentabilidad).

La correcta elección del híbrido a sembrar es un aspecto central en la tecnología de producción del cultivo de sorgo, debido a que determina la eficiencia con que se aprovechará la oferta de recursos disponibles (radiación, temperaturas, lluvias y nutrientes).

En la actualidad existen en el mercado una amplia gama de cultivares de alto potencial de rendimiento y buena adaptabilidad. El objetivo de los ensayos comparativos de rendimiento (ECR) realizados en INTA Rafaela es evaluar el comportamiento productivo de híbridos de sorgo granífero en condiciones de producción del centro de Santa Fe con la finalidad de brindar una herramienta de utilidad para la asistencia a productores y asesores en la selección de los mismos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la campaña 2021-2022 en la EEA INTA Rafaela (31° 11' S; 61° 30' O), provincia de Santa Fe, se llevó a cabo el ensayo comparativo de rendimiento de sorgo (ECR) donde se evaluaron 26 híbridos comerciales de sorgo granífero pertenecientes a 9 empresas semilleras (Tabla 1).

El ensayo se condujo en un lote proveniente de una rotación trigo/soja, sobre un suelo *Argiudol típico* (Serie Rafaela). Previo a la siembra, para la caracterización físico-química del sitio, se realizó un muestreo de suelo de 0-20 cm donde se determinó materia orgánica (%), nitrógeno total (%), nitrógeno de nitratos (ppm), fósforo extractable (ppm), pH, conductividad eléctrica ( $\text{mS m}^{-1}$ ) y azufre (ppm). Asimismo, se realizó el muestreo de agua útil inicial a la siembra hasta el metro y medio de profundidad (humedad gravimétrica).

**Tabla 1.** Detalle de las empresas semilleras participantes, nombre comercial de los híbridos evaluados y largo del ciclo.

Empresa	Híbrido	Ciclo
ACA	ACA 563	Intermedio
ARGENETICS	MALÓN	Intermedio-corto
	ARGENSOR 110T	Corto
	ARGENSOR 127	
	ARGENSOR 130T	Intermedio
ARGENUR SEED SRL	MAC 85 DP	Largo
	MAC 80 DP	Largo
FANSEEDS	FAN 274 DP	Intermedio
	FAN 172 AT	Intermedio
GÉNESIS SEEDS	GEN 21T	Corto
	GEN 423 ST	Largo
	GEN 417 ST	Largo
	GEN 311T	Intermedio
NUSEED	441 IG	Intermedio largo
	SPRING T60	Intermedio-corto
	SUMMER II	Intermedio-largo
	NUGRAIN 202 T	Intermedio-corto
OSCAR PEMAN	PS 55	Intermedio-corto
	TAKURI	Intermedio largo
	OPS 70	Intermedio
	YAVU	Intermedio-corto
TECNOSORGO	ITIN	Intermedio
	GUAYACO	Intermedio
	MAITÉN	Corto
TOBIN	TOB 78 DP	Intermedio
	TOB 63T	Intermedio-largo

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA) con 3 repeticiones. Las unidades experimentales fueron microparcels de 4 surcos distanciados a 0,52 m por 5 m de largo. La densidad utilizada fue de 230.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

El experimento se sembró el 9 de noviembre y su emergencia fue a los 6 días posteriores. La fertilización nitrogenada se realizó al momento de la siembra, se aplicaron 100 kg ha<sup>-1</sup> de N (Urea 46% de N), incorporado por debajo y al costado de la semilla.

Los ensayos se mantuvieron libres de malezas e insectos mediante control químico. En presiembra se realizó un control químico con sulfosato (2,5 litros ha<sup>-1</sup>), atrazina (2 kg ha<sup>-1</sup>) y 2-4D (800 cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). En preemergencia se aplicó atrazina (2 kg ha<sup>-1</sup>) y 2-4D (800 cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). Para el control de insectos se realizó, en primer lugar, una aplicación para control de *Spodoptera* sp. con clorantraniliprole el 15-dic (80 cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). Se realizaron 3 aplicaciones para control de pulgón de la caña de azúcar (*Melanaphis sacchari*) con pirimicarb (150 cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, 20-dic), tiametoxan + lambdacialotrina (80 cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, 22-dic). Por último, el 9-feb (Figura 2) se controló con una pulverización de tiametoxan + lambdacialotrina (80 cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>).



**Figura 2.** Hojas con infestaciones importantes de colonias de pulgón amarillo de la caña de azúcar.

En cada ensayo se registraron la fecha de emergencia (etapa 0) y floración (etapa 6), utilizando la escala propuesta por Vanderlip (1993). Adicionalmente, se realizaron observaciones de altura de planta en madurez fisiológica, excerción de la panoja (distancia entre la hoja bandera y la panoja o largo del pedúnculo) y vuelco, medido como porcentaje de plantas volcadas por parcela.

La cosecha se realizó de forma manual el 13 de abril de 2022 y posteriormente se trilló utilizando una cosechadora estática. Al momento de la cosecha se contabilizó el número de panojas, además se estimó el rendimiento de grano (corregido a 15% de humedad), el número de granos (NG,  $\text{NG m}^{-2}$ ) y el peso de mil granos (PMG, en g). También se calculó el rendimiento relativo (RR), calculado como el cociente entre el rendimiento del tratamiento y la media de rendimiento del ensayo.

Las variables altura, rendimiento y PG se analizaron estadísticamente mediante ANOVA y se utilizó el test Scott & Knott para comparación de medias, con un nivel de probabilidad del 5% ( $p < 0,05$ ). Para ello se empleó el Software INFOSTAT versión 2020 (Di Rienzo *et. al.*, 2020).

## RESULTADOS

El análisis químico del suelo previo a la siembra (Tabla 2), determinó un pH levemente ácido, valores adecuados de contenido de materia orgánica, nitrógeno total (Nt), fósforo (P) y azufre ( $\text{S-SO}_4$ ), lo que indica una adecuada fertilidad potencial. Sin embargo, los niveles de  $\text{N-NO}_3$  fueron bajos, señalando una baja fertilidad actual.

El contenido hídrico inicial del perfil al metro y medio de profundidad fue de 172,4 mm, lo que representa un 52 % de la capacidad máxima de retención del suelo.

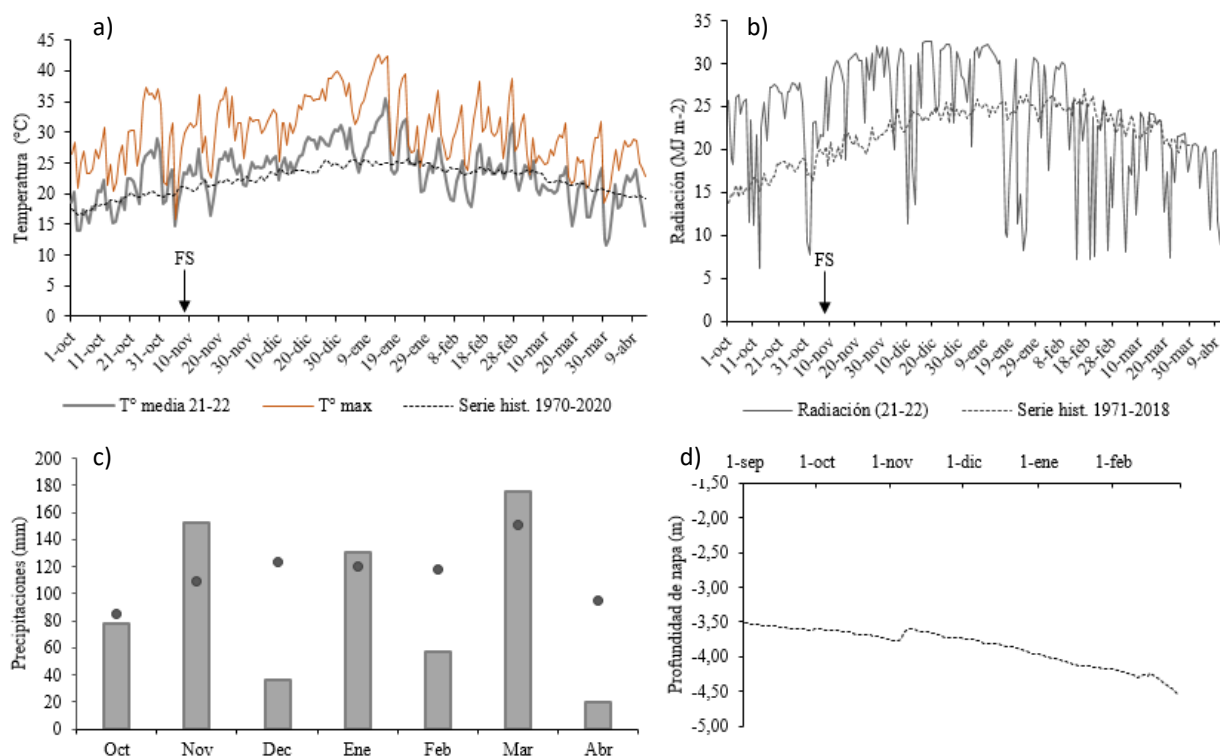


**Tabla 2.** Valores de los parámetros químicos de suelo (0-20 cm), materia orgánica (MO), nitrógeno total (Nt), nitrógeno de nitratos(N-NO<sub>3</sub>), fósforo extractable (P en ppm), pH (1:2,5), conductividad eléctrica (CE) y azufre (S-SO<sub>4</sub>) obtenidos en el muestreo químico del ECR de sorgo con sus respectivos valores de referencia y agua útil (en mm) a 1 y 1,5 m de profundidad a la siembra del ensayo.

Análisis químico		Valores normales de referencia
MO(%)	2,44	2,6-3,2
Nt(%):	0,137	0,14-0,15
N-NO <sub>3</sub> (ppm)	9	16-20
P(ppm)	28,2	18-30
pH:	6	6,6-7,2
CE(msm/cm)	0,102	4,8
S-SO <sub>4</sub> (ppm)	33,7	10-15
Análisis de humedad		
Agua útil a 1 m (mm)	111,8	
Agua útil al 1,5 m (mm)	172,4	

En cuanto a las condiciones hídricas previo a la siembra (octubre y principios de noviembre) los registros pluviométricos fueron abundantes (145 mm), lo que permitió una buena recarga del perfil y una adecuada implantación del cultivo (Figura 3C). El aporte de la napa fue despreciable debido a que la misma se encontraba a 3,5 m de profundidad (Figura 3D).

Posteriormente, en los estadios iniciales del cultivo, durante noviembre las precipitaciones alcanzaron valores superiores a la media, mientras que en diciembre las lluvias no superaron los 36 mm, sumado a las elevadas temperaturas máximas, que superaron los 40°C (Figura 3A) y en consecuencia una alta demanda atmosférica, afectaron el desarrollo del cultivo y generó un retraso en la floración de los híbridos.



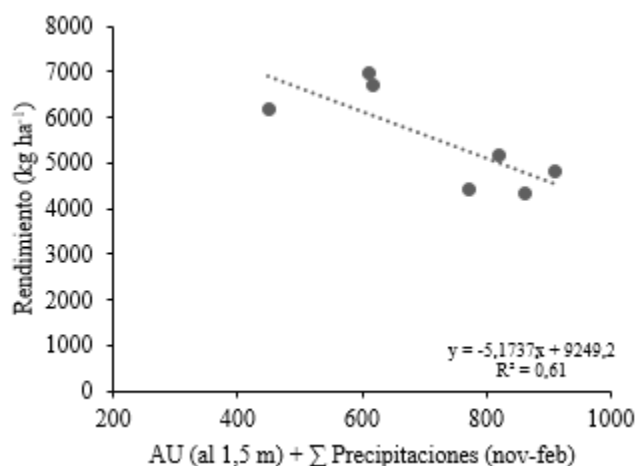
**Figura 3:** **a)** Temperatura media ( $T^{\circ}$  media,  $^{\circ}\text{C}$ ) durante la campaña 2021-22, serie histórica ( $^{\circ}\text{C}$ ) y temperatura máxima (línea roja,  $T^{\circ}$  máx.,  $^{\circ}\text{C}$ ), **b)** Radiación global ( $\text{MJ m}^{-2}$ ) durante el período comprendido entre octubre 2021 a abril 2022. Líneas continuas grises y líneas punteadas gris oscuro corresponden a la campaña 21-22 y la serie histórica (1970-2020), respectivamente, **c)** Precipitaciones mensuales (barras en mm) registradas en el período octubre 2021 y abril 2022 e histórica (punto, serie 1930-2020) y **d)** Profundidad de la capa freática (m) de septiembre 2021 a febrero 2022. Datos obtenidos de la Estación Agrometeorológica EEA INTA Rafaela.

A finales de enero, se registraron condiciones hídricas favorables, precipitaciones que superaron a la media histórica (Figura 3c), y fototermales adecuadas (Figura 3a y 3b) que generaron un ambiente propicio para los híbridos, especialmente para los híbridos de ciclo largo, que pudieron evitar las condiciones ambientales estresantes durante la ocurrencia de su período crítico.

Las precipitaciones acumuladas durante todo el ciclo fueron de 649 mm, considerado como un valor óptimo para la obtención de buenos rendimientos, considerando que el sorgo es un cultivo que posee un requerimiento de agua, dependiendo de las demandas evaporativas de la zona, que varía entre 450 a 600 mm para lograr una alta producción (Giorda *et al.*, 1997), donde la mayor exigencia hídrica coincide con la ocurrencia del período crítico del cultivo.

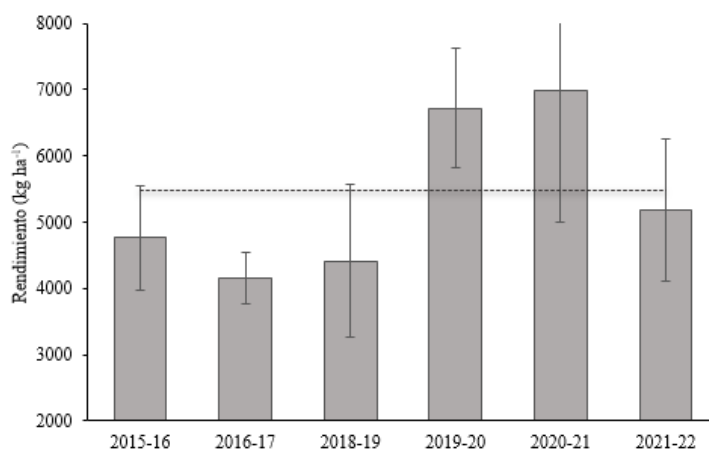
Villar (1992), encontró que las precipitaciones en el período estival (noviembre-febrero) son un buen estimador de los rendimientos del sorgo granífero para la región central de la provincia de Santa Fe. Donde los rendimientos máximos se logran con lluvias dentro de los valores normales para la zona durante ese período (450 mm), mientras que excesos o deficiencias provocan una disminución en la productividad.

Una actualización de la información, utilizando la información de los ECR de Rafaela (campañas 2016-17 a 2021-22), confirman estos resultados. Donde se puede observar que las precipitaciones durante el período de noviembre a febrero, sumado al agua útil en el perfil del suelo al metro y medio de profundidad son buenos estimadores del rendimiento del cultivo (Figura 4). Se observa una correlación negativa debido a que la mayor disponibilidad de agua en los años lluviosos no se tradujo en incrementos de rendimiento, por el contrario, hubo una reducción progresiva de los mismos en los años de excesos hídricos.



**Figura 4.** Rendimiento medio de los ECR de sorgo en función de las condiciones hídricas (Agua útil (1,5 m) + Σ precipitaciones nov-feb)

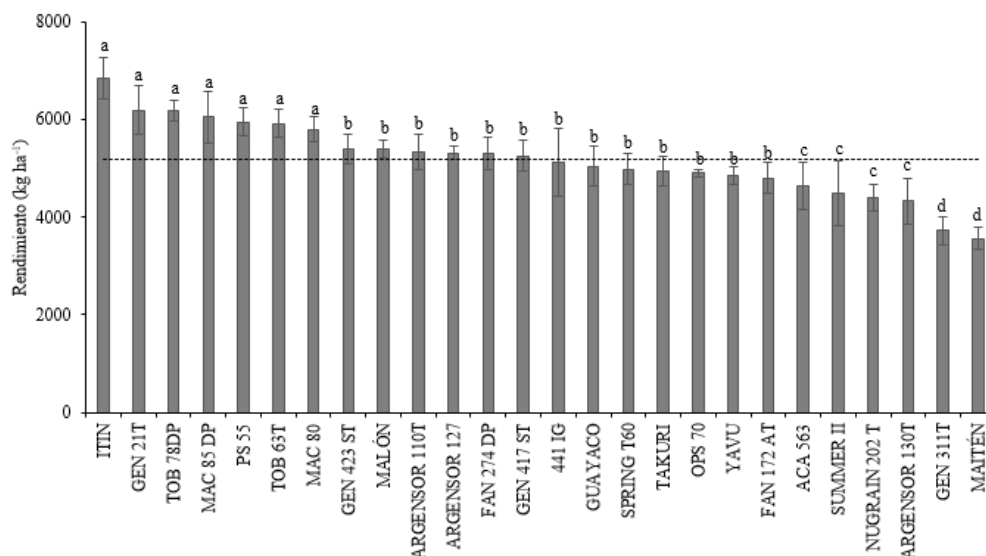
En el ECR se alcanzó un rendimiento promedio de 5.178 kg ha<sup>-1</sup>, valor por debajo de la media de las últimas 5 campañas (Figura 5) y un 25% menor al obtenido en 2020-21.



**Figura 5.** Rendimiento promedio de los ECR de sorgo correspondiente a las últimas 6 campañas.

La floración de los híbridos ocurrió entre el 8 de enero y el 10 de febrero, con un período de siembra a floración promedio de 79 días (Tabla 3), valor inferior al alcanzado en la campaña anterior (85 días, Rosetti y Zuil., 2021). Los rangos explorados por los ciclos cortos y largos fueron entre los 60 y 93 días, respectivamente.

El rendimiento máximo obtenido fue de 6.838 kg ha<sup>-1</sup>, mientras que el mínimo fue de 3.567 kg ha<sup>-1</sup>, un 30% inferior a la media del ensayo (Figura 6). Se encontraron diferencias significativas entre los rendimientos de los híbridos ( $p < 0,01$ ). Se destacaron 4 grupos de productividad, donde el primer grupo alcanzó rendimientos superiores a los 5.790 kg ha<sup>-1</sup> y el de menor productividad presentó valores inferiores a los 3.720 kg ha<sup>-1</sup>. En general los ciclos cortos son los que se vieron más afectados y sufrieron la mayor penalización en su rendimiento, debido a las condiciones de alta temperatura y escasas precipitaciones durante el mes de diciembre y principios de enero, coincidente con la ocurrencia del período crítico.



**Figura 6.** Rendimiento promedio (kg ha<sup>-1</sup>) de los híbridos evaluados durante la campaña 2021-22 en el ECR INTA Rafaela. La línea punteada indica la media general del ensayo.

La altura promedio fue de 138 cm (Tabla 3), valor similar a la campaña anterior, con extremos entre los 102 y 170 cm, correspondientes a los híbridos de ciclo corto y largo, respectivamente. Ninguno de los cultivares presentó vuelco a cosecha.

La uniformidad en la altura de la panoja y la excursión de la misma son dos caracteres que se registran por su incidencia en la eficiencia de cosecha. Debido a que la presencia de una mayor longitud de excursión disminuye la entrada de material extraño (tallo, hojas) y, en consecuencia, se obtiene una cosecha de mejor calidad y más eficiente. Ambos parámetros no sólo están asociados al genotipo, sino que también están influenciados por las condiciones a las que la planta se expone durante su crecimiento. En general, la uniformidad fue muy buena para la mayoría de los híbridos. Los cultivares evaluados presentaron una excursión promedio de 19 cm, con un rango comprendido entre los 15 y 2 cm (Tabla 3).

El número de granos promedio por superficie fue de 26.542 granos m<sup>-2</sup> y el peso de los mil granos promedio fue de 19 g (Tabla 3), con extremos entre 15 y 27 g, con diferencias significativas entre cultivares ( $p < 0,001$ ).

**Tabla 3.** Días a floración, altura final (cm), rendimiento relativo en función de la media del ensayo (RR%), número de panojas por superficie a cosecha, excersión de panoja (cm), peso de mil granos (en g) y número de granos (NG) por m<sup>2</sup> para cada híbrido evaluado durante la campaña 2021-22.

Híbrido	Días a floración	Altura final (cm)	RR (%)	Panojas ha <sup>-1</sup>	Excursión (cm)	PMG (g)	NG m <sup>-2</sup>			
ITIN	76	135	B	132	211538	D	8	17,7	C	38661
GEN 21T	65	133	B	120	295513	C	8	22,3	B	27730
TOB 78DP	88	168	A	119	154558	E	3	20,7	B	29941
MAC 85 DP	86	170	A	117	155627	E	14	22,7	B	26693
PS 55	70	112	C	115	325641	B	15	25,1	A	23686
TOB 63T	83	142	A	114	220513	D	9	16,9	C	34883
MAC 80	86	134	B	112	185256	E	11	17,6	C	32926
GEN 423 ST	83	167	A	104	235256	D	11	14,8	C	36417
MALÓN	81	149	A	104	223860	D	12	17,7	C	30394
ARGENSOR 110T	69	139	A	103	259615	C	10	23,3	A	23055
ARGENSOR 127	83	150	A	102	210256	D	8	16,7	C	31838
FAN 274 DP	76	153	A	102	220130	D	9	14,9	C	35610
GEN 417 ST	79	144	A	101	254487	C	12	15,6	C	33904
441 IG	93	125	B	99	214103	D	12	15,9	C	32064
GUAYACO	78	128	B	97	173718	E	11	16,9	C	29752
SPRING T60	69	113	C	96	262821	C	9	21,6	B	23022
TAKURI	83	150	A	95	174359	E	7	20,1	B	24493
OPS 70	90	128	B	95	199359	D	3	16,7	C	29502
YAVU	68	124	B	94	258333	C	14	26,8	A	18240
FAN 172 AT	76	126	B	93	208333	D	13	15,3	C	31224
ACA 563	83	146	A	90	200641	D	2	15,7	C	29615
SUMMER II	83	142	A	87	201282	D	10	22,3	B	20317
NUGRAIN 202 T	60	102	C	85	337821	B	13	20,4	B	21533
ARGENSOR 130T	83	157	A	84	221154	D	9	18,3	C	23590
GEN 311T	93	133	B	72	188462	E	7	16,4	C	22820
MAITÉN	68	114	C	69	274359	C	15	18,8	C	19040
Promedio	79	138			225654		19	19,0		26542
CV (%)		10,2			11,6			9,1		
		**			**			**		

Los cultivares de ciclo intermedio y largo fueron los que alcanzaron los mejores rendimientos principalmente debido a que el período crítico del cultivo no fue coincidente con las condiciones extremas de la primera quincena de enero. Las mejores condiciones a las que estuvo expuesto el cultivo permitieron alcanzar un buen establecimiento de panojas por m<sup>2</sup> sumado a un buen NG por unidad de superficie, permitiendo que obtuvieran mejores rendimientos que los de los ciclos cortos.

### CONSIDERACIONES FINALES

El presente trabajo permite caracterizar los híbridos recomendados para la zona y hallar las diferencias productivas entre ellos, lo que se puede utilizar como una herramienta a la hora de tomar una decisión.

El rendimiento promedio alcanzado durante la campaña 21-22 fue inferior a la media de las últimas 5 campañas, se atribuye a condiciones de déficit hídrico, a causa de la fase Niña (ENOS) por segundo año consecutivo sumado a elevadas temperaturas máximas, en especial, al momento de ocurrencia del período crítico del cultivo.

Las condiciones extremas de temperaturas mayores a los 40°C y escasas precipitaciones produjeron un retraso en la floración de los cultivares y penalizaron mayormente los rendimientos de los híbridos de ciclo corto. Los ciclos intermedios y largos pudieron evitar esas condiciones desfavorables y obtener rendimientos superiores.

## **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece a todos aquellos que colaboraron con el desarrollo del ensayo, realizando las actividades de siembra, pulverizaciones y cosecha: Marcela Gallardo, Alejandro Chiavassa, Germán Eggel, Cristian Mansilla, Nicolás Villaruel, Hernán Petrabissi, Germán Schlie y Juan Picco. Y a las empresas semilleras por su participación.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Bernardi, L. A. 2019. Perfil del sorgo. Informe de mercados agropecuarios MAGYP. (online) [https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss\\_mercados\\_agropecuarios/informes/perfil-de-sorgo-2019.pdf](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/informes/perfil-de-sorgo-2019.pdf)
- Bolsa de comercio de Rosario (BCR). 2022. Estado de situación del sorgo argentino 2021-22. Especial Sorgo. Edición N° 2058. Año XL. <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/estado-de-3>
- Carrasco, N., Zamora, M. y Melin A. 2011. Manual de sorgo 1ª ed.- Chacra Experimental Integrada Barrow: ediciones INTA. ISBN: 978-987-679-071-0. Importancia del cultivo de sorgo. Pág.: 5-8.
- Colazo, J. C, Saenz, C., Dios Herrero, J. D. D y Vergés, A. 2012. El cultivo de sorgo en San Luis. Capítulo 3: Condiciones ambientales para el cultivo de sorgo. Pág: 19-25.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M. y Robledo C.W. InfoStat versión 2018. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- FAOSTAT. 2021. Disponible en: <http://faostat.fao.org>.
- Forján, H. y Manso, L. 2013. Seguir apostando a los cultivos de cosecha fina es una decisión saludable para nuestros sistemas de producción. Chacra Experimental INTA Barrow (consulta online: 15-7-2022). [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_-\\_maa\\_-\\_seguir\\_apostando\\_a\\_los\\_cultivos\\_de\\_cosec.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_maa_-_seguir_apostando_a_los_cultivos_de_cosec.pdf)
- Giorda, LM; M Feresin y C Domanski. 1997. Condiciones Ambientales. Sorgo Granífero. Cuaderno de Actualización Técnica 7, EEA Manfredi. Centro Regional Córdoba. INTA. Pág.: 17-19.
- Rosetti, L y Zuil, S. 2021. Resultados de ensayos comparativos de rendimiento de híbridos de sorgo en INTA Rafaela. Campaña 2020-21. Publicación Miscelánea Información técnica producción vegetal 2021 N°2. Año 9. EEA INTA Rafaela. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/10785>
- USDA. 2022. Grain and Feed Annual. GAIN [https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/comm\\_chartview.aspx?fattributeid=1&cropid=0459200&startrow=1&sel\\_year=2022&ftypeid=47&regionid=ssa&cntryid=ARG&nationalGraph=False](https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/comm_chartview.aspx?fattributeid=1&cropid=0459200&startrow=1&sel_year=2022&ftypeid=47&regionid=ssa&cntryid=ARG&nationalGraph=False)

- Vanderlip, RL y HE Reeves. 1972. Growth Stages of Sorghum [*Sorghum bicolor*, (L.) Moench.]. Agronomy Journal Volumen 64. Pág.: 13-16.
- Villar, J. 1992. Potencial de producción del cultivo de sorgo granífero en el área central de la provincia de Santa Fe. Información del área de investigación de Agronomía. Información para extensión N° 129. EEA INTA Rafaela.

## **ENSAYOS COMPARATIVOS DE RENDIMIENTO DE MAÍZ EN FECHA DE SIEMBRA TEMPRANA. CAMPAÑA 2021-22**

ROSETTI, L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IDICAL (INTA-CONICET)

Autor de contacto: [rosetti.lucia@inta.gob.ar](mailto:rosetti.lucia@inta.gob.ar)

### **INTRODUCCIÓN**

La rotación de cultivos es una tecnología fundamental para asegurar la viabilidad de los sistemas agrícolas de la región (Manso y Forján, 2015). En nuestro país, la participación de las gramíneas dentro de las rotaciones agrícolas ha cobrado relevancia a lo largo de los últimos años, con una ocupación del 44% del área sembrada, indicando un traslado del área destinada de soja hacia maíz y trigo principalmente (ReTAA, 2021).

La inclusión del maíz dentro de las rotaciones agrícolas está relacionada con el elevado aporte de rastrojo que realiza en comparación a otras especies como por ejemplo soja. Un mayor rendimiento del cultivo se asocia positivamente con un elevado aporte de rastrojo al suelo, elevando las posibilidades de secuestrar carbono y aumentar los tenores de materia orgánica del suelo (Manso y Forján, 2015). Por otra parte, se destaca su calidad ya que presenta una elevada relación carbono-nitrógeno y un alto coeficiente de humificación por lo que su descomposición es más lenta y genera fracciones estables de la materia orgánica edáfica.

A ello se le suma un sistema radical ramificado, que permite la generación de macroporos y que contribuye a la mejora de características físicas y biológicas del suelo. Mejorando en el largo plazo la condición físico-química del suelo y el uso eficiente de los recursos (Gerster *et al.*, 2002). Siendo un factor clave en la sustentabilidad de los sistemas productivos.

Su correcto manejo agronómico, a través de técnicas de manejo adecuadas (fecha de siembra, densidad y selección del híbrido) y que se adapten al sistema productivo, contribuyen a lograr una mejor expresión de su potencialidad como también una producción más eficiente y estable.

El maíz es uno de los cultivos que ofrece mayor respuesta a la aplicación de tecnologías (Satorre, 2008). Ha experimentado un crecimiento sustentado en la continua mejora genética de los híbridos comerciales a través de la adopción de tecnologías adecuadas a la diversidad de ambientes y sistemas productivos de nuestro país (ReTAA, 2020) lo que contribuyó a mantener en aumento el potencial de rendimiento.

En la actualidad, el abanico de alternativas de híbridos disponibles en el mercado ha crecido considerablemente y abarca diversidad de atributos tanto del genotipo (tipo de grano, precocidad, ciclo) como tecnológicos (tolerancia a lepidópteros, herbicidas y enfermedades).

Ambiente y genotipo interactúan y provocan la diversidad de comportamientos y resultados que se observan en cada campaña para cada condición de producción. Es por esta razón, que al momento seleccionar el cultivar adecuado para el sistema productivo, se deben tener en cuenta varios criterios como sus características agronómicas (largo de ciclo, tolerancia a insectos y enfermedades, resistencia al vuelco, paquetes tecnológicos de resistencia), su estabilidad de producción (interacción genotipo-ambiente), potencial de rendimiento y calidad comercial. En este sentido, los ensayos comparativos de rendimiento (ECR) constituyen una herramienta clave



para asesores, técnicos y productores ya que permiten conocer el comportamiento productivo de los diferentes cultivares comerciales y ayudar en la definición del híbrido a sembrar.

El presente trabajo tiene como objetivo brindar información técnica confiable y útil que oriente la definición de estrategias productivas referentes a la elección del híbrido, puesto que se evalúa el comportamiento agronómico y productivo y la estabilidad de diferentes genotipos comerciales en fecha de siembra temprana para condiciones de producción del centro de Santa Fe.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Durante la campaña 2021-22, en la EEA INTA Rafaela (31° 11' S; 61° 30' W) se llevó a cabo ECR en maíz en fecha de siembra temprana (FSTE) donde se evaluaron 54 híbridos comerciales pertenecientes a 23 empresas (Tabla 1).

El ensayo se condujo en un lote proveniente de una rotación trigo/soja, sobre un suelo *Argiudol típico* (Serie Rafaela). Previo a la siembra, para la caracterización físico-química del sitio, se realizó un muestreo de suelo de 0-20 cm donde se determinó materia orgánica (%), nitrógeno total (%), nitrógeno de nitratos (ppm), fósforo extractable (ppm), pH y conductividad eléctrica ( $\text{dS m}^{-1}$ ). Asimismo, se realizó el muestreo de agua útil inicial a la siembra hasta el metro y medio de profundidad (humedad gravimétrica).

Se utilizó un diseño alfa-látice con 3 repeticiones. Las unidades experimentales fueron microparcels de 4 surcos distanciados a 0,52 m por 5 m de largo. La densidad utilizada fue de 75.000 plantas por hectárea.

La siembra de FSTE se realizó el 15 de septiembre y emergió a los 10 días posteriores a la siembra.

**Tabla 1.** Empresa y nombre comercial de los híbridos evaluados durante la campaña 2021-22 en FSTE en la EEA INTA Rafaela.

Empresa	Hibrido	Empresa	Hibrido
ACA	ACA 473 VT3P	LA TIJERETA	LT 721
	ACA 476 VT3P		LT 723
	ACA 481 VT3P	LIMAGRAIN	SRM 6620 VT3
	ACA 484 VT3P		SRM 566 VT3
ADVANTA	ADV 8122 VT3PRO		LG30680 VIP3
	ADV 8115 VT3PRO	MACROSEED	MS 7123
AGRISEED	AG 9926 VIP3	NIDERA	NS 7621 VIP3
ALBERT SEMILLAS	8850 VIP3		NS 7818 VIP3
	2024 MGRR2		NS 7921 VIP3 CL
ARGENETICS	ARG 7715 BTRRCL		AX 7761
BASF	BASF 7344		AX 7784
	BASF 7349		AX 7818
BREVANT	NEXT 22.6	NORD	ACRUX PWU
DEKALB	DK 7220		BORAX PW
	DK 7270		ZEFIR PWU
	DK 7320	NUSEED	NUCORN 2881 VT3 PRO
DON MARIO	DM 2772	PIONEER	P1804PWU
	DM 2773		P2167
	DM 2789		P2089VYHR
FORRATEC	DUO 225 PWU	SYNGENTA	NK 897
	DUO 30 PWU		SYN 979 VIP3
G & S	G&S 663		SYN 897 VIP3
ILLINOIS	IS 799 VT3P	SYT	SYT 45-50 BTGR
	IS 782 VIP3	TOBIN	TOB 737
	I 550		TOB 767
KWS	KM 4216 VIP 3		
	KM 4580 VT3P		
	KM 3916 VIP 3		
	KM 3927		

Al momento de la siembra se aplicaron 100 kg ha<sup>-1</sup> de N (Urea 46% de N), incorporado por debajo y al costado de la semilla. Posteriormente se complementó con una fertilización nitrogenada de 50 kg N ha<sup>-1</sup> alrededor de V6 (3 de noviembre).

El ensayo se mantuvo libres de malezas e insectos mediante control químico. En presiembra de FSTE (2-sep) se realizó una aplicación con sulfosato (2,5 litros ha<sup>-1</sup>), metolaclor (1,5 litros ha<sup>-1</sup>) y 2-4D (800 cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). En preemergencia (17 de septiembre) se aplicó sulfosato (2,5 litros ha<sup>-1</sup>). No se realizó un control químico con insecticida debido a que no hubo presencia de plagas insectiles por encima del umbral de daño.

Se registraron la fecha de emergencia, panojamiento (VT) y emergencia de los estigmas (R1), según Ritchie y Hanway (1982). Adicionalmente, se realizaron mediciones de altura de planta en floración y altura de inserción de la espiga y se contabilizaron las plantas quebradas.

La cosecha se realizó el 16 de febrero de forma manual y posteriormente se trilló mediante una cosechadora estática. Se estimó el rendimiento de grano (corregido a 14,5% de humedad), número de granos (NG) por unidad de superficie, peso de mil granos (PMG) y peso hectolítrico (PH). También se calculó el rendimiento relativo (RR), calculado como el cociente entre el rendimiento del tratamiento y la media de rendimiento del ensayo.

La asociación entre las variables (rendimiento, peso de granos y peso hectolítrico) y el híbrido fueron analizadas mediante ANOVA y se utilizó el test de Scott & Knott para comparación de medias, con un  $\alpha=0,05$ . Para ello, se empleó el Software Infostat versión 2020 (Di Rienzo *et. al.*, 2020).

El ambiente explica, en mayor medida, la variabilidad del rendimiento del cultivo, es decir que el rendimiento está condicionado por la oferta de recursos (componente ambiental) y la eficiencia con los que el cultivo los utilizan. La oferta de los recursos por planta depende de la campaña y la fecha de siembra, aunque también se ve afectada por las prácticas de manejo como el arreglo espacial, fertilización y protección del cultivo. No obstante, ante una misma oferta de recursos, algunos híbridos rinden más que otros y se observa diferente adaptabilidad a diferentes ambientes productivos (Ferragutti *et al.*, 2021).

Este comportamiento diferenciado de los genotipos en los diferentes ambientes es conocido como interacción genotipo-ambiente (GxA). Su estudio permite identificar cultivares con adaptación específica a determinados ambientes como así también aquellos que son estables independientemente del ambiente. Asimismo, esta información permite caracterizar el potencial de rendimiento y la estabilidad de los híbridos y se puede utilizar como guía a la hora de seleccionar híbridos en función al ambiente productivo.

Un análisis para entender la tendencia de la GxA, es a través de una regresión lineal entre el rendimiento de cada híbrido en función del índice ambiental, donde se obtiene valor de la pendiente de la regresión (parámetro b). Para realizar este análisis se utilizaron los datos de 5 campañas (2017-18 a 2020-21) de los ECR de Rafaela, evaluando los híbridos repetidos en 5, 4 y 3 campañas.

Posteriormente, se analizó el parámetro b en función del rendimiento medio de los híbridos en todos los ambientes y se resumió en un gráfico donde en el eje de las ordenadas se ubica el valor “b” y en el de las abscisas el rendimiento medio general de los híbridos. De este modo, pueden diferenciarse cuatro cuadrantes, donde los cultivares que se ubican en el cuadrante superior derecho presentan un mejor comportamiento en ambientes de alto potencial mientras los que se ubican en el cuadrante inferior derecho son los que se adaptan mejor a ambientes de bajo potencial.

## **RESULTADOS**

Los resultados de los análisis químicos para la FSTE indican un pH levemente ácido, valores normales de materia orgánica (MO), de nitrógeno total (Nt), de nitrógeno de nitratos (N-NO<sub>3</sub>) y de conductividad eléctrica (CE). Además, valores adecuados de fósforo (P), que denotan una adecuada fertilidad potencial y actual (Tabla 2).

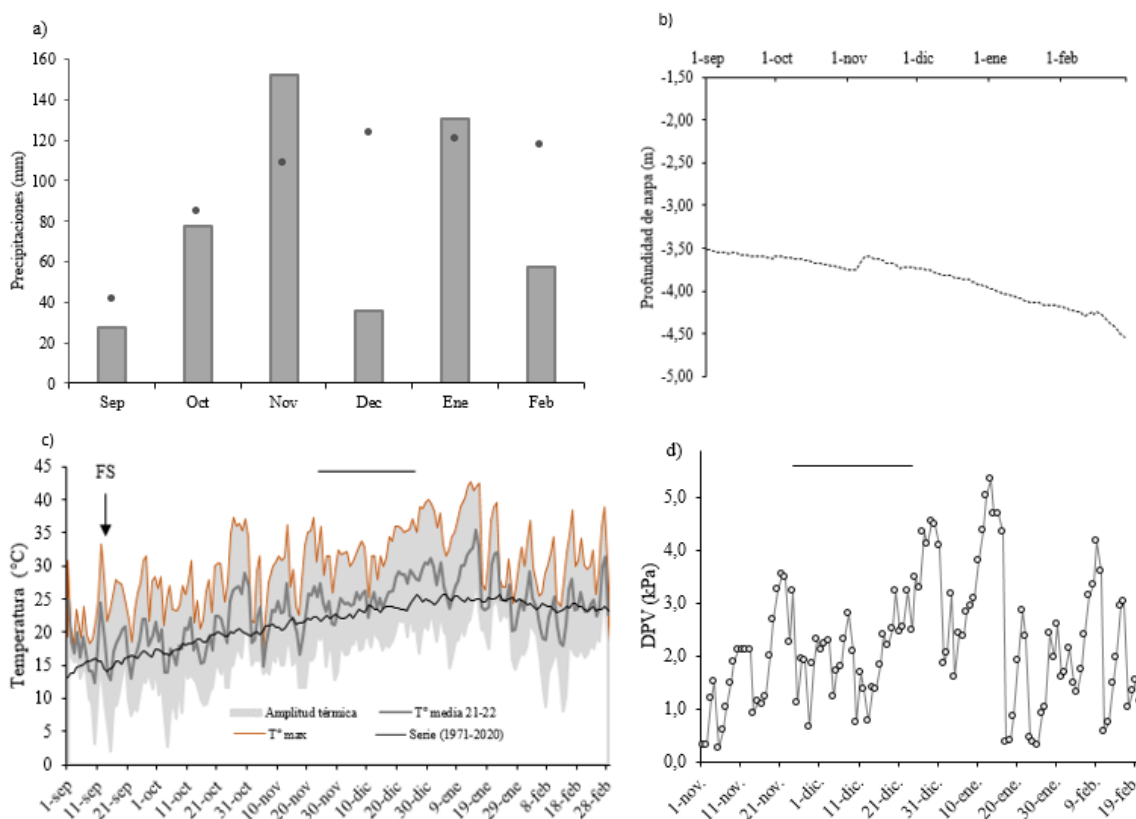
**Tabla 2:** Valores de los parámetros químicos de suelo (0-20 cm), con sus respectivos valores normales de referencia y análisis de humedad gravimétrica al metro y metro y medio obtenidos en el ECR de maíz 2021-22. Materia orgánica (MO), nitrógeno total (Nt, %), nitrógeno de nitratos (N-NO<sub>3</sub>, ppm), fósforo extractable (P, ppm), pH (1:2,5) actual y conductividad eléctrica (CE, mSm m<sup>-1</sup>).

Análisis químico		Valores normales de referencia
MO(%)	2,82	2,5-3,2
Nt(%)	0,155	0,14-0,15
N-NO <sub>3</sub> (ppm)	18,6	16-20
P(ppm)	37,4	18-30
pH:	5,7	6,6-7,2
CE(msm/cm)	0,154	4-8
Análisis de humedad		
Agua útil a 1 m (mm)	64,9	
Agua útil al 1,5 m (mm)	110,5	

El contenido hídrico inicial es una característica ambiental fundamental en la determinación del rendimiento. Históricamente el mes de agosto se caracteriza por ser un mes de escasas precipitaciones, sin embargo, las lluvias de septiembre y octubre suelen compensar estas limitaciones hídricas (Zuil y Rosetti, 2022). Sin embargo, esto no ocurrió. La campaña 2021-22 comenzó con un perfil del suelo poco recargado (Tabla 2, 110,5 mm al 1,5 m de profundidad), consecuencia de las escasas precipitaciones ocurridas durante los meses de agosto (1,8 mm) y septiembre (28 mm) (Figura 1A). Asimismo, el aporte de la capa freática fue considerado despreciable (Figura 1B), ya que la misma se encontraba a 3,5 m de profundidad al momento de la siembra, teniendo presente que para que haya un aporte de la napa la misma debe fluctuar entre una profundidad de banda de entre 1,4 y 2,40 m (Jobbágy y Nosetto, 2009).

Para nuestra localidad el maíz posee un requerimiento hídrico de alrededor de 650 mm, donde la mayor demanda ocurre durante el período crítico. El mismo, tuvo lugar en promedio entre el 24 de noviembre y el 24 de diciembre, momento donde las precipitaciones alcanzaron valores por debajo de la media (Figura 1A), sumado a las elevadas temperaturas, provocaron mermas en el rendimiento final del cultivo. El volumen de agua acumulado durante todo el ciclo fue de 396 mm.

En cuanto a las condiciones térmicas esta campaña se caracterizó por la ocurrencia de temperaturas muy elevadas (Figura 1C), las condiciones más restrictivas tuvieron lugar durante finales de diciembre y primera quincena de enero, donde se alcanzaron temperaturas máximas superiores a los 35°C, esto sumado al estrés hídrico generó una elevada demanda atmosférica. Un buen indicador de estas condiciones es el DPV (déficit de presión de vapor). El DPV es la diferencia entre la cantidad de agua presente en el aire y la cantidad de humedad que puede retener el aire cuando está saturado. Se relaciona directamente con las tasas de transpiración de los cultivos. Un DPV óptimo estaría comprendido entre 0,7 kPa y 2,5 kPa, valores superiores a 2,5 kPa (DPV Alto), indican una alta transpiración y, en consecuencia, un mayor flujo de agua al ambiente (Figura 1D). Los valores calculados durante esta campaña superaron ampliamente los valores óptimos y su momento de ocurrencia fue cercano al periodo crítico del maíz (Zuil y Rosetti, 2022).



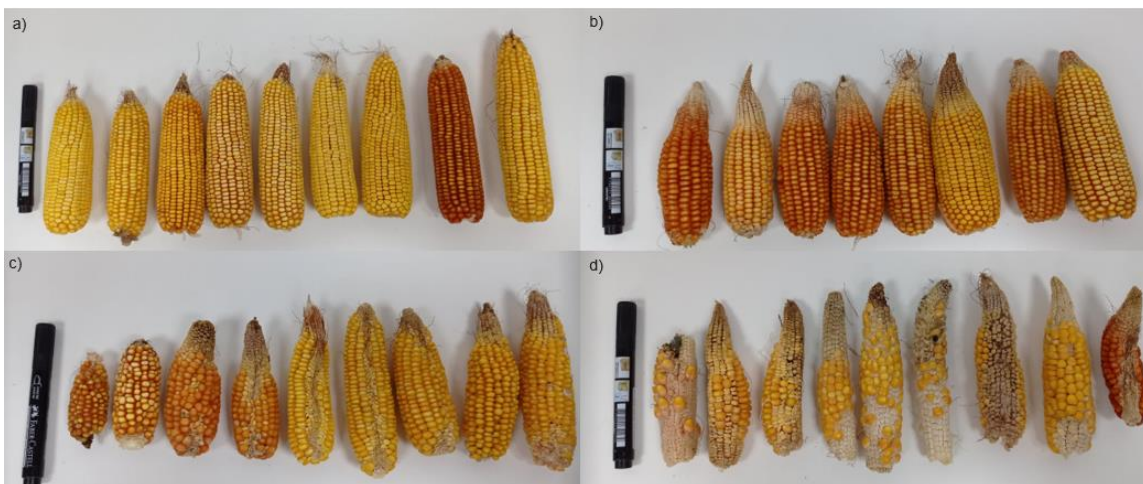
**Figura 1:** a) Precipitaciones mensuales (barras en mm) registradas en el período septiembre 2021 a febrero 2022 e histórica (punto, serie 1930-2020), b) Profundidad capa freática (m), c) Amplitud térmica (área gris), temperatura media ( $T^{\circ}$  media en  $^{\circ}\text{C}$ ), temperatura máxima ( $T^{\circ}$  máx.,  $^{\circ}\text{C}$ ) y serie histórica ( $^{\circ}\text{C}$ ) durante el período comprendido entre septiembre 2021 a febrero 2022. Líneas continuas gris, roja y negra corresponden a la temperatura media, máxima campaña 2021-22 y la serie histórica (1970-2020), respectivamente, la línea superior representa la duración del período crítico y d) Déficit de presión de vapor (DPV en kPa, calculado a partir de Abbate *et al.*, 2004) para el período noviembre 2021 a febrero 2022. La línea superior representa la duración del período crítico. Datos obtenidos de la Estación Agrometeorológica EEA INTA Rafaela.

Las consecuencias fueron un quemado del follaje y aceleración de la senescencia del cultivo (Figura 2), lo que afectó directamente la fotosíntesis y la disponibilidad de asimilados. Además, provocó reducciones del NG final, a causa de la reducción de granos fijados por espiga o aborto de los mismos (Figura 3 B, C y D) y, en casos extremos, se produjo el aborto de la espiga (esterilidad planta) lo que se tradujo en mermas del rendimiento final. El PG también se vio afectado a causa de la baja disponibilidad de asimilados que no pudo ser compensada debido a bajas reservas de carbohidratos en tallo.



**Figura 2:** Estado de maíces sembrados en fecha temprana durante el mes de diciembre.

La calidad industrial, considerada como la uniformidad del tamaño de los granos dentro de la espiga (grandes, medianos y pequeños) también se vio afectada (Figura 3). Se registró una disminución de los granos de tamaño grande y mayor presencia de medianos y pequeños. Es decir, que además de tener un bajo peso de granos, se le sumó un menor tamaño de grano.



**Figura 3:** a) Espigas normales. b), c) y d) Espigas con un bajo cuaje de granos, granos de bajo peso y tamaño.

Durante la campaña, el período de siembra a floración fue en promedio de 85 días, con extremos de 80 a 89 días (Tabla 3), valor superior a la campaña pasada (Rosetti y Zuil, 2021).

La altura final de la planta y la altura de inserción de la espiga son características genéticas dependientes entre sí y están afectadas por factores ambientales y nutricionales que favorecen el crecimiento de la planta de maíz. Los híbridos alcanzaron una altura promedio de 208 cm, valor superior al alcanzado la campaña anterior (169 cm, Rosetti y Zuil, 2021) con marcadas diferencias entre cultivares (136 y 235 cm). La altura de inserción de la espiga presentó un valor promedio de 81 cm (Tabla 3).

El vuelco de las plantas en maíz genera pérdidas de cosecha, esto se intensifica cuando el vuelco coloca a las espigas sobre la superficie del suelo, aumentando el riesgo de enfermedades y pudrición de las espigas. Por lo tanto, la tolerancia al vuelco es una característica deseable a la hora de seleccionar un cultivar. No se observó presencia de vuelco en ningún cultivar.

El rendimiento promedio fue de 4.147 kg ha<sup>-1</sup> (Tabla 3), valor un 57% inferior al rendimiento obtenido en la campaña anterior (9.742 kg ha<sup>-1</sup>, Rosetti y Zuil, 2021). El rendimiento máximo y mínimo obtenido fue de 6.545 y 1.624 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Se encontraron diferencias significativas entre los diferentes híbridos ( $p < 0,001$ ), diferenciándose 3 grupos de productividad, donde el primer grupo alcanzó rendimientos superiores a los 5.320 kg ha<sup>-1</sup>, el segundo grupo, rendimientos mayores a 3.990 kg ha<sup>-1</sup> y el grupo de menor productividad presentó valores inferiores a los 3.630 kg ha<sup>-1</sup>. El PG y NG por m<sup>2</sup> fue en promedio de 144 g y 2.957, respectivamente, registrando variabilidad entre los híbridos ( $p < 0,010$ ).

El PH fue en promedio 69 kg hl<sup>-1</sup>, existiendo diferencias significativas entre híbridos ( $p < 0,001$ ). Un solo cultivar alcanzó el grado 1 de comercialización, cuatro se ubicaron en el grado 2, veintiún híbridos se ubicaron en grado 3 y veintiocho se encontraron fuera de estándar (Normas de comercialización maíz XII S.A.G.y.P 1075/94).

**Tabla 3:** Días de siembra (S) a R1, altura en floración (cm), altura inserción de espiga (cm), presencia de quebrado (Pqueb, %), rendimiento (en kg ha<sup>-1</sup> corregido al 14,5% de humedad), rendimiento relativo en función de la media del ensayo (RR, %), y peso de mil granos (g), peso hectolítrico (PH, kg hl<sup>-1</sup>) y número de granos por unidad de superficie para cada híbrido en la FSTE evaluado durante la campaña 2021-22.

Híbrido	S-R1 (días)	Altura en floración (cm)	Altura inserción (cm)	Pqueb	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> 14,5% H <sup>o</sup> )	RR (%)	PMG (g)	PH (kg hl <sup>-1</sup> )	NG m <sup>-2</sup>
BASF 7344	83	200	82		6545	A 158	149,6	A 69	B 3840
ACRUX PWU	85	214	81	5%	6190	A 149	119,6	B 62	D 5229
ADV 8122 VT3PRO	82	210	82	10%	6110	A 147	159,7	A 71	A 3471
NEXT 22.6	86	205	75		5958	A 144	138,0	B 65	C 3963
ACA 484 VT3P	85	214	85	15%	5876	A 142	150,4	A 71	A 3799
LT 721	85	210	83		5655	A 136	167,3	A 71	A 2964
ACA 481 VT3P	85	205	80	10%	5544	A 134	155,2	A 68	B 3613
P1804 PWU	84	204	88		5521	A 133	162,8	A 67	C 3197
NS 7818 VIP3	85	200	83		5435	A 131	159,1	A 69	B 2718
DK 7320	84	198	70	20%	5326	A 128	139,3	B 66	C 3977
IS 782 VIP3	85	197	66		5163	B 124	192,1	A 71	A 2578
SYN 979 VIP3	85	220	103		5100	B 123	138,8	B 72	A 3578
ACA 476 VT3P	89	214	87	18%	5062	B 122	147,2	A 70	B 3297
AG 9926 VIP3	86	208	83		5029	B 121	122,1	B 72	A 4877
TOB 767	88	223	85		4962	B 120	146,1	A 71	A 2978
DUO 225 PWU	85	220	91		4854	B 117	131,5	B 63	D 3795
BASF 7349	89	219	83		4846	B 117	159,6	A 70	B 3187
DK 7220	87	209	80		4773	B 115	157,7	A 69	B 3365
ACA 473 VT3P	84	205	79		4734	B 114	134,5	B 70	B 3716
DM 2772	82	219	76		4711	B 114	133,2	B 70	B 3566
I 550	80	212	65		4696	B 113	104,8	B 67	C 4836
SRM 566 VT3	86	212	87		4504	B 109	156,3	A 70	B 2406
SYT 45-50 BTGR	86	202	84	5%	4435	B 107	149,7	A 75	A 2582
AX 7761	82	185	62		4399	B 106	142,1	A 68	C 2648
SRM 6620 VT3	86	200	79	15%	4382	B 106	116,4	B 67	C 3458
LT 723	84	201	70		4316	B 104	144,1	A 69	B 3310
ADV 8115 VT3PRO	84	210	64		4264	B 103	151,2	A 69	B 2873
8850 VIP3	88	207	85		4241	B 102	154,9	A 73	A 3116
IS 799 VT3P	88	200	78		4229	B 102	158,9	A 72	A 2401
DM 2773	87	213	96	20%	4186	B 101	145,2	A 70	B 3150
NS 7921 VIP3 CL	89	208	78	30%	4049	B 98	157,3	A 71	A 2828
NS 7621 VIP3	85	208	96		4010	B 97	137,1	B 69	B 2971
KM 4216 VIP 3	87	222	90		3992	B 96	138,8	B 67	C 2506
LG30680 VIP3	82	214	82		3630	C 88	129,9	B 68	B 2692
AX 7784	89	202	75		3550	C 86	139,5	B 65	D 2657
NK 897	85	191	79		3512	C 85	118,5	B 67	C 3016
ARG 7715 BTRRCL	81	213	81		3412	C 82	158,0	A 68	B 2624
DUO 30 PWU	83	213	93		3317	C 80	144,9	A 68	B 2173
TOB 737	82	218	84		3259	C 79	148,0	A 68	B 2035
P2167	81	208	68		3234	C 78	127,2	B 67	C 2989
P2089 VYHR	84	229	88		3195	C 77	144,5	A 66	C 2027
AX 7818	87	205	81		3148	C 76	138,7	B 69	B 2704
MS 7123	84	205	74		3098	C 75	134,5	B 64	D 2716
SYN 897 VIP3	88	199	82		3048	C 73	122,7	B 68	C 2506
G&S 663	82	136	85		2980	C 72	150,8	A 69	B 2143
DM 2789	89	203	74		2807	C 68	152,7	A 68	B 2027
BORAX PW	85	205	76		2727	C 66	140,9	B 67	C 2615
DK 7270	85	209	87		2672	C 64	158,3	A 70	B 2095
NUCORN 2881 VT3 PRO	83	235	98		2651	C 64	144,3	A 67	C 2096
ALBERT 2024 MGRR2	84	214	89		2643	C 64	166,5	A 73	A 1965
KM 3916 VIP 3	85	220	77		2401	C 58	178,9	A 67	C 1392
ZEFIR PWU	85	201	76	10%	2072	C 50	121,9	B 66	C 2246
KM 4580 VT3P	89	221	90		1894	C 46	104,7	B 64	D 2321
KM 3927	87	223	76		1624	C 39	110,1	B 67	C 1834
PROMEDIO	85	208	81		4147		144	69	2957
CV (%)					14,8		12,7	2,5	
					**		**	**	
DMS					1348		29,5	2,78	

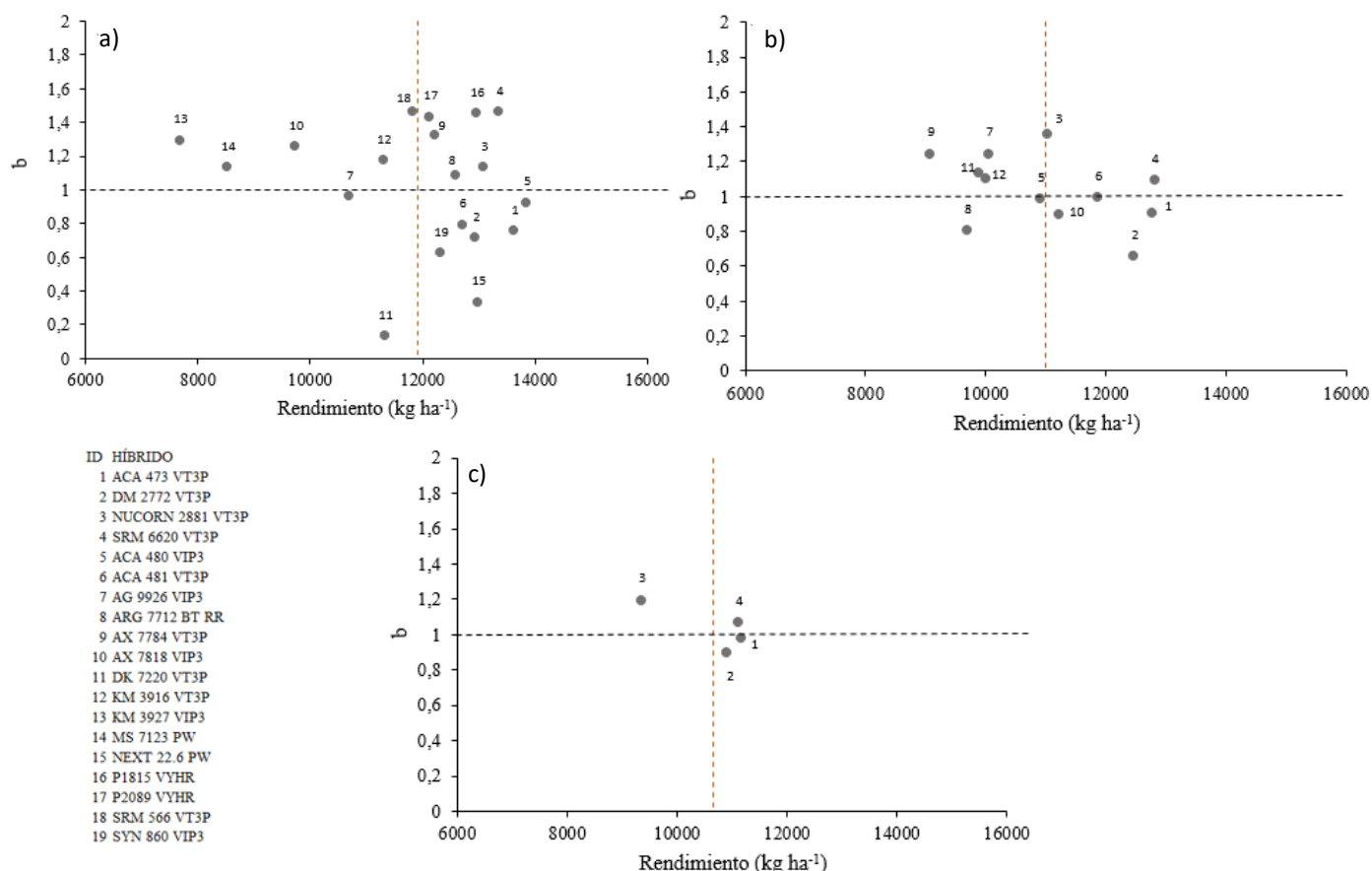


La figura 4 muestra los análisis GxA, donde la línea vertical roja representa el rendimiento medio de los híbridos en todos los ensayos (11.900, 10.996 y 10.652 kg ha<sup>-1</sup>, para 3, 4 y 5 campañas, respectivamente).

Se observa que para 3 campañas (2019 a 2021), el cultivar 4 fue el que alcanzó el mayor rendimiento y que no sólo se comporta mejor en ambientes de alto potencial, sino que su rendimiento medio es superior a la media, de igual manera los híbridos 17, 16, 9, 8 y 3 presentan características similares. Por otra parte 10, 12, 14 y 15 se comportan bien en ambientes buenos pero su rendimiento medio fue inferior a la media. Por su parte, los cultivares 1, 2, 5, 6, 15 y 19 alcanzaron un alto rendimiento, pero su comportamiento fue superior en ambientes de bajo potencial (Figura 4a). Esto puede indicar un diferencial de capitalización de mejora ambiental o una mayor tolerancia al estrés.

Cuando se analizan 4 campañas (2018 a 2021), se observa que el híbrido 4 sigue alcanzando el mayor rendimiento y teniendo un buen comportamiento en ambientes de buena calidad. Los cultivares 5, 6 y 1 poseen un comportamiento similar al potencial del ambiente. Y el 10 y 2 alcanzan un rendimiento superior a la media, pero su comportamiento es mejor en ambientes restrictivos.

Por último, al analizar 5 campañas (2017 a 2021), el híbrido 1 presenta un comportamiento predecible a través de los ambientes, el cultivar 4 se comporta mejor en ambientes de alta calidad, el 3 tiene un comportamiento similar, sólo que su rendimiento medio es menor a la media ambiental. Por otro lado, ocurre lo contrario con el híbrido 2 que se adapta mejor a ambientes de bajo potencial.



**Figura 4.** Esquema de análisis de la interacción GxA de híbridos correspondientes a los ECR maíz temprano de a) 5 campañas b) 4 campañas c) 3 campañas. El número corresponde a cada híbrido. Línea horizontal representa valor promedio del parámetro de la pendiente b y la vertical el valor promedio para el rendimiento.

## CONSIDERACIONES FINALES

Durante la campaña 2021-22 se evidenció una caída de la tasa de crecimiento del cultivo, sobre todo durante la ocurrencia del período crítico, debido a las condiciones de déficit hídrico y térmico, ocasionando un menor aprovechamiento de los recursos y en consecuencia una menor producción de biomasa.

Es difícil anticiparse con exactitud a las condiciones climáticas que definirán la próxima campaña, sin embargo, observar algunas variables como la temperatura de la superficie del Océano Pacífico (fenómeno ENOS), que presenta una evolución temporal más lenta, permite adelantar cierta predictibilidad climática y caracterizar eventos cálidos “El Niño” y eventos fríos “La Niña”. De esta manera, puede utilizarse como una herramienta para la planificación de la campaña (Bert y Podestá, 2008).

Al transitar durante la campaña 2021-22 un estado “Niña débil” y prever, de acuerdo con los pronósticos basados en modelos dinámicos y probabilísticos para el trimestre agosto-septiembre-octubre una probabilidad de permanencia del evento del 62% (IRI, 2022) y por lo tanto una tendencia de precipitaciones por debajo de la media, lo indicado es adaptar el manejo del cultivo para evitar las disminuciones de rendimiento asociadas a los

escenarios “La Niña” a través de la correcta selección de tecnologías de manejo como fecha de siembra, densidad y elección del híbrido.

Si el potencial de rendimiento puede verse afectado por inclemencias climáticas, se debería optar por un planteo defensivo a la hora de la selección del cultivar, es decir optar por seleccionar híbridos por estabilidad de rendimiento. El análisis de la GxA permite identificar de una manera gráfica y simple los genotipos con comportamiento superior o inferior a la calidad ambiental y brinda información para la selección correcta de los mismos de acuerdo con la calidad ambiental.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a todos aquellos que colaboraron con el desarrollo del ensayo, realizando las actividades de siembra, raleo, pulverizaciones y cosecha: Alejandro Chiavassa, Germán Eggel, Mara Biglione, Cristian Mansilla, Néstor Tomasini, Juan Picco, Marcela Gallardo, Germán Schlie, Nicolás Villaruel y Hernán Petrabissi.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bert, F. y Podestá, G. 2008. Producción de maíz. Primera edición: Asoc. Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA). Capítulo N°9: Variabilidad climática y toma de decisiones en el cultivo de maíz: 87-94.
- Bolsa de cereales. PAS (Panorama agrícola semanal). 2021. Informe de pre-campaña N°37: Maíz 2021/22.
- Bolsa de cereales. PAS (Panorama agrícola semanal). 2022. Informe semanal 21 de julio 2022.
- Bolsa de comercio de Rosario. 2021. Las hectáreas destinadas a maíz tardío alcanzan un récord histórico. AÑO XXXIX - N° Edición 2025. <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/las-hectareas> (consulta: 26-7-22).
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Estación Agrometeorológica INTA Rafaela. (<http://siga.inta.gov.ar/>)
- Gerster, G., Gargicevich, A., Cordone, G. y González, C. 2002. Factores edáficos y prácticas culturales asociadas al rendimiento de soja. XVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Puerto Madryn, 2002: 3-6.
- Hall, A. J., Rebella, C. M., Ghera, C.M. y Culot, J. P. 1992. Field crops systems of the Pampas. Field Crops Systems: Ecosystems of the World, Pearson C. J. Vol. 18: 413-449.
- International Research Institute for Climate and Society (IRI). Columbia Climate School. ENSO Forecast. [https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/enso/current/?enso\\_tab=enso-cpc\\_plume](https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/enso/current/?enso_tab=enso-cpc_plume) (consulta: 26-7-22)
- Jobbágy, E.C.; Nosetto, M.D. 2009. Napas freáticas: pautas para comprender y manejar su impacto en la producción.
- En: XVII Congreso Aapresid. Rosario, 19 al 21 de agosto de 2009. Disponible en: [http://gea.unsl.edu.ar/pdfs/Jobbagy\\_et\\_al\\_aapresid\\_2009.pdf](http://gea.unsl.edu.ar/pdfs/Jobbagy_et_al_aapresid_2009.pdf) [Acceso: 09/06/2011] Manso, L. y Forján, H. 2015. Un cultivo necesario para el sistema de producción. AgroBarrow N° 57: 24-25.
- ReTAA (Relevamiento de tecnología agrícola aplicada). 2021. Informe Mensual N°41: Prácticas ambientales en la producción agrícola Argentina. Bolsa de cereales. <https://www.bolsadecereales.com/imagenes/retaa/2021-02/219-retaamensualn%C2%BA41-practicasantambientales.pdf>

- ReTAA (Relevamiento de tecnología agrícola aplicada). 2020. Informe Mensual N°38. Brechas tecnológicas en maíz. Bolsa de cereales.
- Ritchie, SW & JJ Hanway. 1982. How a corn plant develops. Iowa State University of Science and Technology. Cooperative Extension Service Ames, Iowa. Special Report N° 48.
- Satorre, E. 2008. Producción de maíz. Primera edición: Asoc. Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA). Capítulo N°3: Elección del híbrido: 41-46.
- Zuil, S. y Rosetti, L. 2022. Impacto de las condiciones climáticas durante la campaña 2021-22 en el Centro oeste de Santa Fe. <https://bit.ly/34Ms19N>

# **EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE MAÍZ EN SIEMBRAS TARDÍAS EN LA LOCALIDAD DE CERES, SANTA FE. CAMPAÑA 2021/2022**

RAUSCH, A.<sup>1\*</sup> y TROSSERO, M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INTA EEA Rafaela - AER Ceres

\*Autor de contacto: rausch.analia@inta.gob.ar

## **INTRODUCCIÓN**

Las siembras de maíz tardío (siembras de diciembre a enero) o maíz de segunda (cuando le sigue a un cultivo invernal realizado ese mismo año) se presentan como una alternativa en crecimiento en el centro-norte de la provincia de Santa Fe y han adquirido importancia en los últimos años. El buen rendimiento obtenido a pesar de su menor potencialidad respecto a fechas tempranas, ha convertido a las siembras de maíz tardías en una alternativa interesante dentro del sistema productivo (Maddoni, 2012).

El retraso de la fecha de siembra disminuye la probabilidad de episodios de estrés térmico por alta temperatura y alto déficit de presión de vapor, variables que impactan negativamente sobre el rendimiento a partir de su efecto directo e indirecto sobre diversos mecanismos fisiológicos (Cicchino et al., 2010; Neiff et al., 2016).

Los principales cambios al atrasar la siembra son i) permitir la recarga del perfil del suelo con las lluvias de la primavera durante un barbecho o en etapas tempranas del ciclo y ii) reducir la demanda de agua en las etapas críticas del ciclo donde se fija el número de granos y comienza el llenado efectivo de los mismos. Esos cambios posicionan a la siembra tardía como una muy buena estrategia para minimizar los daños por sequía (Otegui et al. 2002).

Dado que el secado es más lento por la época del año en la que ocurre, es necesario tener en cuenta la demora de la cosecha, esto exige mantener en buenas condiciones las cañas para evitar problemas de vuelco y/o quebrado, también es importante considerar el comportamiento ante enfermedades del híbrido a utilizar en la elección del mismo.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento y comportamiento agronómico de diferentes híbridos comerciales de maíz en una fecha de siembra tardía, en el área de influencia de la Agencia de Extensión Rural (AER) Ceres del INTA, generando información confiable y útil a la hora de tomar decisiones para definir estrategias productivas referente a la elección de híbridos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Durante la campaña 2021/2022 se llevó adelante un ensayo comparativo de rendimiento de híbridos de maíz en siembra tardía, en la Unidad de Invernada “Los Algarrobos” perteneciente a la AER Ceres, ubicado sobre Ruta Nacional N°34 km 384, cercano a la localidad de Ceres, en el Departamento San Cristóbal, provincia de Santa Fe. Se sembraron 13 híbridos comerciales pertenecientes a distintas empresas de la zona. El lote corresponde a un suelo *Argiudol ácuico*, serie Colonia Rosa (GEOINTA, 2022). El antecesor fue maíz. La siembra se realizó el 4 de enero de 2022 bajo la modalidad de siembra directa con maquinaria del productor. La densidad fue 3,2 semillas por metro con distanciamiento entre hileras de 52,5 cm. Se utilizó un diseño de ensayo

en franjas, de 26 surcos por 560 m de largo con dos repeticiones. Previo a la siembra se realizó un muestreo de suelo para el análisis químico.

Se realizó el control químico de malezas donde se aplicaron 1 l ha<sup>-1</sup> de Cletodim en presiembra, 2 l ha<sup>-1</sup> de Cerillo más 3 l ha<sup>-1</sup> de atrazina en preemergencia. No se registraron problemas de enfermedades ni de insectos.

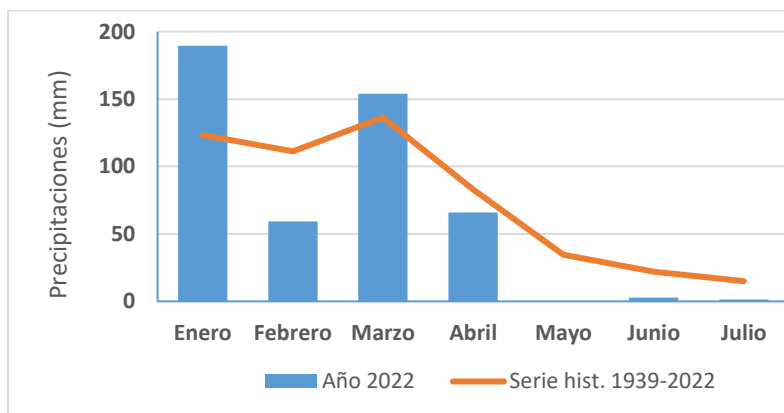
La cosecha de las franjas se realizó el 19 de agosto de 2022 con una cosechadora New Holland TC59 y una tolva con balanza. Se registró la fecha de floración, rendimiento en grano (corregido a 14,5%), peso de mil granos (P1000) y peso hectolítrico (PH).

El análisis de datos se efectuó mediante ANOVA y las medias se compararon con el test de LSD Fischer, con una significancia del 5% utilizando el software InfoStat (Infostat, 2014).

Se registraron los datos de precipitaciones ocurridas durante el ciclo del cultivo de la Estación Meteorológica Ceres (Figura 1).

## RESULTADOS

En la figura 1 se presentan las precipitaciones ocurridas durante el ciclo del cultivo. Si bien estas se encontraron por debajo de la serie histórica en la mayor parte del ciclo del cultivo, en enero, momento de la implantación, y marzo, momento de la floración, las precipitaciones ocurridas incidieron favorablemente en el rinde final.



**Figura 1.** Precipitaciones registradas en la Estación Meteorológica de Ceres durante enero – julio de 2022 y los valores promedio de la serie histórica 1939-2022.

En los resultados del análisis químico (Tabla 1) se pudo observar un suelo con contenido de materia orgánica medio y pH moderadamente ácido. Por su parte, los niveles de fósforo (P) extractable fueron altos, normales para la zona. Los de nitrógeno total y azufre también fueron altos, mientras que los de N-NO<sub>3</sub> resultaron bajos. Estos valores indican un suelo con una fertilidad potencial adecuada y una baja fertilidad actual.

**Tabla 1.** Parámetros químicos de suelo (0-20 cm) evaluados al momento de la siembra.

Determinación (0-20 cm)	Unidad	
Materia Orgánica	%	<b>2,51</b>
Nitrógeno total	%	<b>0,28</b>
N-Nitratos	ppm	<b>12,4</b>
Fósforo	ppm	<b>25,9</b>
Azufre de sulfatos	ppm	<b>14,0</b>
pH actual		<b>6,6</b>

El rendimiento promedio del ensayo fue de 8.962 kg ha<sup>-1</sup> y la diferencia mínima significativa entre cultivares de 628,2 kg ha<sup>-1</sup> (Tabla 2).

El híbrido DK 7320 fue el de mayor rendimiento, superando en 1.808 kg al promedio del ensayo.

Los materiales que se encuentran en el cuadrante superior por encima de la línea negra son híbridos con un rendimiento superior al promedio del ensayo (Tabla 2).

**Tabla 2.** Rendimiento e información complementaria del ensayo de híbridos de maíz en fecha de segunda en Ceres, campaña 2021/2022.

Semillero	HÍBRIDO	R1	Humedad (%)	Rendimiento (Kg ha <sup>-1</sup> , 14,5% H <sup>a</sup> )	P1000 (g)	PH (kg hl <sup>-1</sup> )
DEKALB	DK 7320 VT PRO4	03/03/2022	13,1	10.778 a	326	76,7
ADVANTA	ADV 8778 VIP 3	05/03/2022	13,6	10.04 b	278	74,3
BREVANT	BRV 510 PWU	04/03/2022	13,6	9.735 bc	349	76,2
DEKALB	DK 7220 VT PRO4	28/02/2022	13,4	9.651 bc	369	77,5
ADVANTA	ADV 8413 VIP 3	08/03/2022	13,2	9.511 bc	325	74,7
SYNGENTA	SYN 860 VIP 3	05/03/2022	13,5	9.461 bc	313	74,6
NORD SEMILLAS	BORAX PWU	04/03/2022	13,4	9.370 c	365	75,2
BREVANT	NEXT 22.6 PWUE	02/03/2022	12,7	9.319 c	370	73,6
BREVANT	BRV 507 PWU	28/02/2022	13,8	9.233 c	345	76,0
NORD SEMILLAS	ZEFIR PWU	01/03/2022	13,1	8.579 d	342	75,5
SYNGENTA	SYN 126 VIP 3	27/02/2022	13,0	8.339 d	377	78,4
NORD SEMILLAS	ACRUX PWE	04/03/2022	13,4	8.226 d	349	75,1
ALBERT	SANTA FE RR	06/03/2022	13,3	4.262 e	341	76,0
<b>Promedio (kg ha<sup>-1</sup>)</b>				<b>8.962</b>	<b>342</b>	<b>75,6</b>
<b>CV %</b>				<b>3,24</b>		
<b>DMS (kg ha<sup>-1</sup>)</b>				<b>628,2</b>		

Test de Fisher. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p >0,05).

De acuerdo al peso hectolítrico (PH) se puede observar que 9 genotipos clasificaron dentro del grado 1 ( $>75 \text{ kg hl}^{-1}$ ) y 4 genotipos en el grado 2 (entre  $72$  y  $75 \text{ kg hl}^{-1}$ ). No se observaron genotipos grado 3 (entre  $69$  y  $72 \text{ kg hl}^{-1}$ ), lo que demuestra la buena calidad comercial de los híbridos ensayados. El peso hectolítrico promedio del ensayo fue de  $75,6 \text{ kg hl}^{-1}$  y el material con mayor pH fue SYN 126.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

La elección del híbrido es una de los factores más importantes que definen el rendimiento. Al planificar la siembra es necesario contar con información agronómica como fenología y comportamiento sanitario. Se puede observar que el comportamiento de los diferentes materiales muestran distintas respuestas para este año.

Estos resultados se muestran muy interesantes para la zona y apoyan la importancia de la utilización de la siembra de segunda como alternativa de producción, además de una superficie cada vez mayor dedicada a maíces tardíos en la zona del área de influencia de la AER Ceres que hace importante la evaluación de híbridos comerciales para este tipo de planteos de producción.

## **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece a todas las personas que colaboraron para que este ensayo sea realizado: Marcelo Martoglio, Germán Demichelis y, muy especialmente, a Dante Weder y Fabián Favole por su buena predisposición en las tareas de siembra y cosecha del ensayo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Cicchino, M., Edreira, J. I. R., Uribelarrea, M., Otegui, M. E. 2010b. Heat Stress in FieldGrown Maize: Response of Physiological Determinants of Grain Yield. *Crop Science*, 50, 1438-1448.
- Di Rienzo J.A.; Casanoves F.; Balzarini M.G.; Gonzalez L.; Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2014. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- GEOINTA. En: <http://visor.geointa.inta.gob.ar/>. Accedido en Agosto, 2021.
- Maddoni, G.A. 2012. Tablas de control para fechas de siembra tempranas y tardías del cultivo de maíz. Maíz Actualización técnica 2012. EEA Marcos Juárez. Informe de actualización técnica.\* Marcos Juarez; p. 35 – 39.
- Neiff N., Trachsel S., Valentinuz O.R., Balbi C.N., Andrade F.H. 2016. High Temperatures around Flowering in Maize: Effects on Photosynthesis and Grain Yield in Three Genotypes. *Crop Science*, 56, 1-11.
- Otegui, M.E., J.L. Mercau, y F.J. Menendez. 2002. Estrategias de manejo para la producción de maíz tardío y de segunda. In: E.H. Satorre, editor, Guía Dekalb del cultivo de maíz. Servicios y Marketing Agropecuario, Buenos Aires. p. 171–184.



## **EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE SOJA DE LOS GRUPOS DE MADUREZ IV A VII. INTA RAFAELA. CAMPAÑA 2021/2022.**

ZUIL, S.<sup>1\*</sup> y ROSETTI, L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IDICAL (INTA-CONICET)

\*Autor de contacto: [zuil.sebastian@inta.gob.ar](mailto:zuil.sebastian@inta.gob.ar)

### **INTRODUCCIÓN**

La soja es la leguminosa más sembrada en Argentina, con una superficie de 17 millones de hectáreas aproximadamente (Promedio en los últimos 5 años - Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. 2022). La producción nacional promedio es de 47 millones de toneladas por año, con un rendimiento medio de 2.843 kg ha<sup>-1</sup> (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. 2022).

Uno de los factores determinantes del rendimiento es la elección del cultivar a utilizar. La correcta elección del genotipo permite maximizar la producción de los cultivos y aprovechar la oferta de recursos del ambiente de producción. De esta manera, se pueden armar estrategias de manejo a través de la elección de variedades por grupos de madurez, comportamiento sanitario, rendimiento o estabilidad productiva (Baigorri, 2004). Además del cultivar, la fecha de siembra es otro factor clave al momento de planificar el cultivo de soja. Esta es una de las prácticas agronómicas de mayor importancia en la determinación del rendimiento de los cultivos y no implica un cambio en los costos de producción (Otegui y López Pereira, 2003). Por estas razones, ambas herramientas de manejo interactúan entre sí y, por ejemplo, cambios en la fecha de siembra, aún para una misma localidad, someten al cultivo a condiciones ambientales diferenciales y es necesario seleccionar los cultivares según su adaptación al ambiente de crecimiento.

En el centro de la provincia de Santa Fe, durante la campaña 2021/2022, se evaluaron cultivares de soja de los grupos de madurez (GM) IV al VII, en dos fechas de siembra (FS) (mediados de noviembre y diciembre). Los ensayos forman parte de la Red Nacional de Evaluación de Cultivares Comerciales de Soja (RECSO) de la subregión Pampeana Norte (II-2), centro de Santa Fe. Dicha Red tiene por finalidad identificar las variedades de mejor adaptabilidad a las condiciones de producción como así también conocer el comportamiento agronómico, fenológico y sanitario de los materiales y su productividad en cuanto a rendimiento y calidad. Para ello se conducen ensayos experimentales divididos por grupos de madurez en diferentes condiciones de producción.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Durante la campaña 2021/22 se condujeron dos ensayos en diferentes condiciones de producción. Los experimentos se ubicaron en la EEA Rafaela del INTA y se diferenciaron en i) soja de primera (1° FS), sembrada el 18 de noviembre de 2021 sobre rastrojo de un cultivo de maíz y ii) soja de segunda (2° FS) sembrada el 14 de diciembre de 2021 sobre rastrojo de trigo (Tabla 1).

**Tabla 1.** Serie y tipo de suelo, agua útil inicial (en mm al 1,5 m de profundidad), cultivo antecesor, fecha de siembra y emergencia, análisis químico del suelo con sus valores de referencia correspondiente a los ensayos comparativos de rendimiento de 1° y 2° FS durante la campaña 2021/2022.

	1° FS	2° FS
Serie de suelo	Rafaela	
Tipo de suelo	Argiudol típico	
Agua útil inicial*	189	117
Antecesor	Maíz	Trigo
Fecha de siembra	18/11/2021	14/12/2021
Fecha de emergencia	25/11/2021	20/12/2021
<b>Análisis químico</b>		
Materia orgánica (%)	2.6	2.5
Fósforo (ppm)	32.7	23.4
Nitrógeno total (%)	0.137	0.133
N-NO <sub>3</sub> (ppm)	5.9	8.7
pH	5.7	5.8

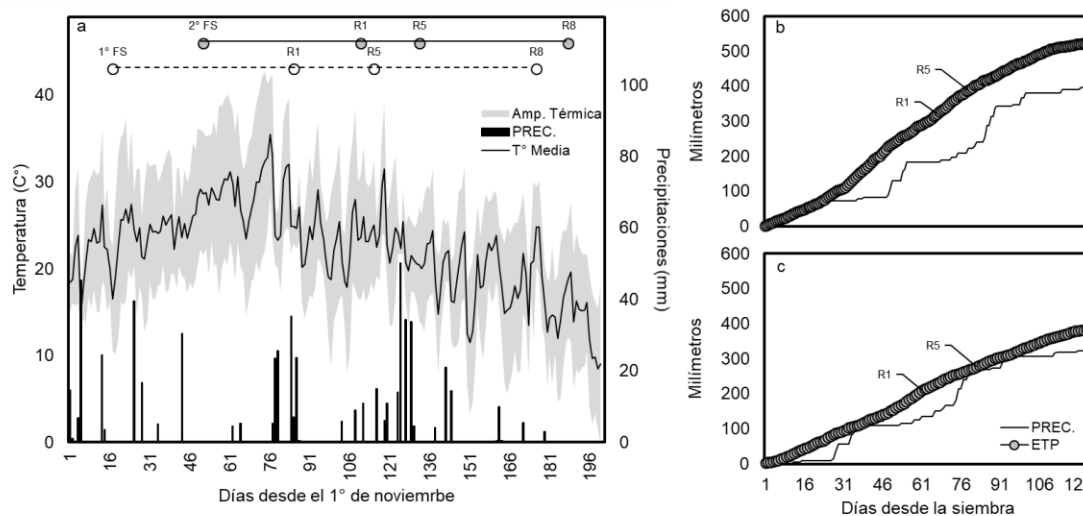
\*mm al 1,5 metros

Se evaluaron 91 cultivares (Tabla 2) que se agruparon por grupo de madurez y largo de ciclo: IV corto (16 cultivares), IV largo (31 cultivares), V corto (17 cultivares), V largo (6 cultivares), VI corto (14 cultivares) y VI largo (7 cultivares). La siembra fue en directa y no hubo aplicación de fertilizante.

Las unidades experimentales fueron microparcelas de 4 surcos de 5 metros de largo, distanciados a 0,52 m entre sí, con una densidad teórica de 336.000 plantas por ha y se distribuyeron en bloques completos al azar con 3 repeticiones por tratamiento, donde cada GM fue sembrado como un ensayo independiente.



registraron precipitaciones superiores a 20 mm que permitieron implantar de manera correcta los ensayos (Figura 1). Posteriormente, durante la segunda quincena de diciembre y enero, las lluvias fueron escasas generando condiciones de déficit hídrico, donde las precipitaciones acumuladas fueron inferiores a la demanda del cultivo (ETP, Figura 1). No obstante, durante el periodo crítico en ambas FS, ocurrieron precipitaciones que mejoraron las condiciones de crecimiento (Figura 1). La campaña 2021/22 se caracterizó también por un periodo de temperaturas extremas, donde las mismas alcanzaron valores mayores a 40 °C, coincidentes con el período vegetativo del cultivo por lo que no afectó el rendimiento final.



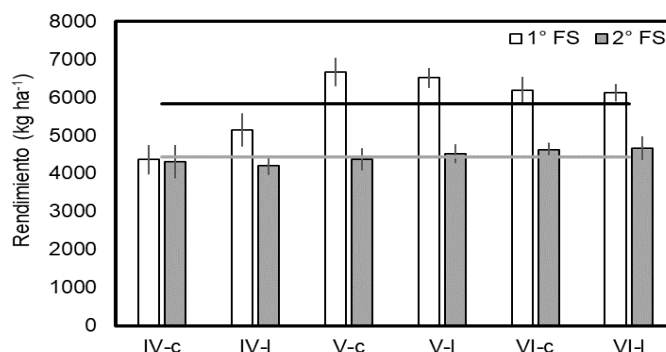
**Figura 1. a)** Amplitud térmica (AT en °C, área gris), precipitaciones diarias (columnas, en mm) y temperatura media (en °C, línea continua), en función de los días desde 1 de noviembre. En línea segmentada y continua están representadas las etapas fenológicas de soja 1° FS (puntos blancos) y 2° FS (puntos grises), respectivamente, correspondiente a los cultivares de GM VI corto. Cada punto identifica el momento de siembra (S), R1, R5 y R8 en orden cronológico. **b y c)** Precipitaciones acumuladas (en mm) y evapotranspiración de cultivo acumulada (ETP) para b) 1° y c) 2° FS en función de los días desde la siembra.

## RESULTADOS

Los rendimientos medios en grano obtenidos en ambos experimentos presentaron grandes contrastes entre sí, como también se observaron comportamientos diferenciales según GM dentro de cada fecha de siembra (Figura 2).

En soja de 1° FS, el rendimiento promedio de los diferentes GM varió entre 4.366 y 6.664 kg ha<sup>-1</sup> y la media de la campaña fue de 5.836 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 2), un incremento de 1.820 kg ha<sup>-1</sup> con respecto a la media de la campaña anterior (Zuil y Rosetti, 2021). El GM V corto fue el que registró el mayor rendimiento, mientras que el menor correspondió al GM IV corto. En cuanto al experimento 2° FS, varió entre 4.197 y 4.661 kg ha<sup>-1</sup> y la media de la campaña fue de 4.446 kg ha<sup>-1</sup>, siendo 1.356 kg ha<sup>-1</sup> superior a la media de 2020/21 (Zuil y

Rosetti, 2021). El GM VI largo fue el que registró el mayor rendimiento, mientras que el menor correspondió al GM IV largo.



**Figura 2.** Rendimiento de grano (en  $\text{kg ha}^{-1}$ ) según GM para los experimentos soja 1° FS y 2° FS en columnas blancas y grises, respectivamente. Línea superior representa el error estándar de los datos. Líneas horizontales negra y gris indican el promedio del ensayo de 1° FS y 2° FS, respectivamente.

### Grupo de madurez IV

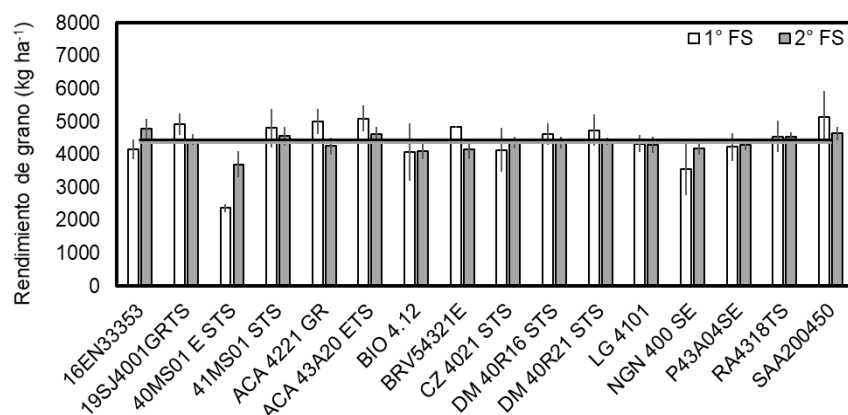
En la 1° FS, el ciclo total varió entre los 125 y 147 días, mientras que en 2° FS, el rango fue entre 125 y 135 días (Tabla 3). Los cultivares de ciclo IV corto presentaron una duración total de 137 y 127 días en soja de 1° y 2° FS, respectivamente.

La altura de plantas en R8 en soja de primera fue de 56 cm (variando entre 47 y 63 cm), mientras que en soja de segunda fue de 57 cm en promedio (en un rango entre 50 y 67 cm). En ninguna de las fechas de siembra se detectó vuelco de plantas (Tabla 3).

**Tabla 3.** Cultivares del GM IV corto. Longitud del ciclo (en días) desde siembra a primera flor (S-R1), primera flor hasta comienzo de llenado de granos (R1- R5), comienzo de llenado de granos hasta madurez (R5-R8), vuelco de planta (0-4) y altura de plantas en R8 (cm) correspondiente a los experimentos 1° y 2° FS de soja.

Cultivar	1° FS					2° FS				
	S - R1	R1 - R5	R5 - R8	Vuelco (0-4)	Altura en R8 (cm)	S - R1	R1 - R5	R5 - R8	Vuelco (0-4)	Altura en R8 (cm)
	Días					Días				
16EN33353	41	35	54	0	55	43	30	62	0	57
19SJ4001GRTS	40	36	71	0	57	34	39	55	0	60
40MS01 E STS	37	38	50	0	52	34	43	48	0	50
41MS01 STS	37	38	69	0	55	34	42	49	0	62
ACA 4221 GR	39	38	60	0	55	33	44	48	0	53
ACA 43A20 ETS	39	36	69	0	63	37	36	52	0	67
BIO 4.12	37	38	55	0	57	34	41	50	0	58
BRV54321E	42	35	64	0	58	37	38	58	0	55
CZ 4021 STS	39	35	70	0	58	33	43	52	0	58
DM 40R16 STS	41	33	56	0	53	34	39	55	0	53
DM 40R21 STS	39	37	61	0	53	41	32	55	0	58
LG 4101	39	37	61	0	57	34	37	62	0	52
NGN 400 SE	40	37	60	0	53	33	40	52	0	50
P43A04SE	44	30	58	0	47	41	32	52	0	60
RA4318TS	41	35	68	0	57	41	34	50	0	58
SAA200450	39	36	62	0	63	37	36	55	0	53
Promedio	40	36	62		56	36	38	53		57
Máximo	44	38	71		63	43	44	62		67
Mínimo	37	30	50		47	33	30	48		50

El GM IV corto (Figura 3) de 1° FS presentó un rendimiento promedio 4.451 kg ha<sup>-1</sup> variando entre 2.373 y 5.131 kg ha<sup>-1</sup>. En cuanto al ensayo de soja de 2° FS se obtuvo un rendimiento promedio 4.358 kg ha<sup>-1</sup> (variando entre 3.702 y 4.783 kg ha<sup>-1</sup>), lo que representa una reducción del 2% debido al retraso en la fecha de siembra. Por cada día de atraso en la FS, el rendimiento disminuyó 2,2 kg ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>.



**Figura 3.** Cultivares del GM IV corto. Rendimiento medio en grano (kg ha<sup>-1</sup>) por cultivar correspondiente a los experimentos de 1° y 2° FS en columnas blancas y grises, respectivamente. Línea vertical corresponde al error estándar de los datos. Líneas horizontales negra y gris indican el promedio de los ensayos de 1° y 2° FS, respectivamente.

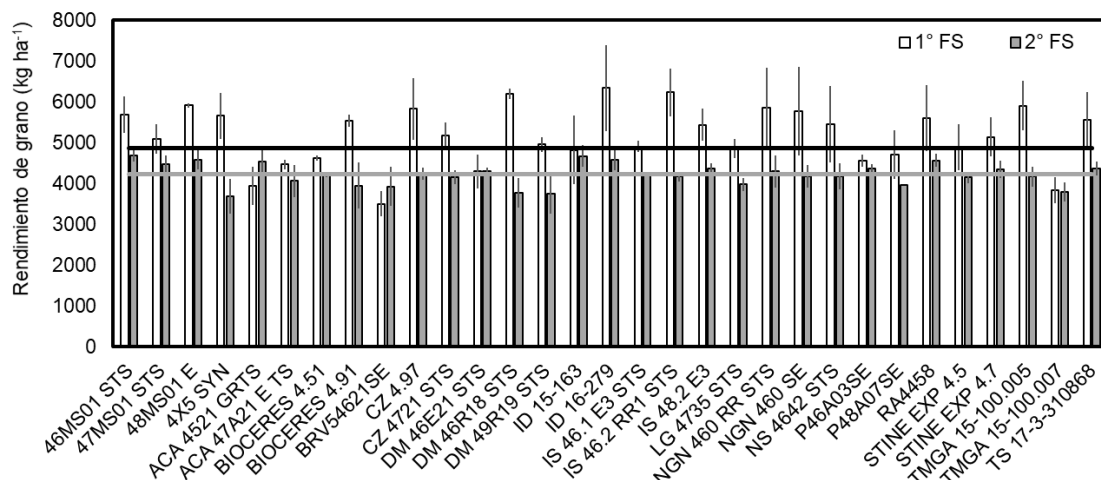
Los cultivares de ciclo IV largo presentaron una duración total de 141 y 128 días en soja de 1° y 2° FS, respectivamente. En 1° FS el ciclo total varió entre 113 y 151, mientras que en 2° FS, el rango fue entre 125 y 132 (Tabla 4). La altura media de las plantas en R8 en soja de 1° FS fue de 62 cm (variando entre 48 y 73 cm),

mientras que en soja de 2° FS, fue de 58 cm en promedio (en un rango entre 50 y 70 cm). Asimismo, tanto en la FS de 1° como de 2°, no se detectó vuelco de plantas en ningún cultivar (Tabla 4).

**Tabla 4.** Cultivares del GM IV largo. Longitud del ciclo (en días) desde siembra a primera flor (S-R1), primera flor hasta comienzo de llenado de granos (R1- R5), comienzo de llenado de granos hasta madurez (R5-R8), Vuelco de planta (0-4) y altura de plantas en R8 (cm) correspondiente a los experimentos soja de primera y de segunda.

Cultivar	1° FS					2° FS				
	S - R1	R1 - R5	R5 - R8	Vuelco	Altura en	S - R1	R1 - R5	R5 - R8	Vuelco	Altura en
	Días			(0-4)	R8 (cm)	Días			(0-4)	R8 (cm)
46MS01 STS	41	34	52	0	68	41	36	51	0	60
47MS01 STS	41	38	69	0	58	41	36	55	0	70
48MS01 E	44	40	57	0	62	34	37	57	0	50
4X5 SYN	40	37	67	0	65	41	35	52	0	53
ACA 4521 GRSTS	41	40	63	0	58	42	2	88	0	52
ACA 47A21 E TS	41	36	67	0	57	44	31	53	0	58
BIOCERES 4.51	42	37	58	0	57	41	37	50	0	58
BIOCERES 4.91	44	35	65	0	58	42	33	50	0	63
BRV54621SE	41	43	29	0	48	41	34	53	0	55
CZ 4.97	35	49	57	0	67	41	36	51	0	63
CZ 4721 STS	39	38	60	0	62	41	36	51	0	62
DM 46E21 STS	44	33	71	0	60	45	30	50	0	57
DM 46R18 STS	44	37	56	0	67	43	34	51	0	55
DM 49R19 STS	44	40	67	0	62	41	32	55	0	57
ID 15-163	42	39	63	0	62	44	29	52	0	60
ID 16-279	39	40	65	0	62	36	37	55	0	60
IS 46.1 E3 STS	42	39	63	0	67	41	38	49	0	57
IS 46.2 RR1 STS	44	33	60	0	63	41	32	52	0	57
IS 48.2 E3	39	38	53	0	60	41	32	55	0	55
LG 4735 STS	44	44	56	0	60	43	34	49	0	58
NGN 460 RR STS	41	40	60	1	68	34	41	53	0	65
NGN 460 SE	41	36	57	0	60	44	32	52	0	58
NS 4642 STS	42	35	64	0	57	38	38	52	0	50
P46A03SE	44	33	70	0	68	42	33	50	0	53
P48A07SE	40	41	66	0	58	41	34	53	0	50
RA4458	42	42	67	0	67	41	35	56	0	60
STINE EXP 4.5	41	36	71	0	60	41	35	56	0	62
STINE EXP 4.7	42	37	68	0	57	34	37	57	0	55
TMGA 15-100.005	44	37	66	0	63	45	28	57	0	65
TMGA 15-100.007	46	35	66	0	73	41	35	50	0	62
TS 17-3-310868	40	41	53	0	68	41	38	49	0	63
Promedio	42	38	61		62	41	33	54		58
Máximo	46	49	71		73	45	41	88		70
Mínimo	35	33	29		48	34	2	49		50

El GM IV largo (Figura 4) de 1° FS presentó un rendimiento promedio 4.881 kg ha<sup>-1</sup> variando entre 3.505 y 6.346 kg ha<sup>-1</sup>. En cuanto al ensayo de soja de 2° FS se obtuvo un rendimiento promedio 4.425 kg ha<sup>-1</sup> (variando entre 3.687 y 4.681 kg ha<sup>-1</sup>), lo que representa una reducción del 9,3 % debido al retraso en la fecha de siembra. Por cada día de atraso en la FS, el rendimiento disminuyó 36,8 kg ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>.



**Figura 4.** Cultivares del GM IV largo. Rendimiento medio en grano (kg ha<sup>-1</sup>) por cultivar correspondiente a los experimentos 1° FS y 2° FS en columnas blancas y grises, respectivamente. Línea vertical corresponde al error estándar de los datos. Líneas horizontales negra y gris indican el promedio de los ensayos de 1° y 2° FS, respectivamente.

### Grupo de madurez V

Los cultivares de ciclo V corto tuvieron una duración total de 147 y 130 días en soja de 1° y 2° FS, respectivamente. En la fecha de 1° FS el ciclo total varió entre 141 y 151 días, mientras que en 2° FS el rango fue entre 125 y 135 días (Tabla 5).

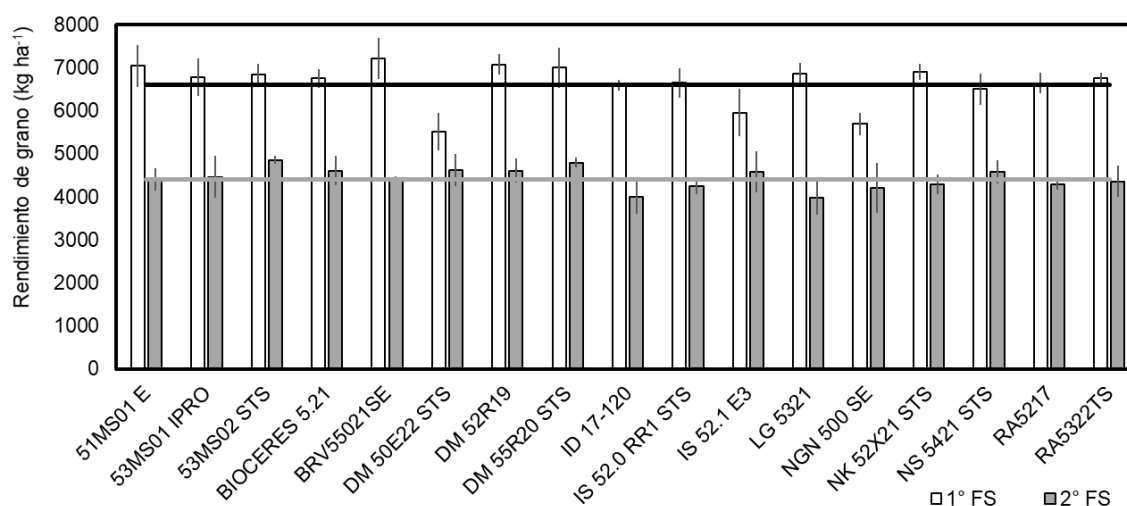
La altura de plantas en R8 en soja de 1° FS fue de 76 cm (variando entre 70 y 87 cm), mientras que en soja de 2° FS fue de 67 cm en promedio (en un rango entre 58 y 73 cm). Asimismo, tanto en la FS de 1° como de 2°, no se detectó vuelco de plantas en ningún cultivar (Tabla 5).



**Tabla 5.** Cultivares del GM V corto. Longitud del ciclo (en días) desde siembra a primera flor (S-R1), primera flor hasta comienzo de llenado de granos (R1- R5), comienzo de llenado de granos hasta madurez (R5-R8), vuelco de planta (0-4) y altura de plantas en R8 (cm) correspondiente a los experimentos soja de 1° FS y 2° FS.

Cultivar	1° FS					2° FS				
	S - R1	R1 - R5	R5 - R8	Vuelco (0-4)	Altura en R8 (cm)	S - R1	R1 - R5	R5 - R8	Vuelco (0-4)	Altura en R8 (cm)
	Días					S - R1	Días			
51MS01 E	44	37	63	0	87	41	40	51	0	67
53MS01 IPRO	42	39	70	0	78	41	41	46	0	70
53MS02 STS	42	42	60	0	83	42	39	47	0	72
BIOCERES 5.21	44	37	66	0	80	41	36	55	0	67
BRV55021SE	44	35	65	0	73	46	32	50	0	65
DM 50E22 STS	56	38	53	0	72	42	39	47	0	65
DM 52R19	42	39	68	0	78	44	38	46	0	72
DM 55R20 STS	44	44	63	0	72	45	31	57	0	70
ID 17-120	46	38	63	0	70	41	36	58	0	62
IS 52.0 RR1 STS	44	44	63	0	77	48	29	51	0	58
IS 52.1 E3	41	38	62	0	72	39	47	39	0	68
LG 5321	44	44	59	0	73	41	36	53	0	68
NGN 500 SE	44	44	63	0	72	41	41	53	0	67
NK 52X21 STS	42	42	63	0	73	55	29	48	0	73
NS 5421 STS	48	42	61	0	70	44	31	53	0	65
RA5217	46	38	70	0	80	47	30	51	0	68
RA5322TS	42	42	63	0	78	48	27	57	0	67
Promedio	44	40	63		76	44	35	51		67
Máximo	56	44	70		87	55	47	58		73
Mínimo	41	35	53		70	39	27	39		58

El GM V corto (Figura 5) de 1° FS presentó un rendimiento promedio de 6.618 kg ha<sup>-1</sup> variando entre 5.513 y 7.224 kg ha<sup>-1</sup>. La soja de 2° FS tuvo un rendimiento promedio de 4.397 kg ha<sup>-1</sup> (variando entre 3.979 y 4.863 kg ha<sup>-1</sup>), lo que representa una reducción del 33,6 % debido al retraso en la fecha de siembra. Por cada día de atraso en la FS, el rendimiento disminuyó 36,8 kg ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>.



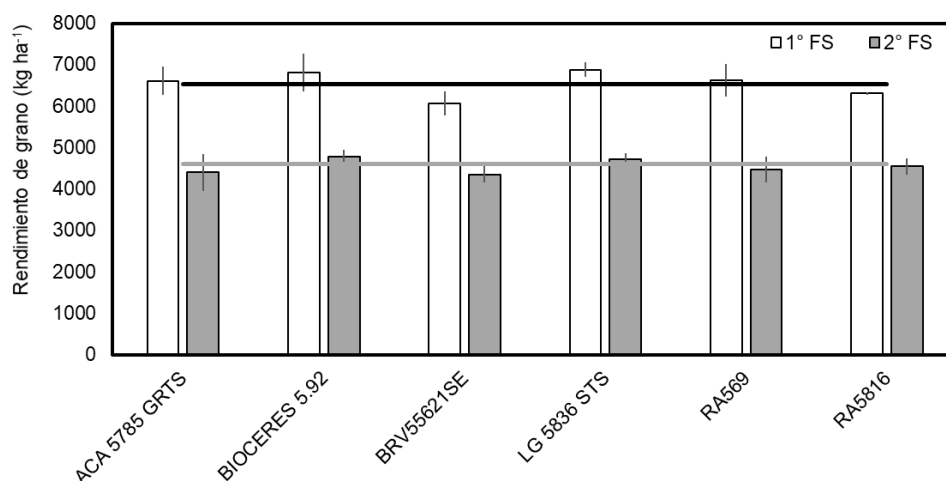
**Figura 5.** Cultivares del GM V corto. Rendimiento medio en grano (kg ha<sup>-1</sup>) por cultivar correspondiente a los experimentos soja de 1° y 2° FS en columnas blancas y grises, respectivamente. Línea vertical corresponde al error estándar de los datos. Líneas horizontales negra y gris indican promedio de los ensayos de 1° y 2° FS, respectivamente.

Los cultivares de ciclo V largo presentaron una duración total de 153 y 133 días en soja de 1° y 2° FS, respectivamente. En la 1° FS el ciclo total varió entre 151 y 159 días, mientras que en 2° FS el rango fue entre 128 y 139 días (Tabla 6). La altura de plantas en R8 en soja de 1° FS fue de 83 cm (variando entre 70 y 97 cm), mientras que en soja de 2° FS fue de 81 cm en promedio (en un rango entre 72 y 92 cm). No se detectaron cultivares con vuelco de plantas (Tabla 6).

**Tabla 6.** Cultivares del GM V largo. Longitud del ciclo (en días) desde siembra a primera flor (S-R1), primera flor hasta comienzo de llenado de granos (R1- R5), comienzo de llenado de granos hasta madurez (R5-R8), vuelco de planta (0-4) y altura de plantas en R8 (cm) correspondiente a los experimentos soja de 1° FS y 2° FS.

Cultivar	1° FS					2° FS				
	S - R1	R1 - R5	R5 - R8	Vuelco (0-4)	Altura en R8 (cm)	S - R1	R1 - R5	R5 - R8	Vuelco (0-4)	Altura en R8 (cm)
	Días					Días				
ACA 5785 GRTS	56	32	63	0	70	55	26	47	0	72
BIOCERES 5.92	56	39	59	0	78	48	36	51	0	77
BRV55621SE	46	45	60	0	77	46	38	44	0	73
LG 5836 STS	56	42	61	0	90	62	27	50	0	87
RA569	58	36	60	0	85	58	31	47	0	83
RA5816	60	35	59	0	97	58	26	51	0	92
Promedio	55	38	60		83	55	31	48		81
Máximo	60	45	63		97	62	38	51		92
Mínimo	46	32	59		70	46	26	44		72

El GM V largo (Figura 6) de 1° FS presentó un rendimiento promedio de 6.533 kg ha<sup>-1</sup> variando entre 6.066 y 6.881 kg ha<sup>-1</sup>. La soja de 2° FS tuvo un rendimiento promedio de 4.603 kg ha<sup>-1</sup> (variando entre 4.355 y 4.785 kg ha<sup>-1</sup>), lo que representa una reducción del 29,5 % debido al retraso en la fecha de siembra. Por cada día de atraso en la FS, el rendimiento disminuyó 76,7 kg ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>.



**Figura 6.** Cultivares del GM V largo. Rendimiento medio en grano (kg ha<sup>-1</sup>) por cultivar correspondiente a los experimentos soja de 1° y 2° FS en columnas blancas y grises, respectivamente. Línea vertical corresponde al error estándar de los datos. Líneas horizontales negra y gris indican promedio de los ensayos de 1° y 2° FS, respectivamente.

### Grupo de madurez VI

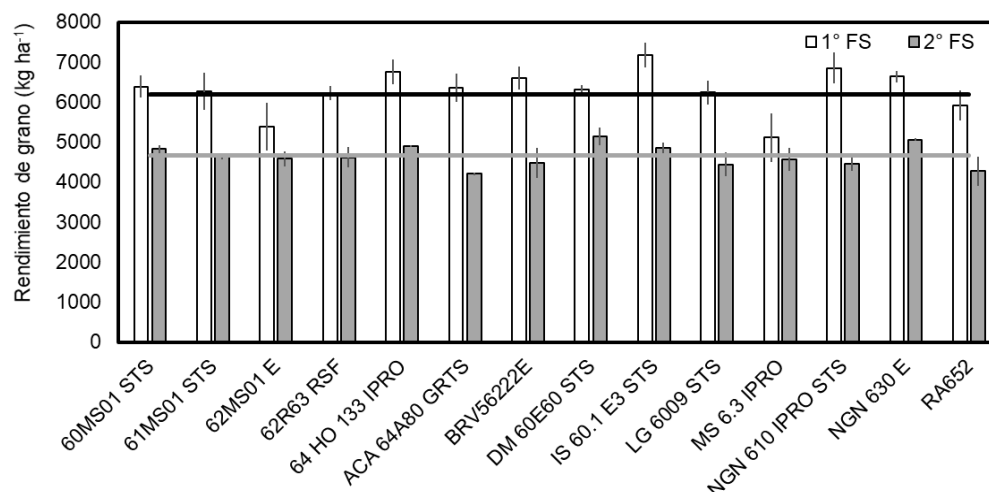
Los cultivares de ciclo VI corto presentaron una duración total de 155 y 137 días en soja de 1° y 2° FS, respectivamente. En la 1° FS, el ciclo total varió entre 151 y 157 días, mientras que en 2° FS, el rango fue entre 135 y 141 días (Tabla 7).

La altura de plantas en R8 en soja de 1° FS fue de 90 cm (variando entre 70 y 102 cm), mientras que en soja de 2° FS fue de 86 cm en promedio (en un rango entre 75 y 100 cm). Asimismo, se detectaron 3 cultivares con vuelco de plantas en la 1° FS y ninguno en la 2° FS (Tabla 7).

**Tabla 7.** Cultivares del GM VI corto. Longitud del ciclo (en días) desde siembra a primera flor (S-R1), primera flor hasta comienzo de llenado de granos (R1- R5), comienzo de llenado de granos hasta madurez (R5-R8), vuelco de planta (0-4) y altura de plantas en R8 (cm) correspondiente a los experimentos soja de 1° y 2° FS.

Cultivar	1° FS					2° FS				
	S - R1	R1 - R5	R5 - R8	Vuelco (0-4)	Altura en R8 (cm)	S - R1	R1 - R5	R5 - R8	Vuelco (0-4)	Altura en R8 (cm)
	Días					Días				
60MS01 STS	58	33	60	0	97	55	32	48	0	82
61MS01 STS	60	37	57	0	88	56	31	48	0	82
62MS01 E	60	35	56	0	80	58	28	49	0	83
62R63 RSF	61	38	55	0	90	58	29	52	0	88
64 HO 133 IPRO	58	45	56	0	100	58	26	51	0	87
ACA 64A80 GRTS	63	34	61	0	88	63	29	49	0	92
BRV56222E	60	41	57	0	88	53	31	51	0	93
DM 60E60 STS	60	42	56	0	90	55	31	53	0	80
IS 60.1 E3 STS	59	40	57	0	83	55	29	57	0	82
LG 6009 STS	58	37	59	0	70	62	24	53	0	80
MS 6.3 IPRO	61	37	56	0	80	58	31	46	0	100
NGN 610 IPRO STS	58	37	59	1	102	58	31	46	0	90
NGN 630 E	60	36	58	1	98	55	31	49	0	87
RA652	58	37	64	1	100	58	31	50	0	75
Promedio	60	38	58		90	57	30	50		86
Máximo	63	45	64		102	63	32	57		100
Mínimo	58	33	55		70	53	24	46		75

El GM VI corto (Figura 7) de 1° FS presentó un rendimiento promedio de 6.187 kg ha<sup>-1</sup> variando entre 5.116 y 7.179 kg ha<sup>-1</sup>. La soja de 2° FS tuvo un rendimiento promedio de 4.676 kg ha<sup>-1</sup> (variando entre 4.204 y 5.140 kg ha<sup>-1</sup>), lo que representa una reducción del 24,4% debido al retraso en la fecha de siembra. Por cada día de atraso en la FS, el rendimiento disminuyó 60,7 kg ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>.



**Figura 7.** Cultivares del GM VI corto. Rendimiento medio en grano ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) por cultivar correspondiente a los experimentos soja de 1° y 2° FS en columnas blancas y grises, respectivamente. Línea vertical corresponde al error estándar de los datos. Líneas horizontales negra y gris indican el promedio de los ensayos de 1° y 2° FS, respectivamente.

Los cultivares de ciclo VI largo presentaron una duración total de 159 y 141 días en soja de 1° y 2° FS, respectivamente. En la fecha de 1° el ciclo total varió entre 154 y 161, mientras que en 2° el rango fue entre 140 y 142 (Tabla 8).

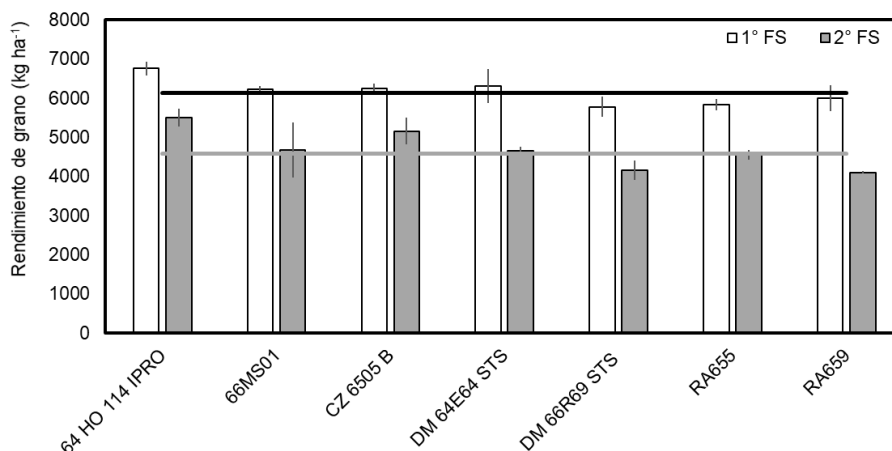
La altura de plantas en R8 en soja de 1° FS fue de 107 cm (variando entre 92 y 117 cm), mientras que en soja de 2° FS fue de 88 cm en promedio (en un rango entre 80 y 98 cm). Asimismo, se detectaron 2 cultivares con vuelco de plantas en la 1° FS y ninguno en la 2° FS (Tabla 8).

**Tabla 8.** Cultivares del GM VI largo. Longitud del ciclo (en días) desde siembra a primera flor (S-R1), primera flor hasta comienzo de llenado de granos (R1- R5), comienzo de llenado de granos hasta madurez (R5-R8), vuelco de planta (0-4) y altura de plantas en R8 (cm) correspondiente a los experimentos soja de primera y de segunda.

Cultivar	1° FS					2° FS				
	S - R1	R1 - R5	R5 - R8	Vuelco (0-4)	Altura en R8 (cm)	S - R1	R1 - R5	R5 - R8	Vuelco (0-4)	Altura en R8 (cm)
	Días					Días				
64 HO 114 IPRO	63	39	57	0	108	62	35	43	0	83
66MS01	63	47	51	0	108	62	32	48	0	97
CZ 6505 B	63	38	53	0	113	62	31	47	0	90
DM 64E64 STS	65	42	52	1	107	62	30	48	0	80
DM 66R69 STS	60	39	60	0	92	58	36	48	0	85
RA655	63	50	48	0	107	58	36	48	0	82
RA659	65	35	61	1	117	60	34	48	0	98
Promedio	63	41	55		107	61	33	47		88
Máximo	65	50	61		117	62	36	48		98
Mínimo	60	35	48		92	58	30	43		80

El GM VI largo (Figura 8) de 1° FS registró un rendimiento medio de  $6.141 \text{ kg ha}^{-1}$  variando entre  $5.843$  y  $6.755 \text{ kg ha}^{-1}$ , mientras que la soja de 2° FS tuvo un rendimiento promedio de  $4.574 \text{ kg ha}^{-1}$  (variando entre

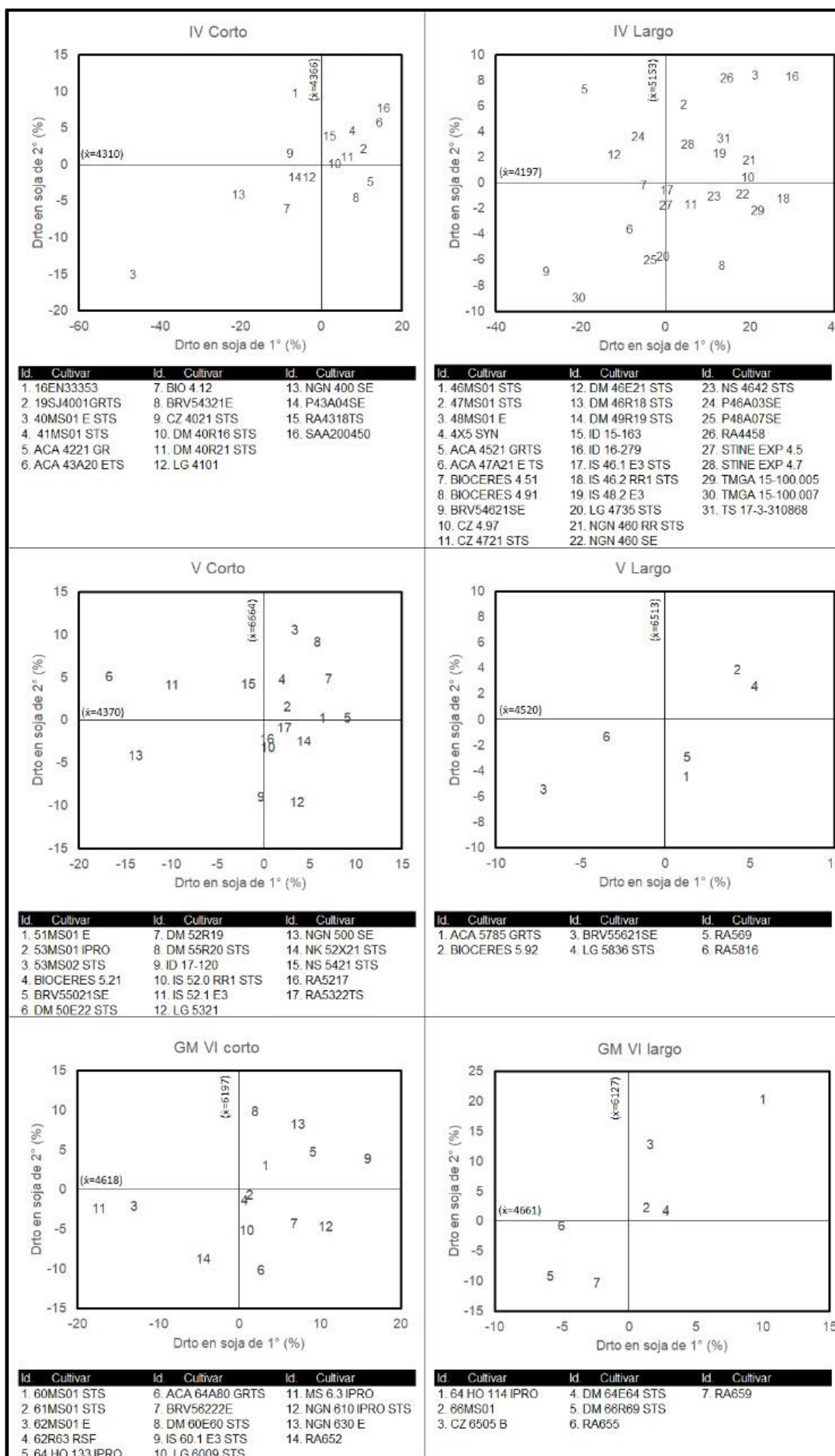
4.107 y 5.505 kg ha<sup>-1</sup>), lo que representa una reducción del 25,5% debido al retraso en la fecha de siembra. Por cada día de atraso en la FS, el rendimiento disminuyó 56,4 kg ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>.



**Figura 8.** Cultivares del GM VI largo. Rendimiento medio en grano (kg ha<sup>-1</sup>) por cultivar correspondiente a los experimentos soja de 1° y 2° FS en columnas blancas y grises, respectivamente. Línea vertical corresponde al error estándar de los datos. Líneas horizontales negra y gris indican el promedio de los ensayos de 1° y 2° FS, respectivamente.

### Herramienta para la elección de cultivares por FS

Los cultivares de diferente GM, cortos y largos, suelen tener un comportamiento diferencial según su adaptación a las diferentes condiciones ambientales. Un cultivar sembrado en fecha de primera puede no estar adaptado a condiciones más tardías. En la Figura 9 se detallan gráficamente, para cada GM, los cultivares que tuvieron i) una productividad superior a la media en la 1° y 2° FS (cuadrante superior derecho), ii) aquellos que tuvieron un comportamiento superior en la 1° FS pero inferior en la 2° FS (cuadrante inferior derecho), iii) los que tuvieron un comportamiento superior en la 2° FS pero inferior en la 1° FS (cuadrante superior izquierdo) y iv) los que demostraron un comportamiento inferior al promedio en ambas fechas de siembra (cuadrante inferior izquierdo). De esta manera, el número de cultivares que tuvieron rendimientos superiores en 1° y 2° FS fueron 7, 9, 7, 2, 5 y 4 para los GM IV corto, IV largo, V corto, V largo, VI corto y VI largo, respectivamente.



**Figura 9.** Diferencial de rendimiento (Drto en %) correspondiente a los cultivares (descritos en la tabla inferior a la figura) de GM IV, V VI cortos y largos entre la 1° y 2° FS.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

Las condiciones ambientales durante la campaña 2021/22 fueron favorables tanto para soja de 1° como de 2° FS. Reportes previos indican que los rendimientos provenientes de las fechas de primera son más elevados que en condiciones de segunda (Zuil y Rosetti, 2021). Durante esta campaña se evidenció esta diferencia en los experimentos presentados, aun cuando el volumen total proveniente de precipitaciones fue bajo comparado a campañas previas. Los elevados rendimientos reportados se debieron principalmente a la distribución y volumen de las precipitaciones contemporáneas, en especial durante los periodos críticos. Asimismo, se evidenció que, en las siembras de segunda, la reducción de rendimiento estaría asociada no sólo a condiciones hídricas (Zuil y Rosetti, 2020) sino también a acortamientos de ciclo y menor radiación solar incidente durante el periodo reproductivo.

Las condiciones ambientales de la campaña fueron propicias para realizar una adecuada caracterización del comportamiento de los diferentes cultivares frente al carácter de vuelco de planta, principalmente en fechas de siembra óptimas (soja de 1° sembrada a mediados de noviembre). Esta característica debe ser tenida en cuenta al momento de seleccionar cultivares para evitar pérdidas de rendimiento y complicaciones al momento de la cosecha.

Por otro lado, debido a la aparición y registro en el mercado de nuevas variedades de soja, resulta importante la realización de este tipo de ensayos para verificar y validar su adaptación a las condiciones agroecológicas de producción del centro de Santa Fe.

## **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece a Germán Eggel, Geremias Alessio, Nicolas Villaruel y Mara Biglione de la EEA Rafaela de INTA por la asistencia técnica brindada durante el periodo de realización de los ensayos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- BAIGORRI, H. Criterios generales para la elección y el manejo de cultivares en el Cono Sur. 2004. En: Díaz Zorita M. y Duarte G. A. (Eds.). Manual Práctico para la producción de soja. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 2004: 53-54.
- FEHR, W.R. & CAVINESS, C.E. 1977. Stage of soybean development. Special Report 80, Cooperative Extension Service, Agriculture and Home Economics Exp. Stn Iowa State University, Ames, Iowa. Vol. 11: 929–931.
- DI RIENZO J.A.; F. CASANOVES; M.G. BALZARINI; L. GONZALEZ; M. TABLADA & C.W ROBLEDO. 2016. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>. (junio,2022).
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA. 2020. Sistema Integrado de Información Agropecuaria (SIIA). Disponible en: <http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>. (Ultimo acceso: julio de 2022).

- OTEGUI, M.E.; LÓPEZ PEREIRA M. 2003. Capítulo 12: Fecha de siembra. Producción de granos. Bases Funcionales para su manejo. Eds. E Satorre et al. Buenos Aires, UBA. Pp. 259-275
- ZUIL, S. y ROSETTI, L. 2021. Evaluación de cultivares de soja de los GM IV a VIII en EEA INTA Rafaela. Campaña 2020/2021. Información técnica producción vegetal 2021. Publicación miscelánea - Año IX N° 2: 39-55.



# HUMEDAD A MADUREZ FISIOLÓGICA Y LLENADO EFECTIVO DE GRANOS EN CULTIVO DE GIRASOL

ZUIL, S. <sup>1\*</sup>; ROSETTI, L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IDICAL (INTA-CONICET)

\*Autor de contacto: [zuil.sebastian@inta.gob.ar](mailto:zuil.sebastian@inta.gob.ar)

## INTRODUCCIÓN

La rotación de cultivos es la forma en que cada uno se ubica en secuencias a través del tiempo y es una de las decisiones más importantes en el diseño de los sistemas agropecuarios con intensificación sustentable (Andrade *et al.*, 2022). Se ha demostrado que el aumento de la intensidad de cultivo (número de cultivos por año) en las rotaciones, aumenta la productividad anual de la tierra en muchas regiones del mundo, en función de una mayor utilización de los recursos ambientales disponibles (Caviglia *et al.*, 2004; Andrade *et al.*, 2015; Agus *et al.*, 2019). El cultivo de girasol tiene un rol importante dentro de las rotaciones ya que i) es una planta perteneciente a la familia de las compuestas lo que permite diversificar principios activos de fitosanitarios, ii) posee un sistema radical pivotante que permite explorar a niveles profundos de suelo y resulta un descompactador natural, iii) tiene una gran habilidad para reducir el consumo de agua en periodos secos sin sacrificar rendimiento o rentabilidad, iv) la tecnología del cultivo (genética y prácticas de manejo asociadas) en la actualidad es elevada y permite diseñar estrategias de manejo y v) posee una elevada rentabilidad en un amplio rango de ambientes (suelos someros vs. profundos, en condiciones de sequía, entre otros).

Una característica particular de este cultivo es que puede alcanzar la madurez fisiológica (MF) del grano antes de alcanzar la madurez comercial (MC). Una de las metodologías más conocidas para determinar la MF en varios cultivos es la determinación del contenido de humedad del grano en MF (HMF). En maíz, por ejemplo, los granos llegan a su madurez fisiológica cuando su contenido de humedad es alrededor del 35% (Sala *et al.*, 2007). En soja la MF se alcanza con aproximadamente 60% de humedad (Poeta *et al.*, 2014). Para el caso del trigo, la MF se alcanza con 37% de humedad en grano (Calderini *et al.*, 2000). En girasol, Rondanini *et al.* (2007) reportaron una humedad de 38% al momento de MF, para un genotipo cultivado en condiciones controladas. Por otro lado, Gesch y Johnson (2012) encontraron que el contenido de humedad a madurez fisiológica fue de 40% para híbridos convencionales y del 50% para híbridos confiteros. No obstante, trabajos realizados por Sandoval y Zuil (2014) en el Norte de la provincia de Santa Fe (Argentina), demostraron que existen diferencias en la HMF entre genotipos (rango entre 49 y 32% HMF), mientras que Zuil (2014) encontró una amplia variabilidad ambiental para HMF en distintas condiciones ambientales (fechas de siembra y condiciones hídricas) en tres híbridos comerciales.

A campo, el método más utilizado para establecer la MF, debido a su fácil aplicación agronómica, es el propuesto por Schneider y Miller (1981), mediante la determinación de la coloración del capítulo y sus brácteas. Cuando el capítulo está amarillo y las brácteas se tornan marrones indica que se alcanzó la madurez fisiológica (R9). Conocer el indicador y momento apropiado para la determinación de la madurez fisiológica permitiría anticipar la cosecha para intensificar la rotación. En diversos cultivos existen características visuales para identificar rápidamente si el grano ha llegado a MF. En maíz, se verificó la existencia de la capa negra, la cual

aparece cuando los granos alcanzan la MF (Daynard y Duncan, 1969; Carter y Poneleit, 1973; Hunter *et al.*, 1991). La formación de la capa negra en la semilla también es un buen indicador de MF en sorgo (Eastin *et al.*, 1973). En el cultivo de soja se sugirió como indicador el cambio de color de las vainas (Gbikpi y Crookston, 1981) mientras que en canola, el cambio de color de los frutos, que vira de verde a marrón claro (Elias y Copeland, 2001). Si bien en girasol, la identificación del estadio de MF mediante el cambio de color de brácteas es un método rápido, se ha reportado que puede variar entre genotipos y condiciones ambientales, por lo tanto, su utilidad como indicador de MF resulta muy limitada (Satorre *et al.*, 2003). En base a conocimientos fenológicos empíricos, se podría realizar un cultivo de girasol sembrado en septiembre, con lo cual la MF estimada se produciría a fines de diciembre y posteriormente, si la humedad del perfil lo permitiese, se podría realizar un cultivo de maíz o sorgo tardío para la producción de granos o como forraje.

Los objetivos del presente trabajo son i) establecer la humedad de granos del girasol a madurez fisiológica y ii) determinar los días que se puede anticipar la cosecha, sin perjudicar rendimiento ni porcentaje de aceite, en una zona de alto potencial del centro-oeste de la provincia de Santa Fe.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la campaña 2021-2022 se realizó un ensayo en la EEA Rafaela del INTA, en dos fechas de siembra (FS): i) girasol en FS óptima, sembrada el 15 de septiembre de 2021 y ii) girasol en FS tardía, sembrada el 15 de diciembre de 2021. Ambas sobre rastrojo de soja (Tabla 1).

**Tabla 1.** Serie y tipo de suelo, cultivo antecesor, fecha de siembra, agua útil inicial (en mm a 1 y 1,5 metros de profundidad), fertilización y análisis químico del suelo, con sus correspondientes valores adecuados de referencia. Campaña 2021/2022. Rafaela, Santa Fe.

	FS Óptima	FS Tardía	
Serie de suelo	Rafaela		
Tipo de suelo	Argiudol típico		
Antecesor	Soja		
Fecha de siembra	15/09/2021	15/12/2021	
Agua útil inicial <sup>1</sup>	66.6	104.3	
Agua útil inicial <sup>2</sup>	96.7	149.4	
Fertilización	100 kg N ha <sup>-1</sup>		
	Análisis químico de suelo		Valor adecuado de referencia
Materia Orgánica (%)	2.82	2.29	2.5-3.2
Nitrógeno total (%)	0.16	0.11	0.14-0.15
N-NO <sub>3</sub> (ppm)	18.60	17.50	16-20
Fósforo (ppm)	37.40	30.50	18-30
pH	5.70	5.90	6.6-7.2

<sup>1</sup> mm a 1 metro de profundidad

<sup>2</sup> mm a 1.5 metros de profundidad

Se utilizó el híbrido SYN 3970 (Syngenta), sembrado en siembra directa a 0,52 m de distanciamiento entre surco y con una densidad de 50.000 pl ha<sup>-1</sup>. El diseño experimental utilizado fue de muestras apareadas con 3 repeticiones. La unidad experimental fue la planta. Se aplicaron dos tratamientos: i) planta cortada (PC) y ii) control (C). El tratamiento PC consistió en cortar el receptáculo de cada planta, hacer una determinación del porcentaje de humedad gravimétrico de granos ubicados en el sector central del capítulo (entre fila 4 y 19, Izquierdo *et al.*, 2002). La humedad gravimétrica se estimó mediante el pesaje de la muestra húmeda y posterior determinación de peso seco (secado en estufa de aire forzado a 60°C). En cuanto al tratamiento C, se procedió a extraer granos para la determinación de humedad dejando las plantas en el campo hasta alcanzar la MF. El muestreo de plantas se realizó cada 3 días a partir de los 13 y 17 días desde comienzo de floración (FS óptima y tardía, respectivamente). Como medida preventiva, todos los capítulos fueron tapados luego de R6 con bolsas de autopolinización para prevenir el daño por aves.

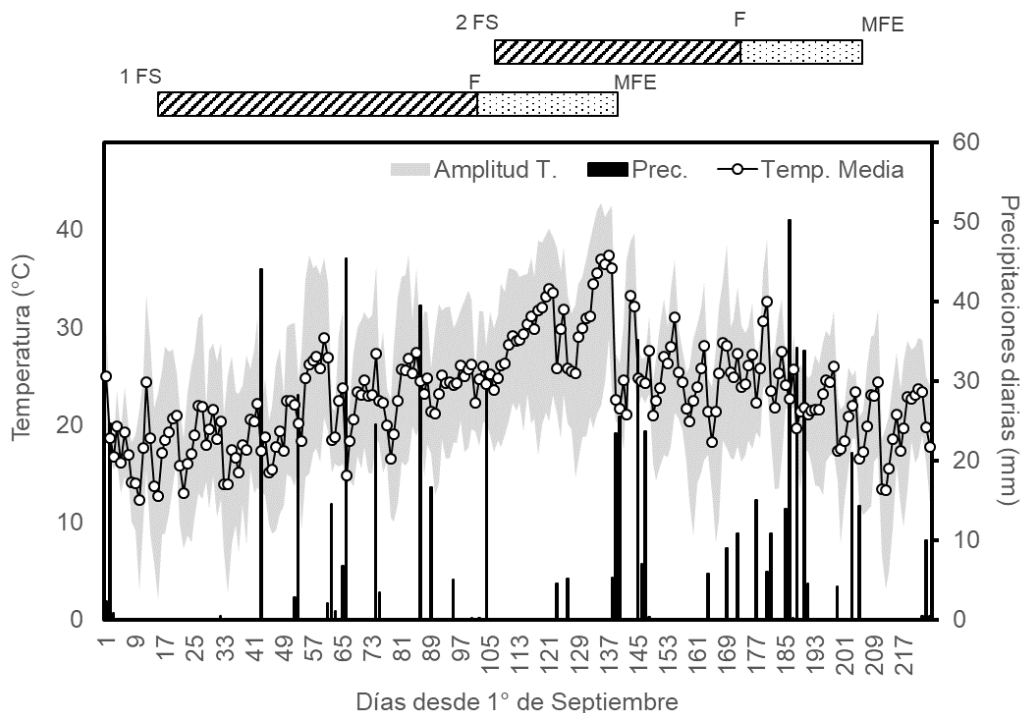
El cultivo se mantuvo libre de malezas, insectos y enfermedades durante todo su ciclo mediante el control químico. Se registraron los estados fenológicos de emergencia, floración (R5) y madurez fisiológica (R9) utilizando la escala morfológica de Schneither and Miller (1981).

Los capítulos recolectados en PC y los controles en campo a madurez comercial se trillaron manualmente y se colocaron los granos en estufa a 60°C hasta peso constante. Se determinó el rendimiento en granos por planta (expresado en g pl<sup>-1</sup>). Asimismo, se determinó el peso de granos (PG, en mg) y el porcentaje de materia grasa por resonancia magnética nuclear (Spinlock, SL200).

El rendimiento de granos por planta, PG y porcentaje de aceite se analizaron estadísticamente mediante ANOVA utilizando el software Infostat versión 2016 (Di Rienzo *et al.*, 2016) y las medias se compararon entre tratamientos mediante contrastes ortogonales para cada fecha de muestreo con un nivel de probabilidad del 5% (p<0,05). Los modelos lineales y sigmoideos se establecieron con el software Sigmaplot 8.0.

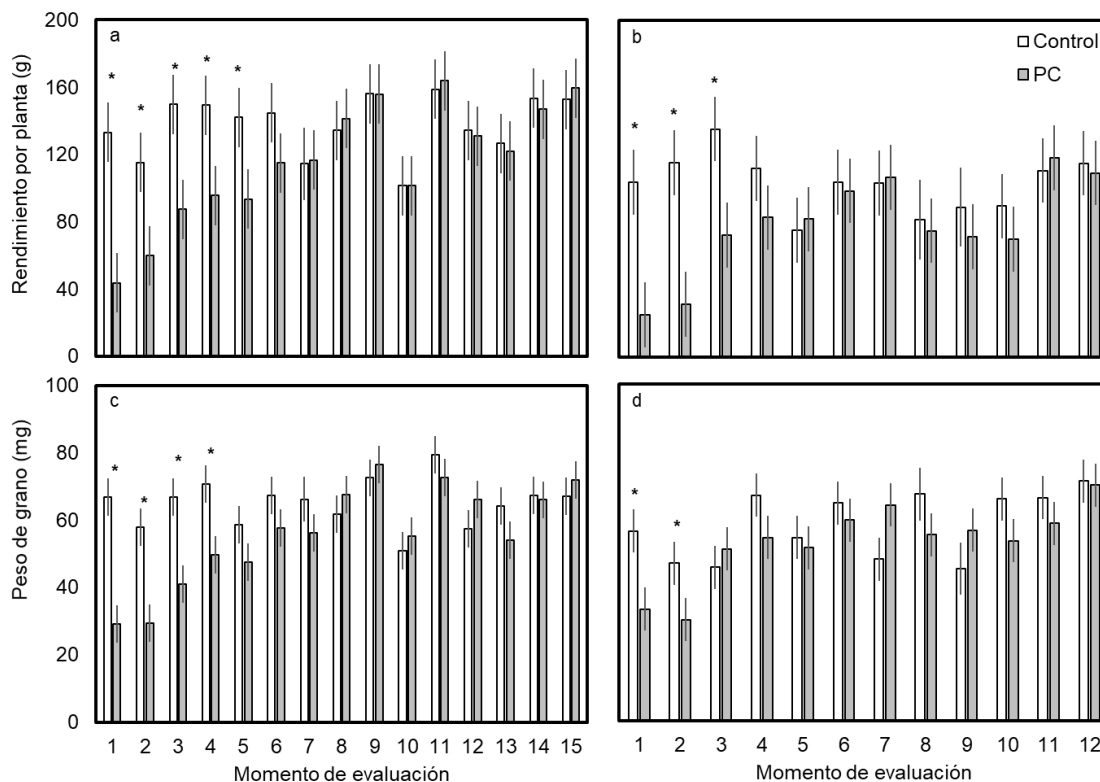
## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En cuanto a las condiciones ambientales, para la FS óptima, no se registraron eventos de precipitaciones desde el 1 de septiembre hasta mediados de octubre (Figura 1). No obstante, el contenido inicial de agua útil en el perfil del suelo (aproximadamente 97 mm, Tabla 1), permitió al cultivo sobrellevar esta deficiencia hídrica. En cuanto a la FS tardía, durante la segunda quincena de diciembre y primera de enero, tampoco ocurrieron precipitaciones (Figura 1) pero, debido al abundante agua útil inicial (aproximadamente 150 mm, Tabla 1), no se detectaron síntomas de estrés hídrico en planta. En cuanto a las condiciones térmicas de la campaña, para la FS óptima, las temperaturas fueron elevadas durante el llenado de granos. En cuanto a la FS tardía, las temperaturas durante el llenado de granos fueron menores en comparación a la FS óptima. De todas maneras, las condiciones estresantes a las cuales estuvo expuesta la FS óptima no afectaron el llenado de granos de las plantas.



**Figura 1.** Temperatura media (°C, línea continua), amplitud térmica (AT en °C, área gris), precipitaciones diarias (mm, columnas) en función de los días desde 1 de septiembre. En las barras horizontales están representadas las etapas fenológicas del girasol correspondiente a las fechas de siembra óptimas y tardías. Áreas segmentadas diagonales y punteadas corresponden a los períodos S – R5 (F) y R5 – Madurez Fisiológica (MF).

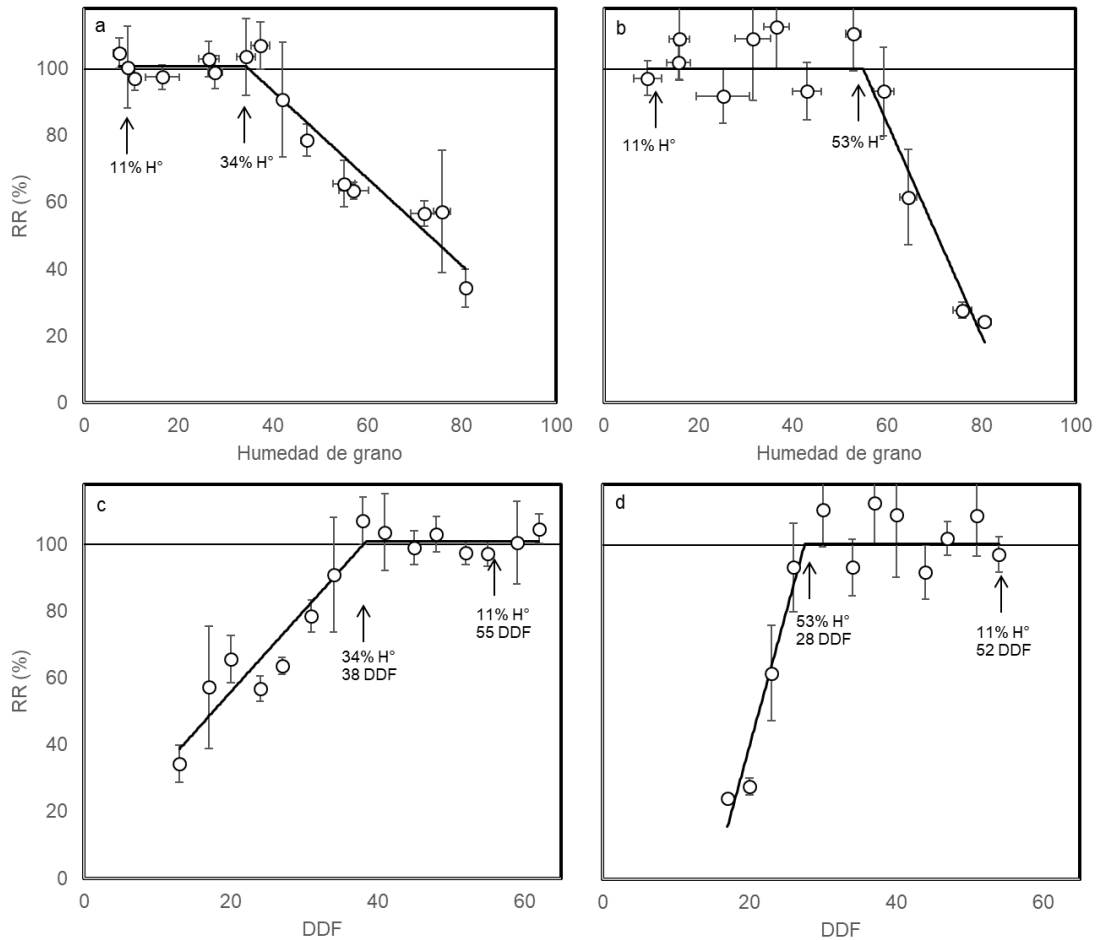
La duración del llenado de granos en la FS óptima fue mayor en comparación con la tardía (Figura 1), por lo que el número de muestreos en cada FS fue diferente. En la FS óptima se realizaron en 15 momentos, mientras que en la FS tardía en 12 (Figura 2). El rendimiento por planta en la FS tardía fue un 29 % menor en comparación con la óptima ( $p < 0,0001$ ). Esto fue debido a la reducción de la longitud de ciclo total y del periodo de llenado de granos, como así también al menor potencial ambiental (menor radiación en marzo). En la FS óptima, los 5 momentos iniciales de aplicación de tratamientos se diferenciaron del control, mientras que en la segunda FS sólo se diferenciaron los 3 momentos iniciales ( $p < 0,0001$ , Figura 2). Esto fue consecuencia de la interrupción anticipada del llenado de granos, que generó granos de menor tamaño ( $p < 0,0001$ , Figura 2).



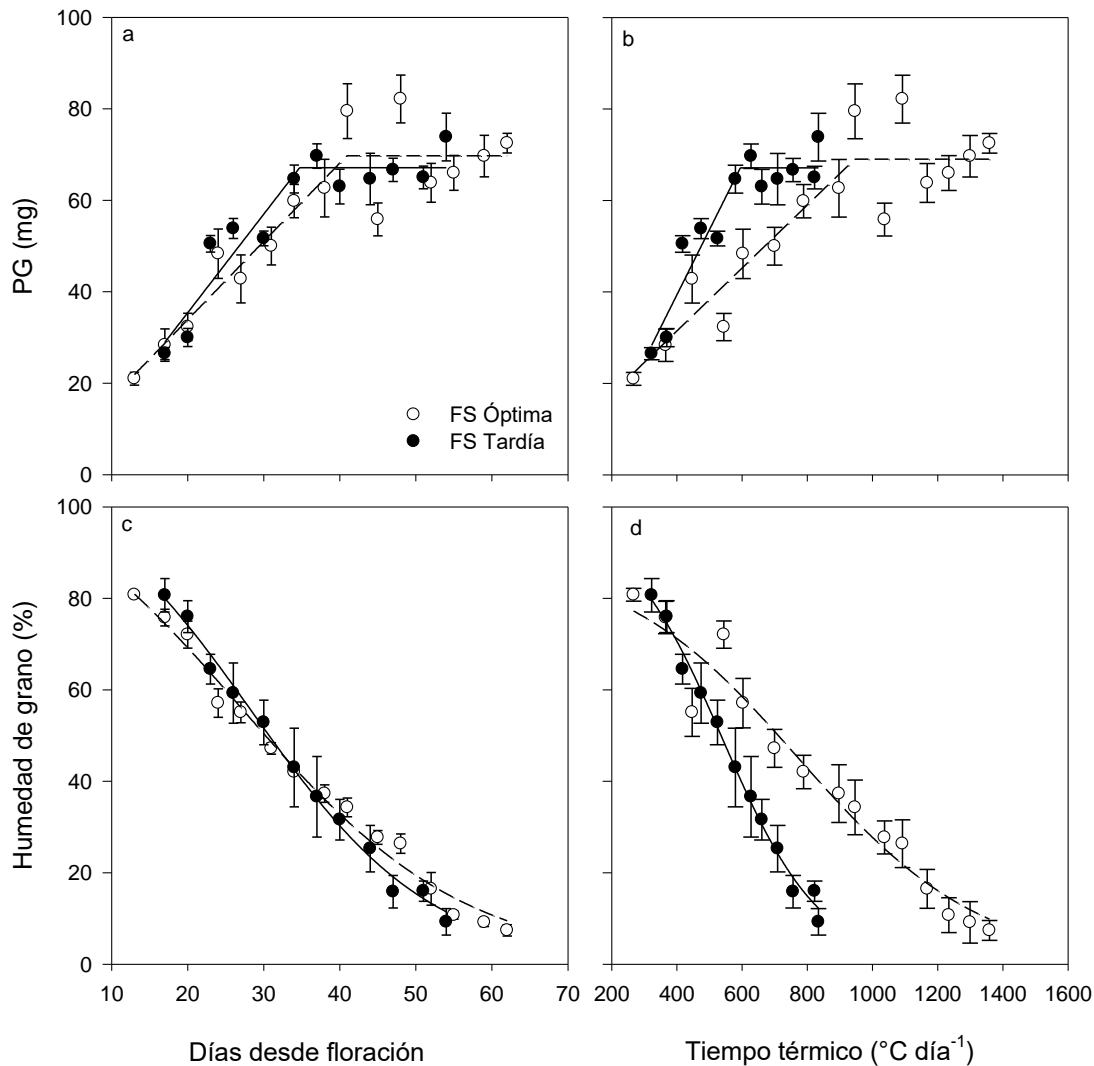
**Figura 2.** Rendimiento medio por planta (en g, a y b) y peso de grano (en mg, c y d) en función de los momentos de evaluación para la FS óptima (a y c) y tardía (b y d) correspondiente al tratamiento control y PC (columnas blancas y grises, respectivamente). Líneas verticales corresponden al error estándar de los datos, asteriscos indican diferencias significativas entre tratamientos para cada momento.

El cultivo de girasol alcanzó la madurez fisiológica a los 34 y 53% de humedad de granos para las FS óptima y tardía, respectivamente (Figura 3). En días desde floración (DDF), la madurez efectiva ocurrió a los 38 y 28 DDF, respectivamente. Por lo tanto, si la madurez fisiológica visual en base a Schneither and Miller (1981) ocurrió a los 55 y 52 DDF, este trabajo indica que se puede anticipar la cosecha entre 17 y 24 días. Estudios realizados por Sandoval (2014), luego de evaluar 18 híbridos comerciales mediante una metodología diferente (extracción de granos), demostraron que existe variabilidad genotípica para la humedad a madurez fisiológica (HMF), la cual varió entre 32 y 49%. Otros valores de HMF reportados incluyen 40% (Gesch y Johnson, 2012), 38% (Rondanini et al. 2007), 36% (Robertson et al., 1978), 29 % (Browne, 1978) y 15% (Kole y Gupta., 1982). Zuil (2016) también encontró variabilidad ambiental para HMF en distintas condiciones ambientales del Norte de Santa Fe. Asimismo, Llebaria (2018) reportó valores de HMF entre 28 y 57% luego de analizar seis ambientes (fechas tempranas y tardías en Reconquista y Balcarce) y tres genotipos con diferentes longitudes de ciclo. Además, en dicho trabajo, se encontró una relación inversa entre HMF y la duración del llenado efectivo de granos. Esto indica que cuanto mayor es la duración del llenado de granos, menor es la humedad de los mismos en madurez fisiológica. Si bien en el presente trabajo se detectó la misma tendencia (una reducción en la duración del llenado efectivo de granos que se correspondió con una menor HMF, sin un

aparente efecto sobre la tasa de pérdida de humedad en granos, Figura 4), se necesita continuar evaluando ya que los datos corresponden a una sola campaña. Asimismo, el efecto de la FS en la duración efectiva y la tasa de llenado de granos, sin afectar el peso potencial de grano (peso donde se alcanza el plateau), indicaría un posible efecto fotoperiódico u otro factor sobre este proceso fisiológico (Figura 4).

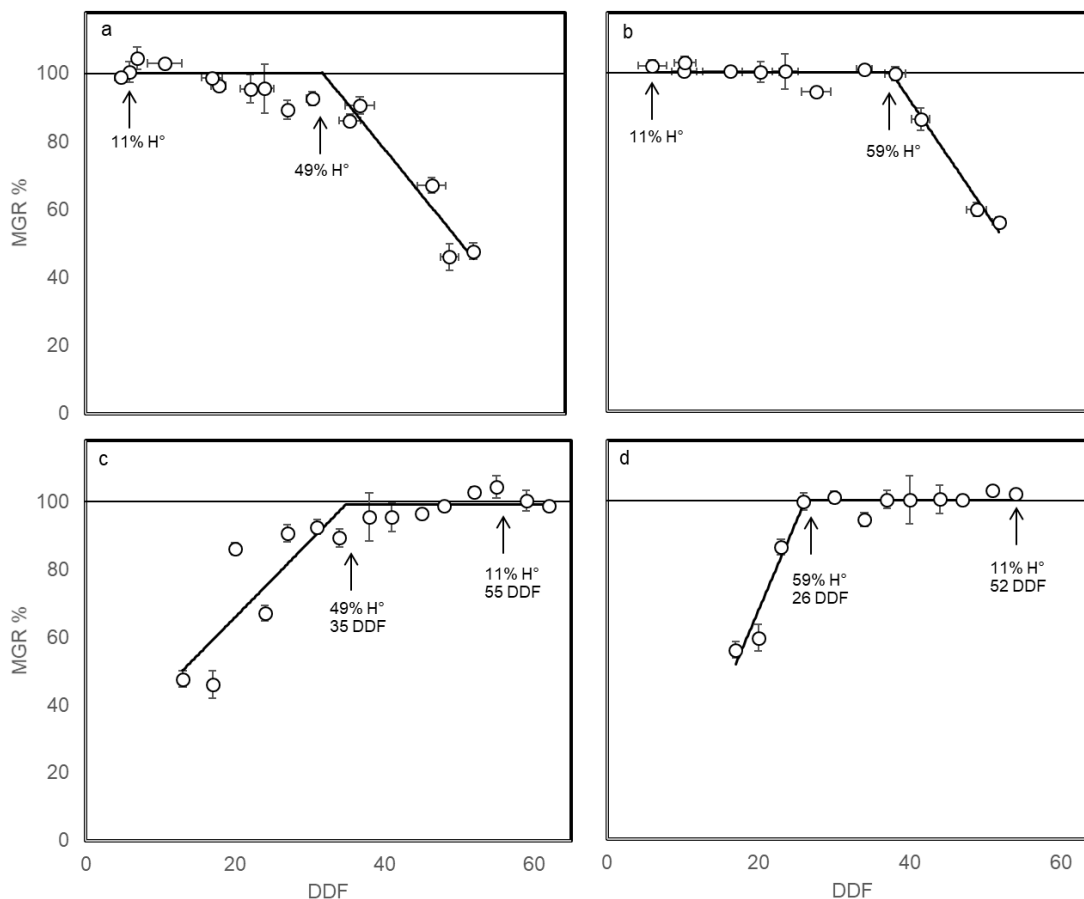


**Figura 3.** Rendimiento relativo (PC en relación al control en %) en función de la humedad de grano (% , a y b) y los días desde floración (DDF, c y d) para la FS óptima (a y c) y tardía (b y d). Líneas verticales corresponden al error estándar de los datos.



**Figura 4.** Peso de grano (a y b, PG en mg) y humedad de granos (c y d, en %) en función de los días desde floración (a y c) y tiempo térmico desde floración (b y d, °C día<sup>-1</sup>, Tb=6°C) para la FS óptima y tardía (círculos vacíos y llenos, respectivamente). Líneas de regresión discontinuas y continuas corresponden a la FS óptima y tardía, respectivamente. Líneas verticales indican el error estándar de los datos.

Si bien la madurez fisiológica del cultivo de girasol ocurrió antes del 11% de humedad, se analizó también el momento en el cual se determina el porcentaje de aceite de los granos. El girasol alcanzó el máximo porcentaje de aceite a los 49 y 59% de humedad de granos para la FS óptima y tardía, respectivamente (Figura 5). Al considerar este momento en DDF, el porcentaje máximo de aceite ocurrió a los 35 y 26 días, respectivamente. Por lo tanto, la madurez fisiológica (peso de granos) ocurre cronológicamente después de alcanzar el máximo porcentaje de aceite, lo que indica que anticipar la cosecha no afecta la concentración de materia grasa de los granos.



**Figura 5.** Materia grasa relativa (PC en relación al control en %) en función de la humedad de grano (% , a y b) y los días desde floración (DDF, c y d) para la FS óptima (a y c) y tardía (b y d). Líneas verticales corresponden al error estándar de los datos.

El conocimiento de la humedad a madurez fisiológica o la duración efectiva del llenado de granos posee gran importancia a campo ya que es utilizado como una herramienta para la toma de decisiones en la aplicación de desecantes químicos con el objetivo de acelerar la cosecha. Las aplicaciones posteriores a MF hacen posible escapar de adversidades como el ataque de plagas animales (por ejemplo, aves), agentes patógenos, condiciones ambientales desfavorables, mejorar la calidad de la cosecha, acelerar los controles de malezas, entre otros, sin provocar mermas importantes en el rendimiento final del cultivo. Actualmente, existen numerosas recomendaciones sobre el momento adecuado de la aplicación de desecantes químicos en girasol. Poder tener algún estimador confiable a campo de este momento permitiría incluir al cultivo de girasol en las rotaciones, logrando incrementar la intensidad de las rotaciones y diversificar las especies cultivadas en la zona central de Santa Fe y poder hacer un uso más eficiente de los recursos ambientales.



## CONCLUSIONES

En el presente trabajo se estableció que, bajo las condiciones de crecimiento de la campaña 2021/22, el girasol alcanzó la madurez fisiológica a los 34 y 53% de humedad de grano, 14 y 24 días antes de la madurez comercial para una fecha de siembra óptima y tardía, respectivamente.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Germán Eggel de EEA INTA Rafaela por la ayuda brindada durante la siembra, mantenimiento, determinaciones y cosecha del ensayo y al Ing. Agr. Miqueas Sandoval de INTA Reconquista por las determinaciones de aceite.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agus, F., Andrade, J.F., Rattalino Edreira, J.I., Deng, N., Purwantomo, D.K., Agustiani, N., Aristya, V.E., Batubara, S.F., Hosang, E.Y., Krisnadi, L.Y., Makka, A., Samijan, Cenacchi, N., Wiebe, K., Grassini, P. 2019. Yield gaps in intensive rice maize cropping sequences in the humid tropics of Indonesia. *Field Crops Res.* 237, 12–22. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.04.006>.
- Andrade, J. F., Ermacora, M., & Satorre, E. H. 2022. Assessing benefits of land use intensification on extensive grain cropping systems of the Pampas. *European Journal of Agronomy*, 135, 126484.
- Andrade, J.F., Poggio, S.L., Ermacora, M., Satorre, E.H. 2015. Productivity and resource use in intensified cropping systems in the Rolling Pampa. *Argent. Eur. J. Agron.* 67, 37–51. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.03.001>.
- Browne, C.L. 1978. Identification of physiological maturity in sunflowers (*Helianthus annuus*). *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 18: 282-286.
- Calderini, D.F., Abeledo, L.G., Slafer G.A. 2000. Physiological maturity in wheat based on kernel water and dry matter. *Agronomy Journal* 92: 895-901.
- Carter, M.W., Poneleit, C.G. 1973. Black layer maturity and filling period variation among inbred lines of corn (*Zea mays* L.). *Crop Sci.* 13, 436– 439.
- Caviglia, O., Sadras, V., Andrade, F. 2004. Intensification of agriculture in the southeastern Pampas: i. capture and efficiency in the use of water and radiation in doublecropped wheat–soybean. *Field Crops Res.* 87, 117–129. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2003.10.002>.
- Daynard, T.B., Duncan, W.G. 1969. The black layer and grain maturity in corn. *Crop Sci.* 9, 473–476.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M., Robledo, C.W. 2017. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>.
- Eastin, J.D., Hultquist, J.H., Sullivan, C.Y. 1973. Physiologic maturity in grain sorghum. *Crop Science* 13: 175–178.
- Elias, S.G., Copeland, L.O. 2001. Physiological and harvest maturity of canola in relation to seed quality. *Agron. J.* 93:1054-1058
- Gbikpi, P. J., Crookson, R. K. 1981. A Whole-plant Indicator of Soybean Physiological Maturity1. *Crop Sci.* 21:469-472. doi:10.2135/cropsci1981.0011183X002100030030x
- Gesch, R., Johnson, B. 2012. Seed moisture at physiological maturity in oilseed and confectionary sunflower hybrids in the northern U.S. *Field Crops Res.* 133: 1-9.
- Hunter, J.L., Tekrony, D.M., Miles, D.F., Egli, D.B. 1991. Corn seed maturity indicators and their relationship to uptake of carbon-14 assimilate. *Crop Sci.* 31, 1309–1313.

- Izquierdo, N., Aguirrezábal, L., Andrade, F., Pereyra, V. 2002. Night temperature affects fatty acid composition in sunflower oil depending on the hybrid and the phenological stage. *Field Crops Research*, 77, pp. 115-126
- Kole, S., Gupta, K. 1982. The timing of physiological maturity of seeds of sunflower: evaluation through multiple tests. *Seed Science and Technology*, 10: 457-467.
- Llebaría, M.J. 2018. Humedad de granos de girasol en madurez fisiológica: variabilidad ambiental y relación con la duración del llenado. Tesis de grado. Facultad de ciencias agrarias. Universidad Nacional del Mar del Plata. P. 59.
- Poeta, F.B., Rotundo, J.L., Borrás, L., Westgate, M.E. 2014. Seed Water Concentration and Accumulation of Protein and Oil in Soybean Seeds. *Crop Science* 54: 2752-2759.
- Robertson, J.A., Chapman, Jr.G.W., Wilson, Jr.R.L. 1978. Relation of days after flowering to chemical composition and physiological maturity of sunflower seed. *J. of the American Oil Chemist`s Society*, 55: 266-269.
- Rondanini, D.P., Savin, R., Hall, A.J. 2007. Estimation of physiological maturity in sunflower as a function of achene water concentration. *Eur. J. Agron.* 26: 295–309.
- Sala, R.G., Andrade, F.H., Westgate, M.E. 2007. Maize Kernel Moisture at Physiological Maturity as Affected by the Source–Sink Relationship during Grain Filling. *Crop Science* 47: 711-714.
- Sandoval M., Zuil S. 2014. Variabilidad genotípica de la humedad de grano a madurez fisiológica en girasol. 6to Congreso Argentino de Girasol. Poster 6.15
- Satorre, E.H., Benech Arnold, R.L., Slafer, G.A., De La Fuente, E.B., Miralles, D.J., Otegui, M.E., Savin, R. 2003. Producción de granos: Bases funcionales para su manejo. Facultad de Agronomía. Buenos Aires, Argentina.
- Schneiter, A.A., Miller, J.F. 1981. Description of sunflower growth stages. *Crop Science* 21: 901- 903.
- Zuil S. 2014. Evaluación del llenado de grano y madurez fisiológica de girasol en diferentes ambientes en el norte de Santa Fe. 6to Congreso Argentino de Girasol. Poster 6.18

# DIVERSIDAD DE ARTRÓPODOS EN CULTIVOS DE SERVICIO MONOFÍTICOS Y POLIFÍTICOS Y EN BORDES DE VEGETACIÓN

MASSONI, F.A.<sup>1\*</sup>; MERKE, J.<sup>1</sup>; CEBALLOS, L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IDICAL (INTA-CONICET)

<sup>2</sup>CONICET

\*Autor de contacto: massoni.federico@inta.gob.ar

## INTRODUCCIÓN

En la región pampeana, las prácticas asociadas con la simplificación del ambiente agrícola llevaron a la homogeneización del paisaje, la degradación de los recursos naturales, la pérdida de servicios ecosistémicos, al incremento de plagas, la aparición de malezas resistentes a herbicidas y a mayor riesgo de contaminación ambiental (Nerlekar, 2018). De esta manera, surge la necesidad de generar conocimientos para proponer alternativas de producción más eficientes y sustentables basadas en la diversificación de estructuras y procesos para lograr la intensificación sostenible de la producción agrícola, restaurar los servicios ecosistémicos a través del rediseño del sistema (Shields *et al.*, 2019; Pretty *et al.*, 2018) y reducir el uso de insumos externos (Gliessman, 2007).

El incremento de la biodiversidad mediante la oferta florística de especies melíferas en los agroecosistemas, conforman refugios naturales y promueven a insectos benéficos que aportan servicios de regulación de plagas y polinización (Altieri, 2002). La mayoría de los estudios a nivel de paisaje sobre organismos benéficos y perjudiciales, evidencian que la complejidad del paisaje favorece la abundancia de enemigos naturales y las tasas de depredación de plagas (Chaplin-Kramer *et al.*, 2019; Karp *et al.*, 2018) mientras que, los ambientes agrícolas simplificados y, en especial, los monocultivos, conducen a la intensificación de los problemas de plagas (Nerlekar, 2018).

Los sistemas complejos y multiespecíficos tienden a tener mayor productividad total y son más resilientes a la variabilidad ambiental (Nicholls *et al.*, 2015). Las interacciones tróficas, el balance entre parasitismo, depredación y herbivoría se manifiestan cuando existen microhábitats que complementan refugios naturales, áreas buffers y estructuras diversificadas de policultivos. Al potenciar estas estructuras en el ambiente y la heterogeneidad del paisaje como fuente de especies que proveen servicios ecosistémicos (Tschardt *et al.*, 2007; Vasseur *et al.*, 2013; Jonsson *et al.*, 2015), disminuye la posibilidad de que una plaga llegue a niveles perjudiciales (Lewis *et al.*, 1997, 2018). El movimiento de los artrópodos a través del hábitat es un fenómeno común en muchas especies, así como el efecto derrame de organismos desde hábitats naturales hacia agroecosistemas (Frost *et al.*, 2015; Gamez-Virues *et al.*, 2015).

Prácticas de manejo como la siembra de policultivos, intercultivos y franjas con flores, refuerzan la abundancia y riqueza de enemigos naturales y contribuyen a un mayor control de plagas (Letorneau *et al.*, 2011; Iverson *et al.*, 2014; Gurr *et al.*, 2016; Lichtnberg *et al.*, 2017). Los cultivos de servicio, sembrados entre dos cultivos de renta, son una opción para brindar cobertura viva, producir biomasa, suprimir malezas y promover procesos biológicos en los agroecosistema (Kruger & Quiroga, 2013). Existen antecedentes sobre sustanciales

beneficios en la salud del suelo (Higo *et al.*, 2018) y su influencia en la microbiota promotora del crecimiento vegetal (Lehmann & Joseph, 2015; Hontoria *et al.*, 2019).

Por otro lado, los corredores biológicos en bordes de cultivos ofrecen una combinación de especies vegetales que conforman refugios naturales de insectos benéficos que aportan servicios de regulación de plagas en el sistema (Devoto, 2016). Al no estar disponibles naturalmente, pueden ser construidos o mejorados a través del manejo del predio ya que demandan una superficie muy baja del área cultivable y brindan un hábitat de calidad, aumentan la biodiversidad en el paisaje rural y proveen beneficios productivos en agroecosistemas sostenibles. Así, es posible diseñar los sistemas agrícolas para favorecer las especies benéficas o para no favorecer a las que se comportan como perjudiciales (Zacagnini, 2014).

Para lograr un sistema productivo de intensificación sustentable, es necesario incrementar la diversidad estructural y florística en contraste con planteos de bajos niveles de diversificación como referencia de modelos de producción convencional. Estas estrategias proveen conectividad ecológica en el paisaje agrícola favoreciendo el aumento en la eficacia del control biológico de plagas y la consecuente disminución de la dependencia de insumos de síntesis química. Se plantea la hipótesis de que una mayor diversidad de especies vegetales en el espacio mediante la incorporación de cultivos de servicios multiespecies y bordes de cultivos, favorecería a una mayor diversidad de artrópoda asociada, con potencial para brindar servicios de biocontrol de plagas en cultivos extensivos. El objetivo de este trabajo fue determinar la abundancia de los artrópodos benéficos y perjudiciales durante la etapa de floración de cultivos de servicio monofíticos y polifíticos y sitios de vegetación espontánea adyacente.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria Rafaela del INTA (Lat. 31°12' S, Long. 61°30' O, Alt. 96 m), provincia de Santa Fe, Argentina, en un área de 2,1 ha. El tipo de suelo pertenece a la unidad cartográfica Raf-09 que es un complejo compuesto por la serie Rafaela (*Argiudol típico*) en un 50%, la serie Lehmann en un 35% (*Argiudol ácuico*) y la serie Castellanos (*Argialbol típico*) en un 15% (INTA, 2009).

Se sembraron dos cultivos de servicio (CS) uno monofítico y otro polifítico, en siembra directa sobre un rastrojo de soja, cada uno con una superficie de 1 ha. El CS monofítico fue sembrado el 19/05/2021 con *Vicia villosa* (25 kg ha<sup>-1</sup>) con un espaciamiento entre hileras de 0,175 m mientras que el polifítico se sembró el 27/05/2021 con una mezcla de: *Avena strigosa* (40 kg ha<sup>-1</sup>), *Raphanus sativus* (10 kg ha<sup>-1</sup>) y *Vicia villosa* (25 kg ha<sup>-1</sup>), con 0,15 m de espaciamiento. A su vez, se conservó la vegetación espontánea presente en una superficie de 0,1 ha ubicada en los bordes de los alambrados contiguos a los cultivos. Los mismos estuvieron compuestos por: *Cirsium vulgare* (cardo negro), *Cardus acanthoides* L. (cardo chileno), *Lolium multiflorum* (raigrás criollo), *Petunia axillaris* (petunia), *Conyza bonariensis* (rama negra), *Oxipetalum solanoides* (Plumerillo negro), *Bidens subalternans* (amor seco), *Descurainia argentina* (altamisa colorada) y *Raphanus sativus* (nabo silvestre). Las unidades experimentales fueron las áreas mencionadas, representadas por los tres sitios: i) Bordes con vegetación espontánea, ii) CS polifítico y iii) CS monofítico.

Se registró la abundancia y diversidad de artrópodos de importancia económica, debido a su rol como benéficos (artrópodos depredadores) o perjudiciales (artrópodos fitófagos), durante todo el período de floración

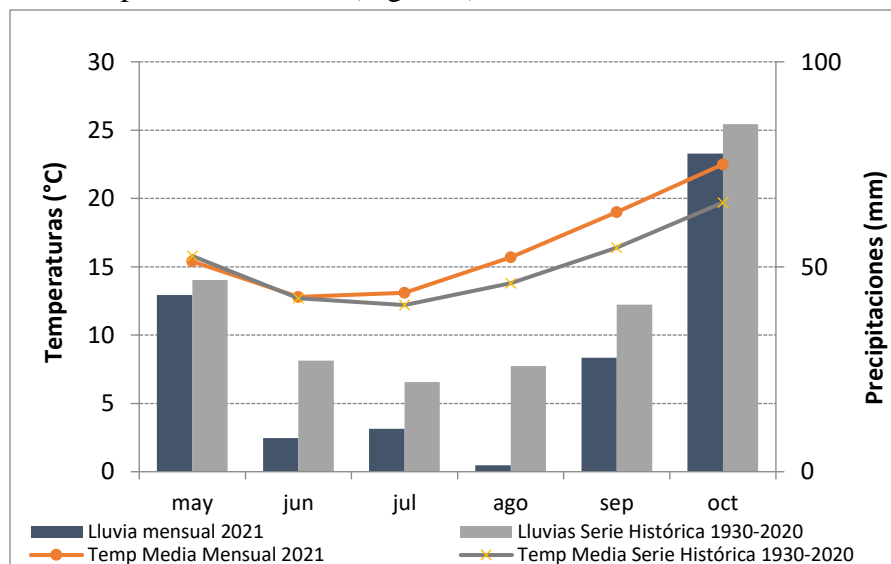
de los CS y la vegetación espontánea de los bordes. Se realizaron muestreos semanales durante septiembre y octubre de 2021 con una red de arrastre de 0,38 m de diámetro por 1,20 m de largo cuya superficie de barrido representó 1 m<sup>2</sup>. Se recorrieron 5 transectas en cada sitio y se realizaron 20 golpes de red en cada una, equivalente a una superficie de 10 m<sup>2</sup>. Los individuos se recolectaron en bolsas plásticas y el material fue identificado posteriormente en laboratorio.

Para el análisis de la abundancia total en cada sitio se utilizaron modelos lineales generalizados mixtos (MLGM) del INFOSTAT® (Di Rienzo *et al.*, 2019). Se ajustó a una distribución de Poisson y se realizó la prueba de hipótesis marginales (Wald) para efectos fijos. Las diferencias entre los valores medios se compararon con el test LSD Fisher con un 5% de significancia.

La interrupción del ciclo de los cultivos de servicio se realizó mediante el secado mecánico con un rolo triturador de rastrojos Secman® de tres cuerpos utilizado en sentido perpendicular a la siembra el 22/10/2021. Para la estimación de materia seca (PMS ha<sup>-1</sup>), se tomaron 12 muestras al azar con el método del aro de 0,25 m<sup>2</sup> cuando los CS se encontraban en estado reproductivo de floración. Las muestras se secaron en estufa a 65°C durante 72 horas y luego se pesaron. Los registros de precipitaciones y temperaturas medias mensuales se obtuvieron de la Estación Agrometeorológica del INTA Rafaela.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

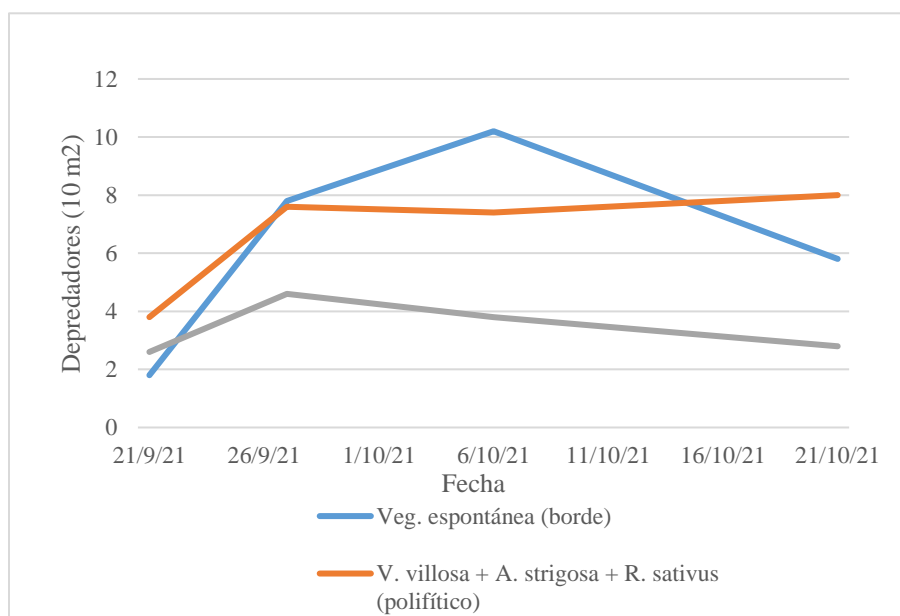
Durante el ciclo de desarrollo de los cultivos de servicio y de los bordes con vegetación espontánea, las precipitaciones fueron 46% inferiores con respecto a la serie histórica 1930-2020 y las temperaturas medias fueron 8% superiores con respecto a la normal (Figura 1).



**Figura 1.** Precipitaciones y temperaturas medias mensuales de mayo a octubre de 2021, con sus respectivas series históricas. Datos obtenidos de la Estación Agrometeorológica EEA INTA Rafaela.

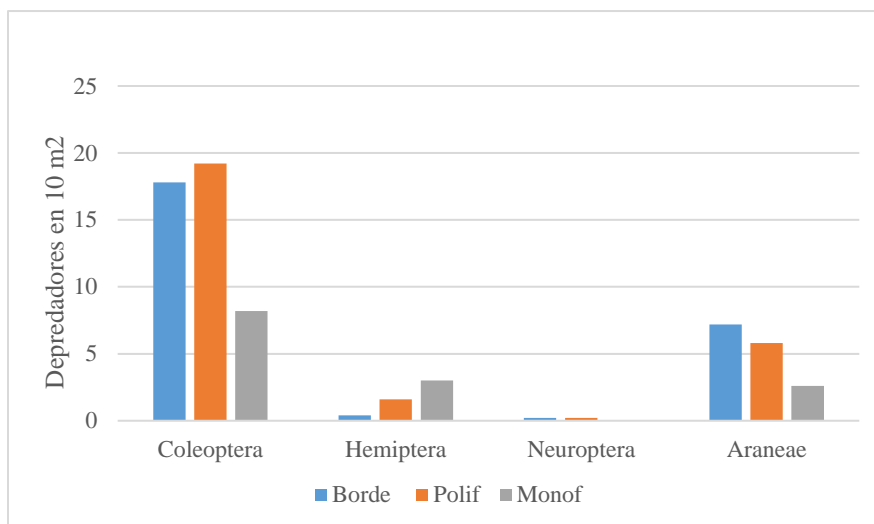
### Artrópodos depredadores:

La presencia de depredadores se incrementó en los tres sitios de muestreo en la segunda quincena de septiembre de 2021 desde el inicio de los muestreos en las primeras etapas reproductivas de los cultivos de servicio y la vegetación espontánea, hasta fines de octubre de 2021 previo a la interrupción del ciclo de los CS. En el sitio con vegetación espontánea esta tendencia siguió hasta la primera semana de octubre, alcanzando un pico máximo de 10 depredadores cada 10 m<sup>2</sup>, mientras que en los CS la abundancia se mantuvo constante en el mismo período por debajo de 8 depredadores cada 10 m<sup>2</sup>. En el CS monofítico también se observó un incremento en el número de artrópodos depredadores desde el muestreo inicial, aunque menos acentuado (Figura 2).



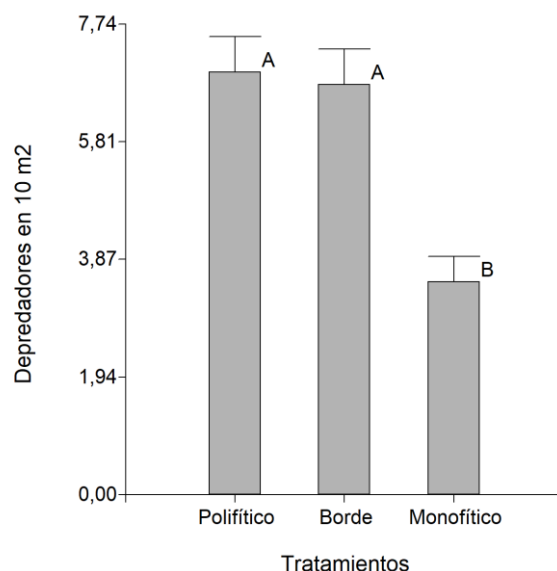
**Figura 2.** Abundancia de artrópodos depredadores registrados por cada fecha de muestreo en el borde con vegetación espontánea, CS polifítico y CS monofítico.

En ambos CS, a medida que un mayor porcentaje de plantas alcanzó el estado de floración, aumentó el promedio de artrópodos depredadores registrados debido a que la disponibilidad de recursos florales favoreció la presencia de organismos benéficos al aportar néctar y polen como alimento alternativo (Letorneau *et al.*, 2011; Iverson *et al.*, 2014; Gurr *et al.*, 2016 y Lichtnberg *et al.*, 2017).



**Figura 3.** Abundancia promedio de artrópodos depredadores según los órdenes Coleóptera, Hemíptera, Neuróptera y Araneae registrados en el borde, CS polifítico y CS monofítico.

Dentro de los artrópodos depredadores se identificaron individuos pertenecientes a cuatro órdenes: Coleóptera, Hemíptera, Neuróptera (Clase: Insecta) y Araneae (Clase: Arachnida). Los coleópteros fueron los más abundante con un promedio de 19 individuos cada 10 m<sup>2</sup> registrados tanto en el borde como en el CS polifítico. Luego, le siguieron los arácnidos con aproximadamente 7 individuos cada 10 m<sup>2</sup>. Los hemípteros fueron levemente más abundantes en el CS monofítico. Finalmente, los neurópteros se registraron en el borde y en el CS polifítico, aunque en bajos niveles de abundancia (Figura 3).



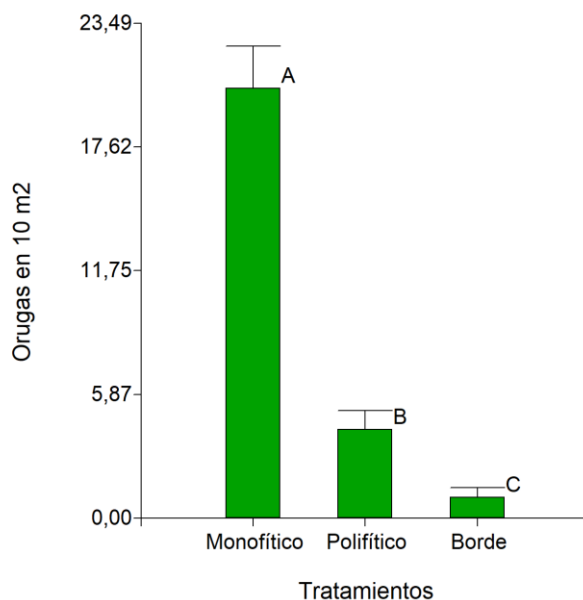
**Figura 4.** Abundancia promedio de depredadores registrados desde septiembre a octubre de 2021 en el borde, CS polifítico y CS monofítico.

En la variable abundancia de depredadores, existieron diferencias significativas entre los sitios ( $p < 0,0001$ ). Considerando todo el período de estudio, el CS polifítico y la vegetación espontánea en los bordes, fueron los que presentaron una mayor abundancia de depredadores (7 y 6,7 individuos cada 10 m<sup>2</sup>, respectivamente) comparados con el CS monofítico que sólo presentó un promedio de 3,5 individuos cada 10 m<sup>2</sup> (Figura 4). El CS polifítico y el sitio con vegetación espontánea alojaron un 50% más de organismos depredadores con respecto al CS monofítico.

La vegetación natural en los bordes constituye una reserva de enemigos naturales de plagas (van Emden, 1966). Estos hábitats conforman sitios para su hibernación y proveen recursos nutricionales o insectos neutros para parasitoides y depredadores. La manipulación de la vegetación natural adyacente a los cultivos, promueve el control biológico debido a la migración de enemigos naturales desde los márgenes hacia el interior de los cultivos (Tschamntke *et al.*, 2007). En los sistemas agroecológicos a escala de paisaje se pretende que los corredores se utilicen como canales para la dispersión de depredadores y parasitoides (Nicholls *et al.*, 2015).

### Artrópodos fitófagos:

Respecto a la presencia de artrópodos perjudiciales, a fines de octubre de 2021 se registró una elevada población de “orugas bolilleras” *Helicoverpa* sp. (Lepidóptera: Noctuidae) hallándose mayor abundancia en el CS monofítico (20 oruga cada 10 m<sup>2</sup>) con respecto al CS polifítico (4 cada 10 m<sup>2</sup>) y al borde (1 cada 10 m<sup>2</sup>), (Figura 5). Así, el CS monofítico podría conformar un refugio de poblaciones de *Helicoverpa* sp. potenciales organismos plagas para los cultivos sucesores como soja o maíz tardío.



**Figura 5.** Abundancia promedio de “orugas bolilleras” *Helicoverpa* sp. (Lepidóptera: Noctuidae) registrados desde septiembre a octubre de 2021 en el borde, CS polifítico y CS monofítico.



La menor abundancia de *Helicoverpa* sp. en el CS polifítico, puede ser explicada por la hipótesis de la concentración de recursos y la de los enemigos naturales (Smith y McStorely, 2000). La menor densidad de herbívoros podría deberse a una mayor depredación y parasitismo o, alternativamente, a una menor colonización y reproducción de plagas por repelencia química, camuflaje o inhibición de alimentación por parte de plantas no-hospederas (Andow, 1991; Landis *et al.*, 2000)

Respecto a la producción de materia seca el CS polifítico (PMS= 7.273 kg ha<sup>-1</sup>) fue un 40 % superior con respecto al CS monofítico (PMS= 4.340 kg ha<sup>-1</sup>). Ambos valores fueron elevados al considerar la menor oferta de precipitaciones durante el invierno y primavera de 2021, con respecto a la serie histórica de referencia.

## CONCLUSIONES

La mayor diversidad de especies vegetales aportadas por la incorporación de cultivos de servicio polifíticos, junto a la presencia de sitios con vegetación espontánea, favoreció la abundancia de artrópodos depredadores potenciando el servicio de biocontrol de plagas en el sistema. En la vegetación espontánea y el CS polifítico no se registraron elevados niveles poblacionales de artrópodos fitófagos, por lo que no constituirían problemas para el cultivo sucesor. Adicionalmente, el CS polifítico aportó un mayor porcentaje de biomasa vegetal al sistema con respecto al CS monofítico, lo que resulta beneficioso para mejorar las propiedades físico-químicas del suelo, facilitar el control de malezas y regular la dinámica de organismos perjudiciales y benéficos.

## BIBLIOGRAFIA

- Altieri, M. 2002. Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 93, 1-24
- Altieri, M. y C. Nicholls. 2004. *Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems*: Binghamton USA: Food Products Press, 252 p.
- Chaplin-Kramer., R. O'Rourke, M.; Schellhorn, N.; Zhang, W.; Robinson, B.E.; Gratton, C.; Rosenheim, J.A.; Tscharrntke, T. and D.S. Karp. 2019. Measuring What Matters: Actionable Information for Conservation Biocontrol in Multifunctional Landscapes. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. Vol 3 Art 60 1pp.
- Landis, D.A., S.D. Wratten and G.A. Gurr. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agricultura. *Annual Review of Entomology* 45: 175-201
- Lehmann, J. & Joseph, S. 2015. *Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation*. Routledge.
- Lewis, W.J.; van Lenteren, J.C.; Phatak, S.C.; and J.H. Tumlinson. 1997. A total system approach to sustainable pest management. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* Vol. 94, pp. 12243–12248
- Lewis J. W.; Whitehouse, M.E. and G.A. Herron. 2018. The Management of Insect Pests in Australian Cotton: An Evolving Story. *Annual Review of Entomology*. 2018. 63: 215-37
- Frost, C.M.; Didham, R. K.; Rand, T.A.; Peralta, G. and J.M. Tylianakis. 2015. Community-level net spillover of natural enemies from managed to natural forest. *Ecological Society of America. Ecology*, 96 (1), pp. 193–202
- Gámez-Virues, S.; Perovic D.J.; Gossner, M.M.; Borschig, C.; Bluthgen, N.; de Jong H.; Simons, N.K.; Klein, A.M.; Krauss J.; Maier G.; Scherber C.; Steckel J.; Rothenwohrer C.; Steffan-Dewenter, I.; Weiner, C.N.; Weisser, W.; Werner, M.; Tscharrntke, T. and C. Westphal. 2015. Landscape simplification filters species traits and drives biotic homogenization. *Nature communications*, 8p.

- Gliessman, S. R. 2007. *Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems*, CRC Press. 49p
- Gurr, G.M.; Wratten, S.D.; Landis, D.A. and M. You. 2017. Habitat Management to Suppress Pest Populations: Progress and Prospects. *Annu. Rev. Entomol.* 62:91–109
- INTA, 2009. Disponible en <http://rafaela.inta.gov.ar>. Accedido en abril de 2022.
- Iverson, A.L.; Marín, L.E.; Ennis, K.K.; Gonthier, D.J.; Connor-Barrie, B.T.; Remfert, J.L.; Cardinale B.J.; and I. Perfecto. 2014. Do polycultures promote win-wins or trade-offs in agricultural ecosystem services? A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 51, 1593–160
- Kruger & Quiroga. 2013. La interfase suelo-atmósfera y su valor estratégico en regiones semiáridas. En Álvarez, C.; Quiroga, A.; Santos, D.; Bodrero. *Contribuciones de los cultivos de cobertura a la sostenibilidad de los sistemas de producción*. INTA Anguil, La Pampa 198 p.
- Higo, M.; Sato, R.; Serizawa, A.; Takahashi, Y.; Gunji, K.; Tatewaki Y. and K. Isobe. 2018. Can phosphorus application and cover cropping alter arbuscular mycorrhizal fungal communities and soybean performance after a five-year phosphorus unfertilized crop rotational system? *Peerj* 6: 2-27 p.
- Hontoria C.; García-González, I. Gabriel J.L.; Alonso-Ayuso, M.; Quemada, M. 2019. Los cultivos cubierta de invierno mejoran la fertilidad y la calidad del suelo gracias a su efecto en la micorrización. *Tecnica Agricultura de Conservación*. Madrid, N° 41, 39 p.
- Jonsson, M.; Straub, C.S.; Didham, R. H.; Buckley, H.L.; Case, B.S.; Hale, R.J.; Gratton, C. and S. D. Wratten. 2015. Experimental evidence that the effectiveness of conservation biological control depends on landscape complexity. *British Ecological Society, Journal of Applied Ecology* 52, 1274–1282
- Karp, D.S. Rebecca Chaplin-Kramer, Timothy D. Meehan, Emily A. Martind, Fabrice DeClercke, Heather Grabf, Claudio Gratton, Lauren Hunth, Ashley E. Larseni. 2018. Crop pests and predators exhibit inconsistent responses to surrounding landscape composition. *PNAS*, vol. 115, N° 33 [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1800042115](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1800042115)
- Letorneau, D.H.; Armbrrecht, I.; Salguero Rivera, B.; Montoya Lerma J.; Carmona E. 2011. Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. *Ecological Applications*, 21(1), pp. 9–21
- Lichtenberg E.M.; Kennedy, C.M.; Kremen, C.; Batary, P.; Berendse, F.; Bommarco, R. 2017. A global synthesis of the effects of diversified farming systems on arthropod diversity within fields and across agricultural landscapes. *Glob Change Biol.* 23: 4946–4957.
- Nerlekar, A.N. 2018. Seasonally dependent relationship between insect herbivores and host plant density in *Jatropha nana*, a tropical perennial herb. *The Company of Biologist Ltd. Biology Open*, 7p. doi: 10.1242/bio.035071
- Nicholls, C.I., Altieri, M.A., Henao, A., Montalba, R. & Talavera, E. 2015. *Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático*. REDAGRES y SOCLA. Lima. Perú, 62 p.
- Pretty, J.; Benton, T.G.; Bharucha, Z. P., Dicks, L.V.; Butler Flora, C.; Godfray, C. J.; Goulson, D.; Hartley, S.; Lampkin, N.; Morris, C.; Pierzynski, G.; Prasad, P.V.; Reganold, J.; Rockström, J.; Smith, P.; Thorne, P. Wratten; S. 2018. Global assessment of agricultural system redesign for sustainable intensification. *Nature Sustainability*, 6 p.
- Shields, M.W.; Johnson, A.C., Pandey, S.; Cullen, R.; González- Change, M.; Wrattena, S.D; Gurr, G. M. 2019. History, current situation and challenges for conservation biological control. *Biological Control* 131, 25-35
- Tscharntke, T.; Bommarco, R.; Clough, Y.; Crist, T.O.; Kleijn, D.; Rand, T.A.; Tylianakis, J.M.; van Nouhuys, S. and S. Vidal. 2007. Conservation biological control and enemy diversity on a landscape scale. *Biological Control* 43, 294-304
- Van Emden, H.F. 1966. Studies on the relations of insect and host plant. III. A comparison of the reproduction of *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) on brussels sprout supplied with different rates of nitrogen and potassium. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 9: 444-460

- Vasseur, C.; Joannon, A.; Aviron, S.; Burel, F.; Meynard, J.M. and J. Baudry. 2013. The cropping systems mosaic: How does the hidden heterogeneity of agricultural landscapes drive arthropod populations? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 166, 3-14
- Zaccagnini, M.E.; Wilson, M.G. y J.D. Oszust, 2014. Manual de buenas prácticas para la conservación del suelo, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Área Piloto aldea santa María Entre Ríos. INTA, Buenos Aires, 95 p.

# EVALUACIÓN DEL DAÑO CAUSADO POR LA ARAÑUELA ROJA, *TETRANYCHUS URTICARE* (ACARI: TETRANYCHIDAE), Y ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS DE RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE SOJA

MASSONI, F.A.<sup>1\*</sup>; MERKE, J.<sup>1</sup>; CEBALLOS, L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IDICAL (INTA – CONICET)

<sup>2</sup>CONICET

\*Autor de contacto: massoni.federico@inta.gob.ar

## INTRODUCCIÓN

En el cultivo de soja, en condiciones ambientales de altos registros térmicos y escasas precipitaciones, como ocurrió durante las campañas 2008/09, 2017/18, 2019/20 y la actual 2021/22, se presentaron elevadas densidades de la arañuela roja *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) en la región centro de Santa Fe. Estos ácaros, reducen la capacidad fotosintética y la producción de nutrientes. Además, tienen alto potencial reproductivo, intervalos cortos entre generaciones y, ocasionalmente, transmiten enfermedades virósicas (Gamundi *et al.*, 2005; Laguna *et al.*, 1988; Truol *et al.*, 1987).

Las arañuelas causan daño al introducir sus estiletes en los tejidos vegetales. Estos individuos son de tamaño pequeño, entre 0,2 y 0,6 mm, y se ubican en el envés de las hojas agrupados en colonias. Producen una densa tela de hilos de seda que le sirven de protección frente a condiciones climáticas adversas y a depredadores (Lemos *et al.*, 2010), así como para dispersarse a otras plantas con las corrientes de viento (Bell *et al.*, 2005). El ciclo biológico consta de tres estados: huevo, larva y adulto, pasando el estado de larva por tres estadios: larva, protoninfa y deutoninfa (Poe, 1980; van de Vrie *et al.*, 1972). Presentan rápido desarrollo con generaciones superpuestas por lo que pueden alcanzar elevados niveles poblacionales en cortos periodos (Steffen, 2005). Los daños son variables según el tiempo de infestación y severidad (Morros y Aponte, 1995).

La persistencia de días sin lluvias y elevadas temperaturas, favorecen el crecimiento exponencial de la población, pero en condiciones de elevada humedad relativa ésta puede disminuir rápidamente al verse afectada la fertilidad de las hembras y la supervivencia de las larvas (Fletcher, 1981; Simpson y Connell, 1980). Las poblaciones de arañuelas crecen desde el estrato inferior hacia el estrato superior de la planta y causan clorosis que puede observarse a nivel de lote en sectores puntuales con folíolos claros pálido-amarillentos debido al elevado nivel de daño. Entre los enemigos naturales de *T. urticae* se destacan los ácaros predadores *Neoseiulus* sp. (Acari: Phytoseiidae) y la chinche *Orius* sp. (Hemiptera: Anthrenidae), avispitas parásitas, dípteros y coleópteros estafilínidos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el daño causado por la *T. urticae* y estimar las pérdidas de rendimiento del cultivo de soja durante la campaña agrícola 2021/22.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se desarrolló en la Estación Experimental Agropecuaria Rafaela del INTA sobre un cultivo de soja de primera durante la campaña 2021/22. Se sembró la variedad Horus 5910 en directa el 19/11/2021 a 0,52 m de espaciamiento y con una densidad de 70 kg ha<sup>-1</sup>. Para el control de malezas se realizó una aplicación en presiembrado de glifosato 54% (2 litros ha<sup>-1</sup>), flumioxazin 48% (0,150 litrosv) y s-metolaclo 96% (1,3 litros

ha<sup>-1</sup>) y otra en postemergencia con haloxifop 54% (0,25 litros ha<sup>-1</sup>). El diseño experimental utilizado fue de bloques completos aleatorizados (DBCA) con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos propuestos fueron los siguientes:

T1) Testigo sin control.

T2) Aplicación foliar (AF) en base al umbral de daño (UD).

T3) AF 8 días después de alcanzado el UD.

T4) Testigo químico con 2 AF, a UD y 8 días después del UD.

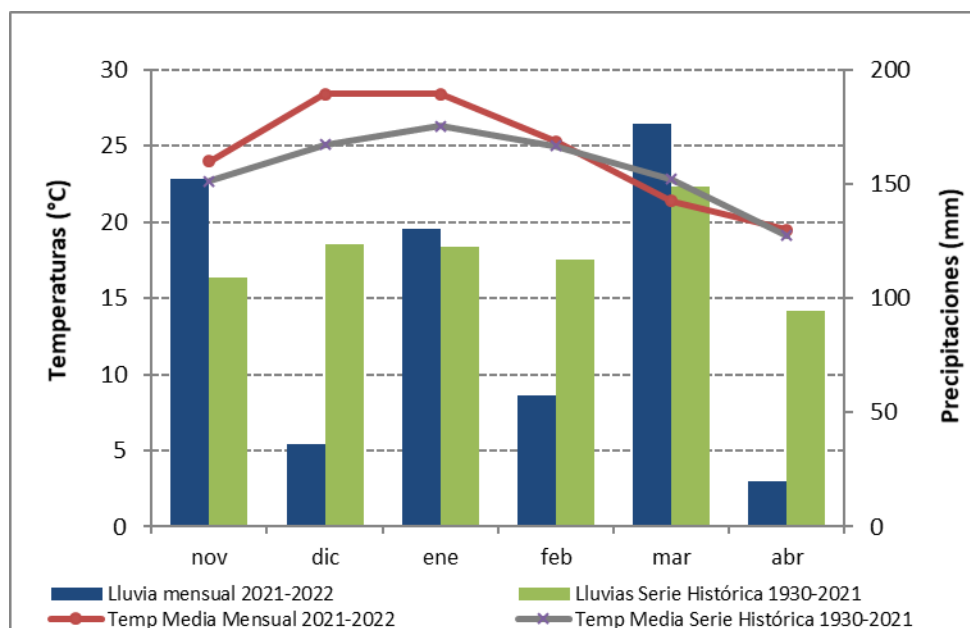
En el T1 no se realizó el control químico para conocer la fluctuación de la dinámica poblacional natural de arañuelas en el cultivo. En el T2 se realizó una AF con el objetivo de disminuir la densidad poblacional de adultos, ninfas y huevos de arañuelas en el momento oportuno (UD) y evitar pérdidas económicas. En el T3 se realizó una AF 8 días después del umbral de daño (DDUD). En el T4 se realizaron 2 AF, la primera a UD y la segunda 8 días después del UD. Las aplicaciones se realizaron con el insecticida Volian Targo®: clorantniliprole 4,5 g + abamectina 1,8 g (100 cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) y se utilizó una pulverizadora experimental Metalfor LTP 600 Full. La unidad experimental fue la parcela representada por una superficie de 250 m<sup>2</sup>. Previo y posterior a la AF se estimó la presencia de arañuelas en cada tratamiento. Se realizaron 5 muestreos en distintos momentos: Muestreo inicial= M0 (28/12/2021), primero= M1 (5/01/2022), segundo= M2 (11/01/2022), tercero= M3 (14/01/2022) y cuarto= M4 (19/01/2022). La unidad de muestreo fue el folíolo central de la hoja trifoliada. En cada parcela se tomaron al azar cinco plantas y se extrajo el folíolo central del nudo n-5, siendo n el folíolo superior. Las muestras se colocaron en bolsas Ziploc® y se hicieron los recuentos de *T. urticae* con una lupa estereoscópica Olympus® SZ61 (30x).

Las densidades de arañuelas se analizaron con modelos lineales generalizados mixtos (MLGM) de INFOSTAT® (Di Rienzo *et al.*, 2019). Se ajustó a una distribución de Poisson en función de la naturaleza de la variable respuesta y se realizó la prueba de hipótesis marginales (Wald) para efectos fijos. Las diferencias entre los valores medios se analizaron con el test LSD Fisher (alfa=0,05).

Para la cosecha se utilizó un equipo experimental Wintersteiger®. Se trillaron dos submuestras por parcela, representadas cada una por una superficie de 10,4 m<sup>2</sup>. Se estimó el rendimiento de grano (kg ha<sup>-1</sup>) corregido al 13,5% de humedad. Los datos se procesaron con el programa INFOSTAT®. Se aplicó el análisis de la varianza (ANOVA) y las diferencias entre medias se compararon con el test LSD Fisher con un 5% de significancia. Además, se realizó un análisis de las precipitaciones y temperaturas mensuales registradas en la Estación Agrometeorológica del INTA Rafaela.

## RESULTADOS

Durante los meses de noviembre de 2021 hasta abril de 2022 los registros de lluvias fueron 25% inferiores con respecto a la serie histórica 1930-2021 y las temperaturas medias resultaron un 4% por encima de la normal (Figura 1). Marcadamente, en diciembre y enero las temperaturas medias fueron mayores al promedio histórico en 3,3°C y 2,1°C, respectivamente. Este escenario favoreció la presencia de elevadas densidades de arañuelas *T. urticae* cuyas poblaciones se observaron desde las etapas vegetativas tempranas del cultivo de soja (V5), según la escala fenológica de Fehr y Caviness (1977).



**Figura 1.** Precipitaciones y temperaturas medias mensuales durante el período experimental y sus respectivas series históricas. Datos obtenidos de la Estación Agrometeorológica EEA INTA Rafaela.

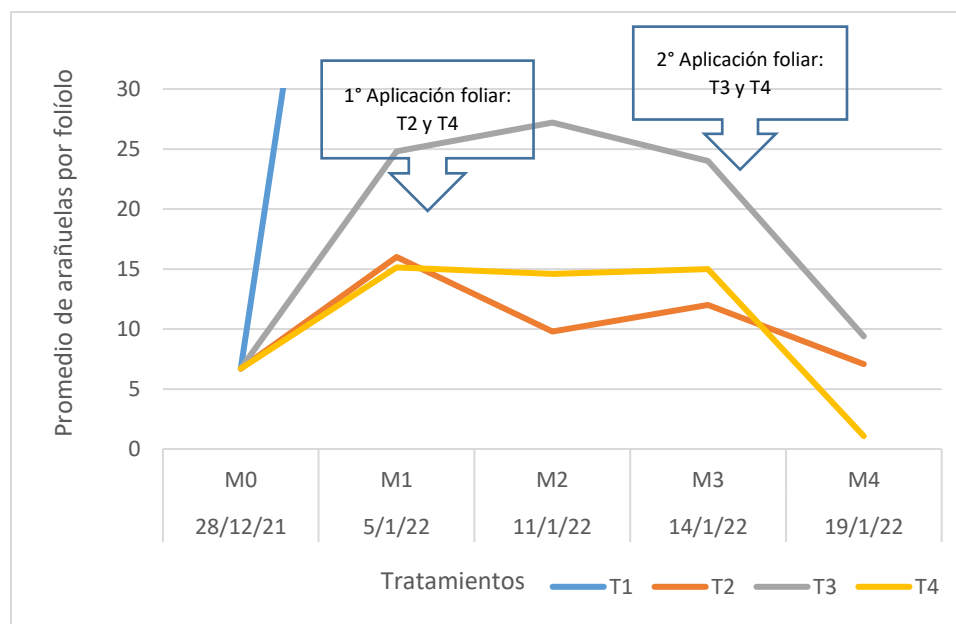
Las orugas defoliadoras y las chinches fitófagas, se registraron en bajas densidades durante el período reproductivo del cultivo, con valores máximos promedios de 2 orugas m<sup>-1</sup> lineal y 0,5 chinches m<sup>-1</sup> lineal respectivamente.

### Dinámica poblacional de arañuelas

La población de arañuelas tuvo un crecimiento exponencial en todos los tratamientos durante la primera semana a partir del inicio de los muestreos (M0). En el testigo, se incrementó desde un promedio de 7 individuos por folíolo en V6, hasta un máximo de aproximadamente 138 individuos por folíolo en el estado de V9. Este comportamiento posiblemente estuvo asociado a las condiciones de elevadas temperaturas medias registradas en diciembre de 2021 y enero de 2022 y a la escasez de lluvias durante el mes de diciembre (36,1 mm vs. 123,5 mm promedio de la serie histórica). Otra situación climática relevante que favoreció a estos ácaros, fue que se sucedieron 9 días seguidos con temperaturas máximas que oscilaron entre 35 y 42°C, con mínimas muy elevadas. Luego, la población de arañuelas en el testigo comenzó a decrecer hasta 56 individuos por folíolo registrados en el último muestreo (M4) el 19/01/2022. Esto coincide con los registros de lluvias de 120 mm acumulados a partir de la segunda quincena de enero que pudo contribuir con su descenso poblacional en coincidencia con lo reportado por Fletchman (1981) y Simpson y Connel (1980).

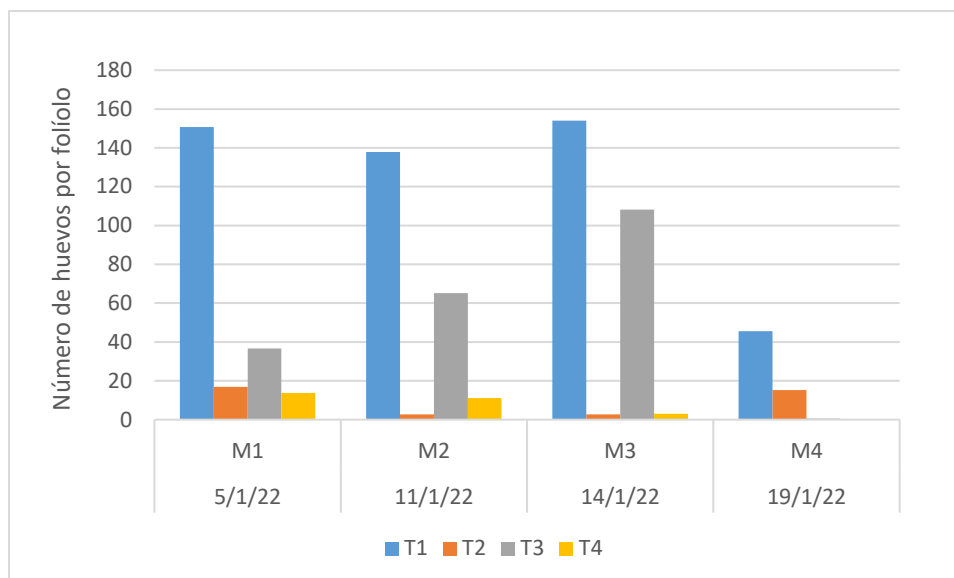
Las plantas atacadas en el T1 presentaron una coloración pálido-amarillenta debido al elevado número de adultos y ninfas de arañuelas ubicadas principalmente en el envés de los folíolos del tercio medio, elevada cantidad de huevos y la presencia de hilos de seda (telas) rodeando a las hojas y los tallos. En los sectores donde se manifestaron estas características, se observó un retraso en el crecimiento del cultivo evidenciándose baja altura de plantas y retrasos en el desarrollo hacia los estados fenológicos posteriores.

En el muestreo M1 del 05/01/2022, previo al inicio de las AF en los tratamientos T2, T3 y T4, la densidad de arañas fue igual o superior a 15 individuos por folíolo. El 06/01/2022, durante el estado fenológico de V7, se realizó la primera AF en el T2 al momento de alcanzar el UD con un promedio de 16 arañas por folíolo, mientras que en el T3 la AF se realizó el 14/01/2022, 8 días después de alcanzado dicho umbral, con un promedio de 24 arañas por folíolo. En el T4 se aplicó en ambas fechas mencionadas (Figura 2).



**Figura 2.** Dinámica poblacional de arañas en los tratamientos T2, T3 y T4 y aplicaciones foliares.

Luego de la AF en el T2 se observó un descenso de la densidad de arañas del 40% hallándose 10 individuos por folíolo en el muestreo posterior (M2), mientras que en el T3 aún sin intervención química, ascendió su densidad un 9% con respecto al muestreo previo. Después de la AF en el T3, se observó que la población de arañas se redujo un 63% y se registraron 9 individuos por folíolo en el muestreo posterior (M4). En el T4 con 2 AF, la población se redujo un 93%, hallándose sólo un individuo en promedio por folíolo en la última fecha de muestreo (M4) (Figura 2).

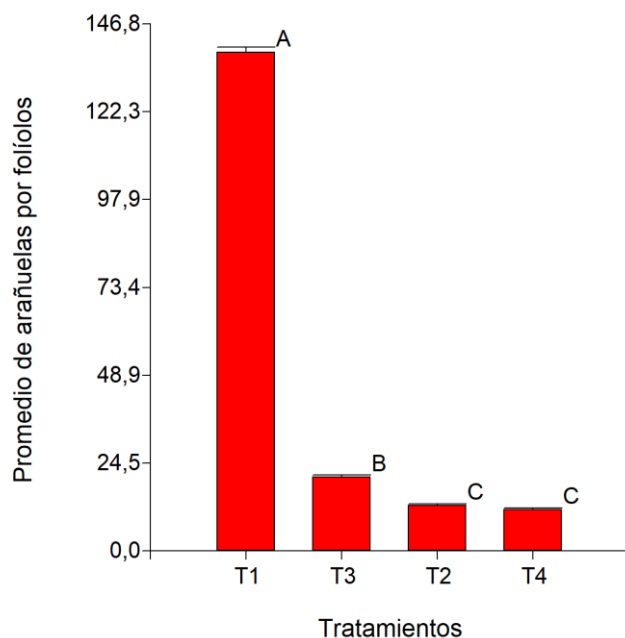


**Figura 3.** Número de huevos por folíolo según los tratamientos evaluados en los momentos de muestreo M1, M2, M3 y M4.

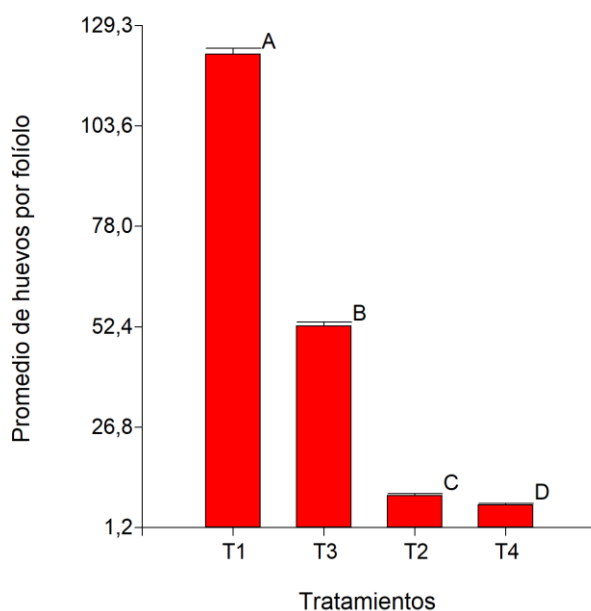
En los tratamientos T2 y T4 se registró una disminución en el número de huevos en el muestreo posterior a la primera AF, mientras que en el T3 se observó un incremento progresivo en el número de huevos hasta el momento posterior a la aplicación (14/1/22) donde alcanzó un máximo de 108 huevos por folíolo (Figura 3). Posterior a los controles en cada tratamiento, los registros de huevos disminuyeron. En el T1, también se registró un descenso de número de huevos por folíolo en la última fecha de muestreo, posiblemente debido a las lluvias sucedidas durante la segunda quincena de enero de 2022.

Al considerar todo el período de estudio, la densidad de huevos y adultos por folíolo fueron mayores en la parcela testigo y en la parcela donde la AF se realizó con densidades de arañuelas superiores al UD. Mientras que, en la parcela donde la AF se realizó cuando las poblaciones alcanzaron el UD, la densidad promedio de huevos y adultos por folíolo fueron menores (Figuras 4 y 5).





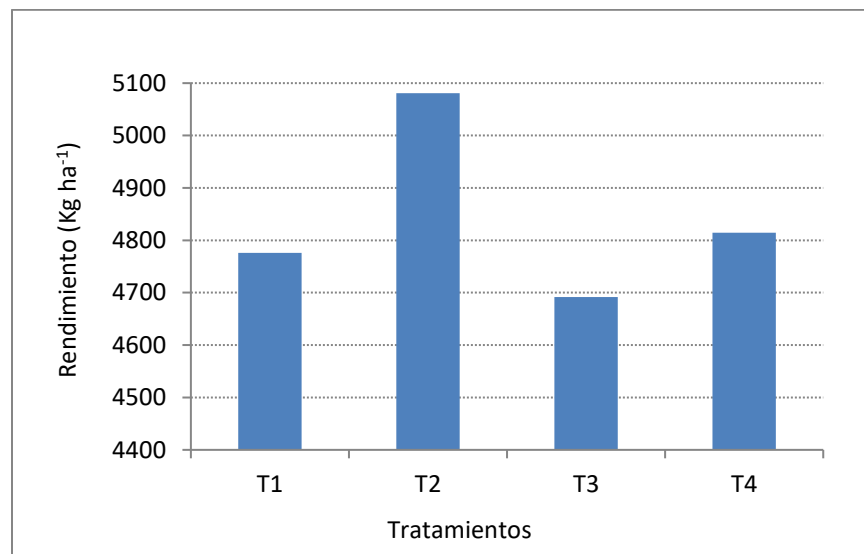
**Figura 4.** Promedio de arañas por folíolo en los tratamientos evaluados.



**Figura 5.** Promedio de huevos por folíolo en los tratamientos evaluados.

Existieron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p < 0,0001$ ). El testigo alcanzó el máximo promedio de 138 arañas por folíolo y luego le siguieron en orden descendente el resto de los tratamientos con los siguientes valores: T3= 20,5; T2= 12,6; y T4= 11,4 arañas por folíolo, respectivamente. Las aplicaciones foliares en los tratamientos T2, T3 y T4 fueron efectivas y redujeron las poblaciones de adultos y ninfas de arañas con respecto al testigo sin control (Figura 4).

En la densidad promedio de huevos por folíolo, se hallaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p < 0,0001$ ). En el T1 la densidad de huevos totales fue elevada, con un promedio de 122 huevos por folíolo. Luego de las aplicaciones foliares en los tratamientos T3, T2 y T4, se halló un menor número de huevos con respecto al testigo, encontrándose 53, 9 y 7 huevos por folíolo, respectivamente.



**Figura 6.** Rendimientos según los tratamientos evaluados.

Con respecto al rendimiento, no se hallaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ( $p < 0,0001$ ). Sin embargo, el T2 presentó el valor máximo de 5.081 kg ha<sup>-1</sup> con una diferencia a favor de 305 kg ha<sup>-1</sup> con respecto al testigo. La aplicación foliar realizada cuando la plaga alcanzó el UD, evitó una pérdida del 6% de rendimiento. El retraso de la AF en el T3 resultó ineficaz para evitar los daños causados por *T. urticae* (Figura 6).

## CONSIDERACIONES FINALES

En condiciones ambientales de sequía con ausencia de precipitaciones y elevadas temperaturas medias durante el desarrollo del cultivo de soja, se sugiere monitorear la presencia de arañuelas en el estrato medio e inferior de la planta desde los estados vegetativos tempranos. Al detectarse valores promedios  $\geq 15$  individuos por folíolo, sumado a la presencia de huevos en el envés, una coloración pálido-amarillenta en determinados sectores y las primeras formaciones de tela, se debería realizar una aplicación foliar para disminuir la población de arañuelas y evitar pérdidas económicas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bell, J.R., Bohan, D.A., Shaw, E.M. & Weyman, G.S. 2005. Ballooning dispersal using silk: world fauna, phylogenies, genetics and models. *Bulletin of Entomological Research*, 95: 69-114.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2019. Grupo InfoStat, FCA, Univ. Nac. de Córdoba, Argentina.

- Fehr, W.R. & C.E. Caviness. 1977. Stages of soybean development. Special Report 80, Iowa Sate University, Ames, Iowa, U.S.A 12 pp.
- Flechtmann, C.H.W. 1981. Ácaros de importancia agrícola. Sao Paulo, Nobel. 1: 34-39
- Gamundi, J.C.; Perotti, E.; Molinari, A.; Manlla, A. y Quijano, D. 2005. Evaluación de daño de trips *Caliothrips phaseoli* (Hood) en soja. INTA EEA Oliveros. Para mejorar la producción. 30: 71-76
- Laguna, I.G.; Rodrigue Padrina, P.E.; Truol, C.A. & J. Nieves. 1988. Enfermedades de etiología virosa en el cultivo de soja (*Glycine max*) en la Argentina. Fitopatología brasileira. 13 (3): 192-198
- Lemos, F., Almeida Sarmiento, R., Pallini, A., Rosa Dias, C., Sabelis, M. W. & Janssen, A. 2010. Spider mite web meditates anti-predator behaviour. Experimental and Applied Acarology, 52 (1): 1-10.
- Morros, M.E y O. Aponte. 1995. Efecto de dos niveles de infestación de *Tetranychus lundeni* Zarcher sobre las fases de desarrollo de la caraota. II Nivel de invernadero. Agronomía Trop. 54 (2):195-202
- Poe, S.L. 1980. Sampling Mites on Soybean. In Kogan, M. & Herzog, D. ed. Sampling Methods in Soybean Entomology. Nez York, Springer-Verlag, 15: 312-323
- Simpson, K.V. & W.A. Connell. 1980. Sampling Mites in Soybean. In Kogan, M. & D. Herzog, sd. Sampling Methods in Soybean Entomology. New York, Springer- Verlag, 15: 313-323
- Steffen, K. 2005. More about twospotted spider mites. [www.ipm.uiuc.edu/bulletin](http://www.ipm.uiuc.edu/bulletin). Artículo 3, N°12, 10 de junio
- Truol, C.A.; L.C. Laguna, & S. F. Nome. 1987. Detección del Tabaco Streak Virus (TSV) en cultivos de soja en Argentina Fitopatología 22 (1): 15-20
- Van de Vrie, J.A.C., McMurtry, J.A. & Huffaker, C.B. (1972). Ecology of mites and their natural enemies. A review. III Biology, ecology, and pest status, and host plant relations of tetranychids. Hilgardia, 41: 354-432.

# **OBTENCIÓN DE UN NUEVO CULTIVAR DE *PANICUM COLORATUM* VAR. MAKARIKARIENSE (KARAI INTA) CON INCREMENTADA TOLERANCIA A LA SALINIDAD**

TOMÁS, M.A.<sup>1\*</sup>; LIFSCHITZ, M.E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IDICAL (INTA-CONICET)

## **INTRODUCCION**

A partir de la década de los 90' el incremento del precio de los *commodities*, la flexibilización en las normas de arrendamiento y la incorporación de nuevas tecnologías ha provocado el avance de la frontera agrícola en la Argentina (Auer *et al.*, 2019). En la región pampeana, la expansión de la superficie cultivada se produjo a expensas de tierras ocupadas por cultivos forrajeros perennes y de pastizales naturales, mientras que en la región chaqueña este avance se produjo sobre el monte nativo (Paruelo *et al.*, 2006). Esto ha provocado no sólo la homogeneización de los ecosistemas y la pérdida de biodiversidad sino también, cambios a nivel del suelo (Amdan *et al.*, 2013).

En nuestro país, la actividad lechera ha presentado un reciente incremento en zonas no tradicionales, lo que ha impulsado la búsqueda de soluciones tecnológicas utilizadas en otros países con diferentes condiciones edafo-climáticas (Souza Sobrinho y Machado Auad, 2013). La introducción de pasturas tropicales es una práctica extendida en países como Australia (Daniel Real, comunicación personal) y también es frecuente en Argentina. El cultivo de especies subtropicales perennes permite aumentar la oferta forrajera en suelos con limitantes, ya que por su crecimiento estival toleran altas temperaturas y son menos susceptibles a condiciones de sequía y a suelos frecuentemente anegados o salinos.

La búsqueda de nuevas alternativas que contribuyan a aumentar la oferta de forraje en suelos con limitantes ha impulsado el desarrollo de nuevos programas de mejoramiento de las especies subtropicales previamente introducidas. En este trabajo se presentan los pasos del programa de mejoramiento para la obtención de un nuevo cultivar de *Panicum coloratum* var. *makarikariense* que se denominó KARAI INTA en el marco del proyecto de mejoramiento de forrajeras del INTA, en la EEA Rafaela.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Las poblaciones de partida del programa de mejoramiento son parte de una colección constituida por accesiones que provienen de pasturas viejas, adaptadas a las condiciones del lugar y que se encuentran caracterizadas a nivel morfológico y molecular (Armando *et al.*, 2013, 2015). Se cuenta, además, con el análisis de la respuesta fisiológica de estas accesiones frente a la salinidad (Cardamone *et al.*, 2018).

### **Descripción general del proceso de mejoramiento genético**

La población inicial de mejoramiento estuvo compuesta por 18 familias de medios hermanos derivadas de 4 accesiones pertenecientes a la colección de germoplasma de la especie ubicada en la EEA Rafaela del INTA. En febrero de 2015, fueron evaluadas treinta plantas por familia en cultivo de hidroponía en solución

nutritiva de Hoagland en condiciones de salinidad (200 mM NaCl) y un control (sin el agregado de NaCl). De esta población, se seleccionaron seis plantas madres cuya progenie presentó menor reducción de crecimiento en relación al control. Estas plantas fueron clonadas y llevadas a lote aislado para su entrecruzamiento y se denominó a esta población como C-1. Las plantas del C-1 se cosecharon de forma individual formando familias de medios hermanos en el mes de diciembre de 2015. Treinta familias de medios hermanos derivadas del C-1 fueron evaluadas en cultivo de hidroponía en condiciones de salinidad (200 mM NaCl) y control. Para determinar cuáles fueron los mejores progenitores, a partir de los resultados obtenidos, se calculó la Aptitud Combinatoria General, seleccionando cuatro plantas madres. Estas plantas fueron clonadas y llevadas a lote aislado para su entrecruzamiento en febrero de 2016. A partir de estas plantas se cosecharon semillas de forma individual y se mezclaron en partes iguales para dar origen a la población sintética.

## **Fundamentación de la novedad**

La variedad KARAI INTA se distingue por su tolerancia al estrés salino, presentando una menor reducción del crecimiento en condiciones de salinidad. Se llevaron a cabo tres ensayos que sustentan la fundamentación de la novedad. Un primer ensayo se realizó en hidroponía, donde se comparó el crecimiento de plántulas del cultivar (llamado aquí material experimental) con el material base. En el segundo ensayo, llevado a cabo en un suelo salino bajo condiciones controladas, se comparó el desempeño del material experimental con el cultivar Kapivera INTA creciendo en suelo salino. El tercer ensayo se realizó a campo, en los bajos submeridionales.

### **1) Ensayo en hidroponía bajo condiciones controladas**

El objetivo fue comparar la producción de biomasa del material experimental (ME) con el material base (MB) antes de la selección bajo condiciones de salinidad. Para ello se utilizaron semillas de cada uno de los materiales que fueron germinadas en macetas en invernadero a 32,4°C / 21,1°C (día / noche), con irradiación natural. Al estado de 3 hojas, 60 plántulas de cada material se colocaron en bandejas de plástico de 4 l llenas de solución nutritiva y se mantuvieron durante 7 días en estas condiciones. Posteriormente, se colocaron en condiciones de salinidad (S: 150 mM NaCl) y control (C: sin sal) durante 21 días. Las bandejas se dispusieron en el invernadero en 3 mesadas contiguas. Como la distancia a la fuente de refrigeración crea un gradiente de temperatura y humedad, se utilizó un diseño en bloques completamente aleatorizado, donde las mesadas representaban los bloques y en cada maceta se dispusieron 20 plantas. Al final del periodo de evaluación se cortó, secó y pesó la biomasa aérea de las plantas para obtener el peso seco aéreo.

### **2) Ensayo en suelo salino bajo condiciones controladas**

Con el objetivo de comparar la tolerancia a la salinidad del material experimental y del cultivar comercial Kapivera INTA, se estableció un ensayo en suelo salino bajo condiciones controladas. Se utilizó para ello tubos de PVC de 110 mm de diámetro y 60 cm de largo a los que se rellenó con suelo salino. Para mantener inalterados los horizontes de suelo y su estructura se utilizó para la extracción un barreno hidráulico (Figura 1).

Se trasplantaron 10 plantas de cada cultivar, una por tubo. Se las mantuvo bajo invernadero durante todo el período de evaluación, regándose una vez por semana aproximadamente, según el nivel de

evapotranspiración. El suelo utilizado se colectó de una parcela en el campo de un productor en la localidad de Sarmiento. Los análisis de suelo mostraron una alta conductividad eléctrica ( $CE = 8,28 \text{ ds m}^{-1}$ ) y condiciones de alcalinidad muy marcadas ( $\text{pH} = 9$ ). Se registró el número de hojas en 3 fechas sucesivas de conteo.



**Figura 1.** A la izquierda se muestra el momento de extracción de suelo mediante un barreno hidráulico para obtener el perfil completo en el campo de un productor con suelo salino. A la derecha, se ven las plantas creciendo en los tubos de PVC con el suelo salino en el invernadero

### **3) Evaluación a campo del material tolerante a salinidad**

El objetivo de este estudio fue evaluar en condiciones de campo la tolerancia a estrés del material experimental Karai INTA seleccionado por su tolerancia a estrés salino y compararlo con 2 cultivares comerciales de la misma especie.

El ensayo se implantó el día 28/1/2018 en la zona de los Bajos Submeridionales, en el campo de un productor cercano a la localidad de Fortín Olmos ( $29^{\circ} 3' 9'' \text{ S}$ ;  $60^{\circ} 24' 48'' \text{ O}$ ), provincia de Santa Fe. Se realizaron análisis químicos de los suelos en dos profundidades (0-20 cm y 20-40 cm).

El 28 de enero de 2018 se transplantaron plántulas obtenidas a partir de semillas en el invernadero del material experimental (Karai INTA) y dos cultivares comerciales (Kapivera INTA y Bambatsi). Las plántulas se regaron al transplante y se las protegió de los animales herbívoros con un alambrado olímpico romboidal de 1,80 m de altura (Figura 2). Se utilizó un diseño en bloques completos al azar (5 bloques) y 5 repeticiones (plantas) por bloque. En dos fechas de muestreo, 22 de febrero y el 26 de marzo de 2018, se realizaron conteos de macollos por planta como una medida indirecta de la producción de biomasa de cada material.

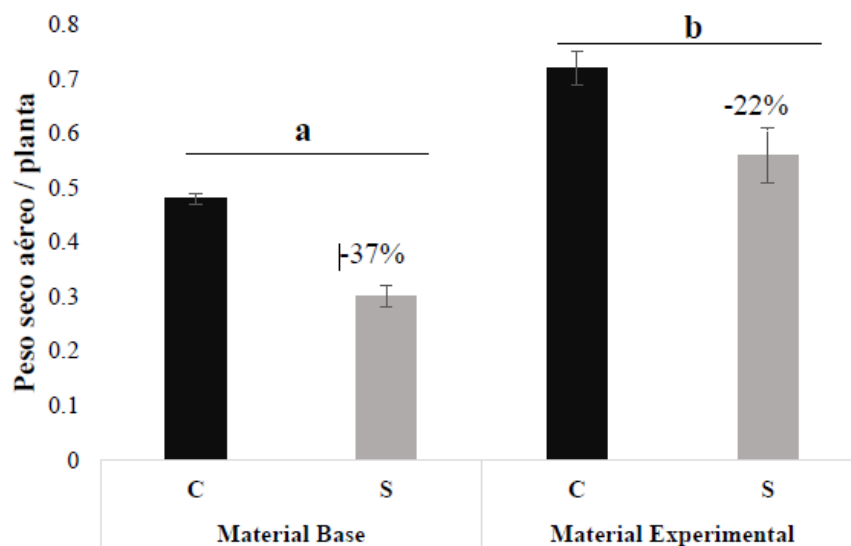


**Figura 2:** Vistas del ensayo en Fortín Olmos.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **1) Ensayo en hidroponía bajo condiciones controladas**

El efecto de la salinidad sobre las plantas fue significativo ya que se observó la reducción en la producción de biomasa promedio por planta por efecto de la condición salina en los dos materiales. Así mismo, se observaron diferencias entre materiales. El material experimental presentó, en promedio para ambas condiciones de crecimiento, mayor peso seco aéreo que el material base ( $0,64$  vs  $0,39$  g planta<sup>-1</sup>, material experimental y base respectivamente,  $p < 0,05$ ). Por otra parte, como estimación de la tolerancia a la salinidad, se comparó la reducción en la producción de biomasa en salinidad con respecto a la condición control en los dos materiales. La reducción en producción de biomasa causada por la salinidad fue significativamente menor en el material experimental (22%) que en el material base (37%) (Figura 3).

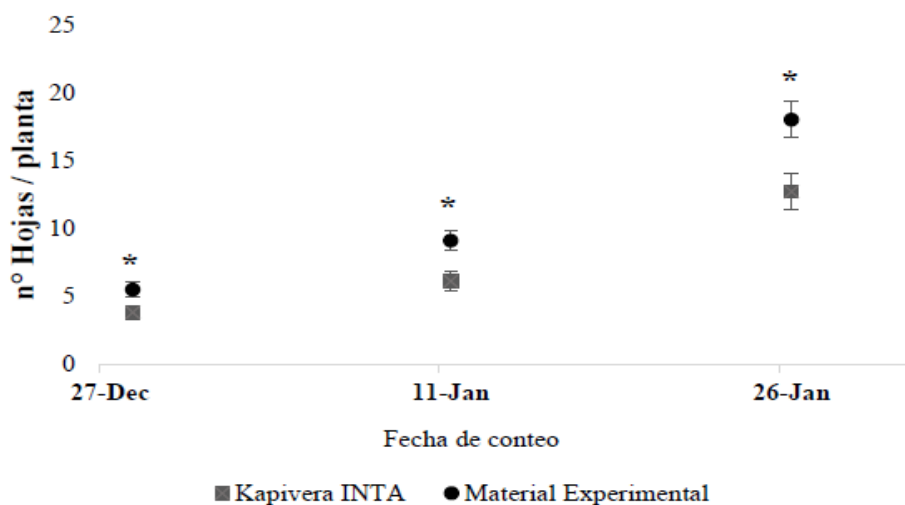


**Figura 3:** Peso seco aéreo de plantas de material base y experimental creciendo en condiciones control (C) y salino (S) durante 21 días. Letras diferentes indican diferencias significativas entre materiales ( $p < 0,05$ , DGC). Los valores porcentuales indican la disminución en la producción de biomasa en salinidad respecto al control para cada material.

## 2) Ensayo en suelo salino bajo condiciones controladas

Las plantas creciendo en suelo salino en macetas en el invernadero mostraron, en general, un desarrollo lento. Comparando entre materiales, en promedio, las plantas del material Karai INTA presentaron un mayor número de hojas que Kapivera INTA para todas las fechas de muestreo (Figura 4).





**Figura 4:** Número de hojas en plantas de Kapivera INTA y material experimental (Karai INTA) creciendo en suelo salino bajo condiciones controladas. (\* indica diferencias significativas entre materiales  $p < 0,05$ , DGC).

### 3) Evaluación a campo del material tolerante a salinidad

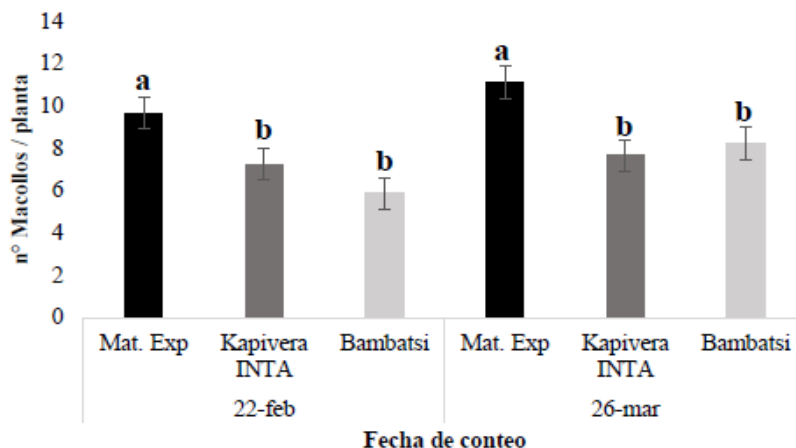
Los análisis químicos del suelo a 2 profundidades diferentes del sitio cercano a la localidad de Fortín Olmos donde se realizaron los ensayos se muestra en la Tabla 1. En el nivel superficial, el suelo muestra un contenido aceptable de materia orgánica, el porcentaje de nitrógeno total es normal, aunque la cantidad de nitrógeno de nitratos es relativamente baja. El nivel de fósforo extraíble es alto y el pH denota que el suelo tiene reacción alcalina. En cuanto a la conductividad eléctrica, el valor registrado muestra que el suelo es salino. Teniendo en cuenta el valor T, que indica la capacidad de intercambio catiónico y la cantidad de sodio, se calculó el porcentaje de sodio intercambiable ( $PSI = Na/T * 100$ ) que en este caso es de 55,25% ( $> 15\%$ ) lo que indica que se trata de un suelo sódico.

**Tabla 1.** Análisis químico de muestras de suelo a dos profundidades en campo de productor cercano a la localidad de Fortin Olmos (Santa Fe)

Determinaciones	0 a 20 cm	20 a 40 cm
Materia Orgánica (%)	2,14	0,89
Nitrógeno Total (%)	0,136	0,066
Nitrógeno de Nitratos (ppm)	3,4	1,5
Fósforo extraíble (ppm)	55,9	39,1
pH actual (relación 1:2,5)	8,4	8,3
Conductividad eléctrica (dS m <sup>-1</sup> )	12,4	-
Valor T* (meq/100 g)	30,98	-
Sodio (meq/100 g)	17,12	-

\*valor T= capacidad de intercambio catiónico

Los materiales mostraron diferencias en el número de macollos por planta en las dos fechas de muestreo ( $p < 0,05$ , DGC). El cultivar Karai INTA presentó mayor cantidad de macollos por planta en condiciones de salinidad-alcalinidad que los cultivares comerciales de *Panicum coloratum* var. *makarikariense* (Figura 5). Se destaca que las condiciones del sitio eran extremas, la vegetación predominante es el espartillo, con alta incidencia de hormigueros en montículos denominados tacurú. El número de macollos por planta es una característica correlacionada positivamente con la producción de biomasa y persistencia en numerosas especies forrajeras (Griffa *et al.*, 2010; Barth and Milbourne, 2013; Vega *et al.*, 2018).



**Figura 5:** Número de macollos por planta en plantas de 3 materiales de *P. coloratum* var. *makarikariense* creciendo en suelo salino-sódico. Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ , DGC) entre materiales para cada fecha de conteo.

## CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

El programa de mejoramiento genético en *Panicum coloratum* var. *makarikariense* fue desarrollado con éxito y permitió obtener un cultivar con mejor comportamiento frente a la condición salina que los cultivares disponibles en el mercado. El cultivar Karai INTA fue inscripto en el INASE bajo el número de registro 20668. La mejor producción bajo condiciones salinas respecto a los otros materiales de la misma especie lo hacen promisorio para aumentar la oferta de forraje en suelos con alto contenido de sales. Nuevas líneas de investigación apuntan a obtener líneas que combinen la salinidad con otros estreses abióticos como el anegamiento temporario.

## BIBLIOGRAFÍA

- Amdan, M.L., R. Aragón, E.G. Jobbágy, J.N. Volante, and J.M. Paruelo. (2013). Onset of deep drainage and salt mobilization following forest clearing and cultivation in the Chaco plains (Argentina). *Water Resour. Res.* 49(10): 6601–6612. doi: 10.1002/wrcr.20516.
- Armando, L. V., A.D. Carrera, and M.A. Tomás. 2013. Collection and morphological characterization of *Panicum coloratum* L. in Argentina. *Genet. Resour. Crop Evol.* 60(5): 1737–1747. doi: 10.1007/s10722-013-9982-3.
- Armando, L. V, M.A. Tomás, A.F. Garayalde, and A.D. Carrera. 2015. Assessing the genetic diversity of *Panicum coloratum* var. *makarikariense* using agro-morphological traits and microsatellite-based markers. *Ann. Appl. Biol.* 167(3): 373–386. doi: 10.1111/aab.12234.
- Auer, A., N. Maceira, and C. Mikkelsen. (2019). El proceso de agriculturización en territorios con diferente matriz ecológico-productiva. El caso de la cuenca mar chiquita, provincia de buenos aires, Argentina. *Rev. Geogr. Norte Gd.* 2019(72): 27–53. doi: 10.4067/S0718-34022019000100027.
- Barth, S., and D. Milbourne. 2013. Breeding strategies for sustainable forage and turf grass improvement.
- Cardamone, L., A. Cuatrín, K. Grunberg, and M.A. Tomás. 2018. Variability for salt tolerance in a collection of *Panicum coloratum* var. *makarikariense* during early growth stages. *Tropical Grasslands* 6: 134–147. doi: 10.17138/TGFT(6)134-147.

- Griffa, S., A. Ribotta, E. López Colomba, E. Tommasino, E. Carloni, et al. 2010. Evaluation seedling biomass and its components as selection criteria for improving salt tolerance in Buffel grass genotypes. *Grass Forage Sci.* 65(3): 358–361. doi: 10.1111/j.1365-2494.2010.00754.x.
- Paruelo, J.M., J.P. Guerschman, G. Piñeiro, E.G. Jobbagy, S.R. Veron, et al. (2006). Cambios en el uso de la tierra en Argentina y Uruguay: marcos conceptuales para su análisis. *Agrociencia X(2)*: 47–61.
- Souza Sobrinho, F. de y Machado Auad, A. (2013). Genetic improvement of *Brachiaria ruziziensis* at Embrapa Dairy Cattle. In: Jank, L., Chiari, L., Borges do Valle, C. y Simeao, R. Forage breeding and biotechnology. P. 59-76.
- Vega, D.J., E. Grassi, E. Castillo, and N. Bonamico. 2018. Diferenciación fenotípica de poblaciones de festuca alta naturalizadas en la región central de Argentina. Universidad Nacional de Río Cuarto. Facultad de Agronomía y Veterinaria; *Ab Intus*, [S.l.], n. 1, p. 1-8, July 2018. ISSN 2618-27341.

## **DINÁMICA DEL NIVEL FREÁTICO EN EL DEPARTAMENTO LAS COLONIAS (SANTA FE). SEPTIEMBRE 2021 - MAYO 2022**

MARTINS, L.<sup>1\*</sup>; CANESINI, M.<sup>1</sup>; BASANTA, M.<sup>1,3</sup>; CHIAVASSA, A.<sup>2</sup>; TOSOLINI, R.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>INTA EEA Rafaela AER Esperanza

<sup>2</sup>INTA EEA Rafaela

<sup>3</sup>IDICAL (INTA EEA Rafaela-CONICET)

\*Autor de contacto: martins.luciano@inta.gob.ar

### **INTRODUCCIÓN**

En la región central de Santa Fe, la escasa pendiente limita el drenaje superficial de los excesos hídricos ocasionales, propios de un clima subhúmedo, favoreciendo la existencia de napas freáticas muy cercanas a la superficie en la mayor parte del paisaje (Nosetto *et al.*, 2009).

La napa o capa freática es una variable de interés en cuencas rurales. Su cercanía a la superficie puede afectar el desarrollo de los cultivos (Nosetto *et al.*, 2009; Stone y Ekwue, 1993; Brisson *et al.*, 2002), el tráfico de maquinarias (Paul y De Vries, 1979) y la salinidad del suelo (Northey *et al.*, 2005; Jobbágy y Jackson, 2000 y 2007).

Algunos autores han estudiado, en la región pampeana, la influencia recíproca entre la vegetación y la napa freática sobre los flujos de descarga y recarga del agua subterránea (Nosetto *et al.*, 2009), siendo relevante su estudio para la comprensión de estas interacciones complejas. La variabilidad del nivel freático es un punto importante en el terreno del manejo de sistemas agrícolas (Viglizzo *et al.*, 2009), donde el balance precipitación-evapotranspiración está estrechamente relacionado con su fluctuación (Kruse *et al.*, 2001).

Si bien no está claro en qué medida el reemplazo de vegetación puede haber contribuido a exacerbar los dos fuertes ciclos de inundaciones severas, experimentados en el centro-oeste de la región pampeana durante los últimos veinticinco años, se puede pensar que existe una tendencia a generar mayores excesos hídricos en la trayectoria histórica que va desde pastizales naturales (dominantes hasta principios del siglo XX) a rotaciones de pasturas y cultivos anuales (típicas hasta a la década del ochenta) a cultivos anuales continuos (preponderantes en la actualidad) (Jobbágy y Nosetto, 2009).

Las napas freáticas no ofrecen un suplemento real por sobre las precipitaciones ya que su alimentación depende de ellas, pero permiten diferir agua en el tiempo y en el espacio, transfiriendo los excedentes hídricos de un año a otro o de un sector a otro. Manejar este componente de almacenamiento hídrico con mayor habilidad debería permitir incrementar y estabilizar la producción de granos de la región pampeana ante un panorama climático regional y global de creciente incertidumbre (Jobbágy y Nosetto, 2009).

La producción agrícola también puede afectar la dinámica y la calidad del agua de la napa por transporte de nutrientes o agroquímicos (Portella *et al.*, 2006 y 2009; Vázquez Amabile *et al.*, 2014).

En los últimos años y determinado por los eventos climáticos de ENOS (El Niño/Oscilación del Sur), se registraron tanto excesos como deficiencias hídricas en distintos establecimientos productivos del departamento Las Colonias. Debido a estas dos situaciones contrastantes, el monitoreo del nivel freático se convierte en una

herramienta de utilidad para tomar medidas correctivas y/o paliativas a nivel de cuenca, como así también, decisiones de manejo agronómico y sistematización de los establecimientos agropecuarios (Martins *et al.*, 2019).

Las mediciones del nivel freático en el departamento Las Colonias, se iniciaron en marzo de 2016 con una frecuencia trimestral, teniendo en cuenta las precipitaciones extremas ocurridas y los tiempos productivos relacionados con la siembra y cosecha de los distintos cultivos extensivos (Martins *et al.*, 2019). El objetivo de este trabajo fue analizar la dinámica del nivel freático durante el período septiembre de 2021 a mayo de 2022 en el departamento Las Colonias, provincia de Santa Fe.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Las mediciones realizadas en el presente trabajo forman parte de la Red de monitoreo de la napa del área de influencia de la EEA Rafaela del INTA. Se establecieron 42 puntos o sitios de medición distribuidos en distritos del departamento Las Colonias: Nuevo Torino, Humboldt, Esperanza, Pilar, Santa María Centro, San Jerónimo Norte, Las Tunas, Franck, Colonia San José, San Jerónimo del Sauce, San Carlos Norte, San Agustín, San Mariano, San Carlos Sur, Matilde, Santa Clara de la Buena Vista, Sarmiento, Pujato Norte, Felicia y María Luisa.

Los mismos se encuentran ubicados en molinos en desuso, aljibes, pozos y freatímetros; en su mayoría de lotes agrícolas en los que no existen variaciones por consumo animal. Se excluyeron los puntos de medición en suelos de aptitud ganadera como también en el área de influencia de arroyos, canales y cañadas, en los cuales el nivel freático es una limitante permanente (capacidad productiva baja a muy baja-muy anegable. Figura 1).

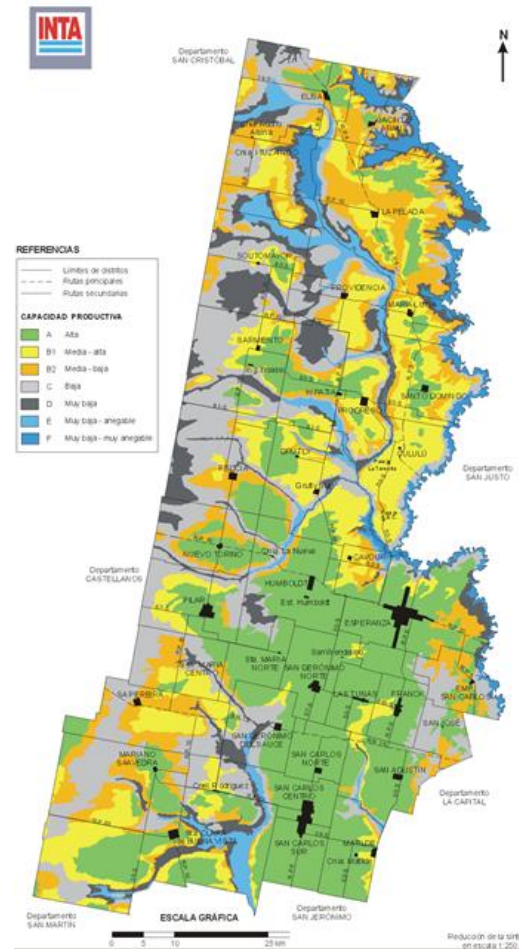
La medición del nivel freático se realizó mediante sonda graduada, soga graduada o cinta métrica, dependiendo del tipo de punto de monitoreo.

Mediante el programa SURFER 7.0, se estimó y graficó el nivel freático sobre el mapa del departamento Las Colonias. Los mapas reflejan la profundidad del nivel freático independientemente de la posición topográfica, es decir que los valores no están corregidos en función de la altura sobre el nivel del mar, sino que son los valores reales medidos a campo de cada punto de monitoreo.

Además, se presenta el mapa de capacidad productiva de las tierras para uso agrícola del departamento Las Colonias (Giorgi *et al.*, 2009) y el registro de las precipitaciones previas a los monitoreos de la napa. El registro y los valores medios históricos de las precipitaciones son de la ciudad de Esperanza.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

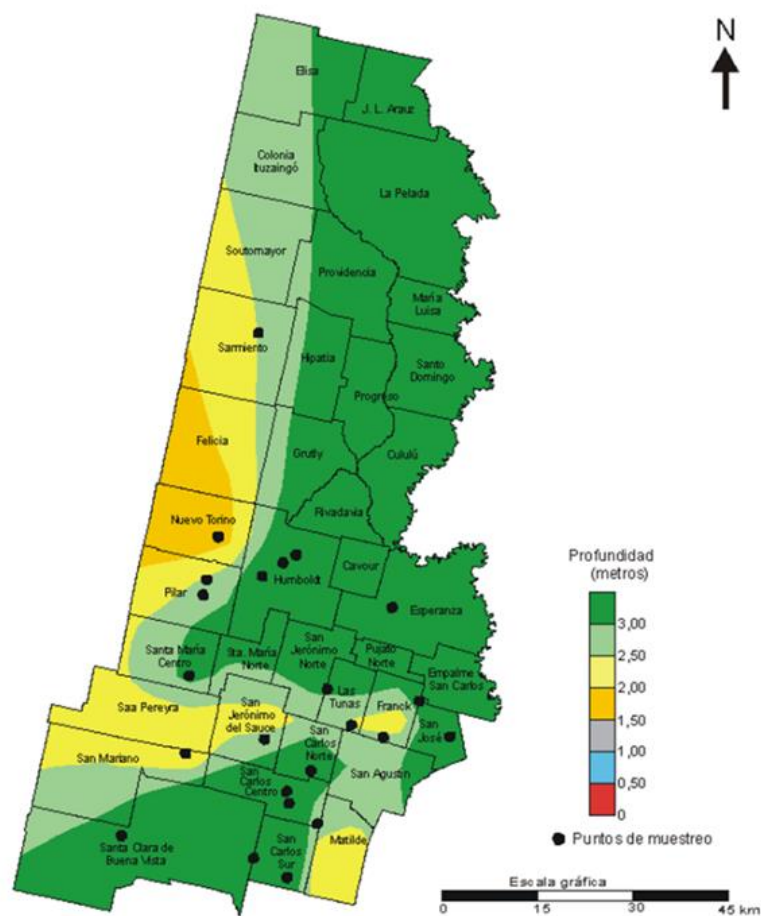
A continuación, se presentan los mapas de capacidad productiva de las tierras para uso agrícola (Figura 1) y del nivel freático para el departamento Las Colonias y sus distritos (Figuras 2, 3 y 4), junto a los datos de precipitaciones previas ocurridas.



**Figura 1.** Capacidad productiva de las tierras para uso agrícola del departamento Las Colonias, centro de la provincia de Santa Fe.

Durante los primeros nueve meses de 2021, la acumulación de lluvias fue 17 % inferior al valor promedio histórico (649,5 vs 785 mm). Asimismo, los niveles freáticos continuaron descendiendo entre el monitoreo realizado en junio 2021 (Martins *et al.*, 2021) y septiembre 2021 (Figura 2).

Se registraron distritos y ambientes en los cuales la profundidad del nivel freático osciló entre 1,5 y 2,5 m, siendo en este tipo de situaciones donde se dan las mayores posibilidades de aporte hídrico de la napa al cultivo. También hubo ambientes con niveles de la napa por debajo de los 2,5 m, donde el aporte hídrico depende exclusivamente de las precipitaciones y del agua acumulada en el perfil (Cisneros *et al.*, 2014).



**Figura 2.** Nivel freático estimado en el departamento Las Colonias, centro de la provincia de Santa Fe. Los puntos negros indican los sitios de medición. Septiembre de 2021.

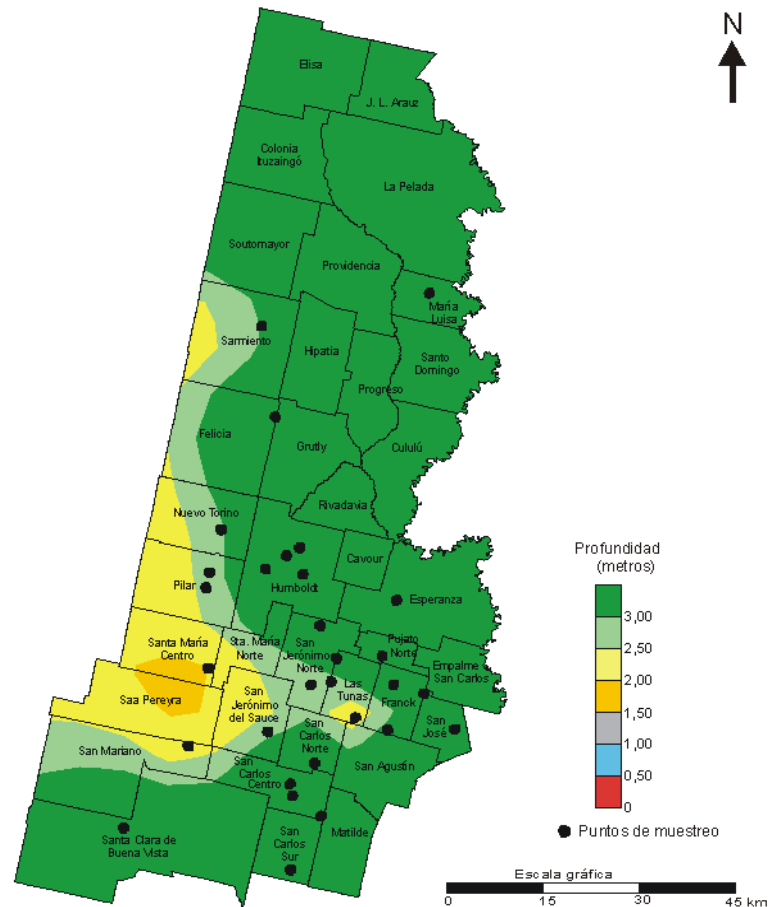
Durante los últimos tres meses de 2021, las precipitaciones totalizaron 247 mm, un 40% por debajo de los valores medios históricos (408 mm). Entre enero y el monitoreo realizado en marzo de 2022, las lluvias acumuladas fueron de 466 mm, un 6 % superior al acumulado histórico para estos meses (437 mm), lo que permitió la adecuada recarga de agua en el perfil del suelo. Sin embargo, el nivel freático continuó descendiendo (Figura 3).

En los distritos de Matilde, Franck, Nuevo Torino y Felicia, los niveles freáticos descendieron; en otros, como en el caso de Santa María Centro y Saa Pereyra, los niveles se incrementaron levemente respecto a septiembre de 2021. Específicamente para el punto de monitoreo de Esperanza (predio de la FCA-UNL), el valor del nivel freático fue excepcional (8,4 m), y semejante al medido en el período previo de las lluvias de 2003 (comunicación personal: Ingeniero en Recursos Hídricos Roberto Paulo Marano, Cátedra de diagnóstico y tecnología de aguas).

Se evidenció una correspondencia entre las zonas del departamento con capacidad productiva alta para uso agrícola y los ambientes que fueron independientes de la napa (>2,5 m), donde el aporte hídrico para el

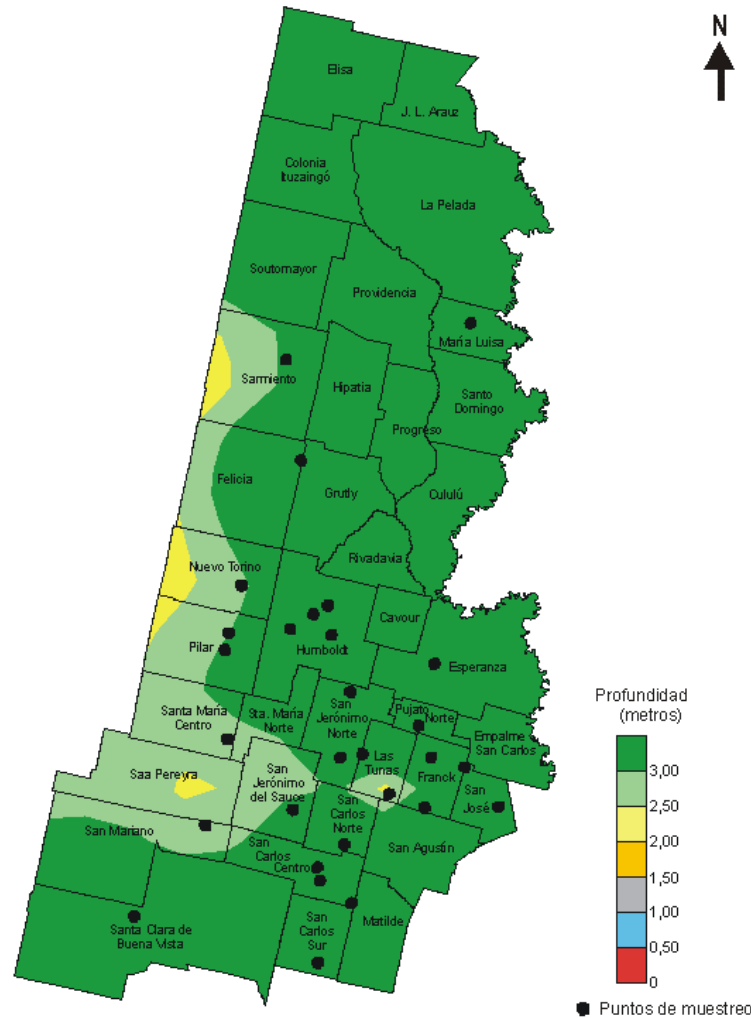


cultivo dependió exclusivamente de las precipitaciones y en consecuencia del agua acumulada en el perfil del suelo. Asimismo, en las zonas con capacidad productiva media a baja para uso agrícola, hubo distritos y ambientes con una profundidad ideal de la napa (entre 1,5 y 2,5 m) (Cisneros et al., 2014), donde se puede haber dado el aporte hídrico desde la napa, tanto hacia los cultivos de invierno como de verano.



**Figura 3.** Nivel freático estimado en el departamento Las Colonias, centro de la provincia de Santa Fe. Los puntos negros indican: sitios de medición. Marzo de 2022.

En abril de 2022, las precipitaciones fueron un 49 % inferior al promedio histórico (69,5 mm vs 137 mm). De la misma manera, en mayo de 2022, las lluvias fueron de sólo el 2 % del promedio histórico (1,5 mm vs 76 mm). Sólo en sectores puntuales de los distritos Las Tunas, Saa Pereyra, Sarmiento, Pilar y Nuevo Torino los niveles freáticos se encontraron más cercanos a superficie (entre 2 y 2,5 m). Para el resto de los distritos del departamento, la profundidad de la napa estuvo por debajo de los 2,5 m.



**Figura 4.** Nivel freático estimado en el departamento Las Colonias, centro de la provincia de Santa Fe. Los puntos negros indican: sitios de medición. Mayo de 2022.

## CONCLUSIONES

En el departamento Las Colonias, el nivel freático evidenció una disminución entre septiembre de 2021 y mayo de 2022 debido, principalmente, a la escasez de precipitaciones durante el período primaveral de 2021 y otoñal de 2022. Las precipitaciones ocurridas durante el verano de 2022, fueron superiores a los valores medios históricos y necesarias para recargar el perfil del suelo, sin embargo, no fueron suficientes para recargar los acuíferos y, por lo tanto, los niveles freáticos continuaron en descenso.

De esta manera, es necesario generar manejos tanto a nivel de los sistemas productivos como de cuenca, que permitan una administración más eficiente del uso del agua que se encuentra en exceso o en déficit, tanto en el perfil del suelo como de la napa freática. De este modo, se podrá trasladar agua almacenada de períodos húmedos a períodos más secos, aprovechar lluvia no utilizada de una campaña en las siguientes y de sectores de la cuenca hacia otras áreas más bajas de la misma.

El conocimiento de la dinámica del nivel freático por ambiente es relevante para la toma de decisiones, para la sustentabilidad ambiental y económica de los sistemas de producción.

## **AGRADECIMIENTOS**

A los productores que colaboran y permiten realizar la medición del nivel freático en sus establecimientos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Brisson, N; B Rebiere; D Zimmer y P Renault. 2002. Response of the root system of a winter Wheat crop to waterlogging. *Plant and Soil* 243(1): 43-55.
- Cisneros, J.; Gil, H.; De Prada, J.; Degioanni, A.; Cantero A. y Giayetto, O. 2014. Estado actual, pronósticos y propuestas de control de inundaciones en el centro-este de la provincia de Córdoba. Facultad de Agronomía y Veterinaria Servicio de Conservación y Ordenamiento de Tierras (SECYOT). <http://www.proinunrc.com.ar/pdf/pdf/Informe%20Inundacion%20SeCyOT%202014.pdf>. (Consulta: julio 2022)
- Giorgi, Raúl, Tosolini, R.; Sapino, V.; León, C. y Chiavassa, A. 2010. Capacidad productiva de las tierras de la provincia de Santa Fe para uso agrícola y pasturas de alfalfa. [http://rafaela.inta.gov.ar/mapas/capacidad\\_productiva/index.htm](http://rafaela.inta.gov.ar/mapas/capacidad_productiva/index.htm). (Consulta: agosto 2022).
- Jobbágy, E.G.; Nosetto, M.D. 2009. Napas freáticas: pautas para comprender y manejar su impacto en la producción. Grupo de Estudios Ambientales – IMASL - CONICET y Departamento de Agronomía - FICES - Universidad Nacional de San Luis.
- Jobby, EG y RB Jackson. 2007. Groundwater and soil chemical changes underphreatophytic tree plantations. *J. Geophys. Res.* 112, G02013, doi:10.1029/2006JG000246.
- Kruse, E; JA Forte Lay; JL Aiello; A Basualdo y G Heinzenknecht. 2001. Hydrological processes on large flatlands: case study in the northwestern region of Buenos Aires Province (Argentina). Remote sensing and Hydrology (Proceeding of a symposium held at Santa Fe, New Mexico, USA, April 200). IAHS 267.
- Martins, L.; Basanta, M.; Canesini, M.; Chiavassa, A.; Tosolini, R. Dinámica del nivel freático para el departamento Las Colonias (Santa Fe). Campaña 2020-21. 2021 Información técnica Producción vegetal. Publicación Miscelánea. Año 9. N° 2. ISSN en línea: 2314-3126. Pp. 113. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_informacion\\_tecnica\\_produccion\\_vegetal\\_2021.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_informacion_tecnica_produccion_vegetal_2021.pdf)
- Martins, L.; Guerra, S.; Chiavassa, A.; Tosolini, R. 2019. Nivel freático en el departamento Las Colonias. (Santa Fe - Argentina). Pp. 109. [http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/misc\\_online/INTA\\_Rafaela\\_Publicacion\\_cultivos\\_VERA\\_NO\\_2019.pdf](http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/misc_online/INTA_Rafaela_Publicacion_cultivos_VERA_NO_2019.pdf)
- Northey, J.; E Christen; JE Ayars y J Jankowski. 2005. Occurrence and measurement of salinity stratification in the shallow ground water in the Murrumbidgee irrigation area, south eastern Australia. *Agric. Water Mgmt.* 81(1 2): 23-40.
- Nosetto, M.D.; Jobbágy, E.G.; Jackson, R.B., Sznaider, G.A. 2009. Reciprocal influence of crops and shallow ground water in sandy landscapes of the Inland Pampas. *Field Crops Research* (138-148).
- Paul, CL y J De Vries. 1979. Effect of soil water status and strength on trafficability. *Canadian J. Soil Sci.* 59(3): 313-324.

- Portela, SI; A Andriulo; EG Jobbágy y MC Sasal. 2009. Water and nitrate exchange between cultivated ecosystems and groundwater in the Rolling Pampas. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 134: 277-286.
- Portela SI; A Andriulo; MC Sasal; B Mary y EG Jobbágy. 2006. Fertilizer vs. organic matter contributions to nitrogen leaching in cropping systems of the Pampas: 15N application in field lysimeters. *Plant and Soil* 289:265-277.
- Stone, RJ y EI Ekwue. 1993. Maximum bulky density achieved during soil compaction as affected by the incorporation of three organic materials. *Trans. ASAE* 36(6): 1713-1719.
- Vázquez Amabile Gabriel; Nicolas Bosch; Alejandra P Ricca; Dante E Rojas; María L Ortiz de Zárate; Joaquín Lascombes; María F Feiguín y Diego Cristos. 2017. Manejo y conservación de suelos y aguas, riego y drenaje. Napa freática: Dinámica, variables de control y contenido de nitratos en suelos de pampa arenosa.
- Vázquez Amabile, G; AP Ricca; D Rojas; D Cristos; ML Ortiz de Zarate; G Pellisier; N Bosch; MV Feler; A Rodriguez Vagaría y M.F. Gaspari. 2014. Análisis de agroquímicos y nitratos en cursos y aguas subterráneas de cuencas rurales del oeste y sudeste de Buenos Aires. *Memorias del II Congreso Internacional de Hidrología de Llanuras*, Universidad Nacional del Litoral, 23al 26 de septiembre, Santa Fe, Argentina.
- Viglizzo EF; EG Jobbágy; L Carreño; FC Frank; R. Aragon; L De Oro y V Salvador. 2009 The dynamics of cultivation and floods *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 13: 491-502.

# **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA MEDICIÓN DE CARBONO DE BIOMASA MICROBIANA EN EL SUELO MEDIANTE UN ENSAYO DE INTERLABORATORIO**

NEDER, V.<sup>1</sup>, BIGLIONE, M.<sup>2</sup> Y SAPINO, V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IDICAL (INTA-CONICET)

<sup>2</sup>INTA EEA Rafaela

## **INTRODUCCIÓN**

La calidad del suelo es dinámica y puede cambiar de acuerdo con las características específicas del mismo, el uso, las condiciones ambientales y las prácticas de manejo. El carbono de la biomasa microbiana del suelo (CBM) es uno de los indicadores importantes de la biofertilidad del suelo, el mismo caracteriza la abundancia de microorganismos a partir de la fracción del carbono extractable correspondiente a biomasa microbiana (Vance *et al.*, 1987).

El CBM se define como el componente funcional de los microbiomas del suelo, responsables principalmente de la descomposición de la materia orgánica y del reciclaje de nutrientes. Es decir, que la biomasa microbiana del suelo es una medida del carbono contenido en el componente vivo de la materia orgánica (bacterias y hongos). Representa la fracción más lábil del mismo y, por lo tanto, responde rápidamente a los cambios de perturbación del suelo (Ren *et al*, 2019).

El contenido y cantidad de carbono de la biomasa microbiana refleja el tamaño de la población microbiana total del suelo. Alteraciones en la biomasa como por ejemplo el descenso de la misma, parece estar determinado por propiedades inherentes de las comunidades microbianas, como su estructura y actividad, las cuales reaccionan en respuesta al manejo al cual se encuentra sometido el suelo más que a las características edáficas donde se desarrollan (Ren *et al*, 2019).

La acción de los procesos microbiológicos en el suelo presentan una sinergia con los demás parámetros químicos y físicos, para en su conjunto mantener la calidad y salud del mismo. El carbono de la biomasa microbiana se posiciona como un indicador eficaz para monitorear la salud del suelo y contribuir a la sostenibilidad ambiental (Gonzales, 2013)

Para su estudio y con el fin de satisfacer las exigencias de calidad de los servicios, los laboratorios deben implementar un sistema que asegure que los factores técnicos y humanos funcionen de manera controlada, previniendo o corrigiendo errores de procedimientos. Para ello se debe trabajar con personal altamente capacitado, con equipamiento adecuado y bajo mecanismos de control y supervisión que permiten garantizar que los resultados de los análisis son confiables y comparables (PROINSA 2019).

Los procedimientos y controles internos son la primer garantía de calidad de las medidas de un laboratorio, es necesario someterlo a una evaluación externa de carácter objetivo e imparcial mediante la intercomparación o ensayos interlaboratorio. Un ensayo interlaboratorio es un ensayo de aptitud donde se analizan las mismas muestras en diferentes laboratorios y, posteriormente, se comparan los resultados.

En este trabajo se muestran los avances del Laboratorio de microbiología de la EEA Rafaela del INTA, en la validación del método de ensayo para determinación de CBM, a partir de la participación en un ensayo

interlaboratorio en el cual se utilizaron dos métodos: el método de fumigación por cloroformo y el método alternativo de irradiación por microondas.

## **METODOLOGÍA**

La EEA Rafaela del INTA participó en la primera Ronda Interlaboratorio para análisis de CBM organizada por el Laboratorio de biología de suelos de la EEA Marcos Juárez del INTA. En la misma, se distribuyó una muestra de suelo a cada laboratorio participante para la realización de los análisis. Los laboratorios participantes informaron en una planilla de resultados la metodología empleada en el análisis detallando si el cloroformo se usó por fumigación o exposición, las características del filtrado y digestión y el equipamiento utilizado.

Para asegurar la confidencialidad del sistema, se le asignó a cada laboratorio participante un número de código, que se informó individualmente y que se mantiene durante toda la prueba. Los ensayos se realizaron por triplicado. En la ronda participaron un total de 11 laboratorios de todo el país.

La muestra utilizada para la preparación del ensayo corresponde al horizonte superficial de un suelo agrícola ubicado en la EEA Marcos Juárez (*Argiudol típico*). La misma se extrajo con pala hasta los 10 cm de profundidad. Posteriormente, el suelo se tamizó con malla de 2 mm y se secó a temperatura ambiente para ser fraccionado en recipientes de plástico de 1.000 cc de capacidad. Se realizó la homogenización del material recolectado de manera tal de enviar una muestra homogénea a todos los laboratorios participantes.

Las metodologías que se utilizaron fueron el método de fumigación por cloroformo, descrito por Vance y Jenkinson (Vance et al 1987) y el método de irradiación por microondas (Islan et al 1998, Bertozzi et al 2020).

La evaluación del desempeño de los laboratorios participantes se realizó de acuerdo con los procedimientos aceptados internacionalmente y que se citan en la bibliografía norma ISO/IEC13528. Se utilizó como criterio el cálculo del parámetro “z”, definido de la siguiente manera:

$$z = (x - VMIL) / s$$

Donde x es el valor promedio informado por cada laboratorio, VMIL es valor de referencia interlaboratorio (media de los valores informados por los laboratorios) y s es el desvío estándar interlaboratorio.

Es posible clasificar a los resultados de los laboratorios participantes de la siguiente forma:

$$|z| \leq 2 \text{ satisfactorio, } 2 < |z| < 3 \text{ cuestionable, } |z| \geq 3 \text{ no satisfactorio.}$$

## **RESULTADOS**

En la Tabla 1 se presentan los resultados del ensayo interlaboratorio para ambos métodos y en la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos por el Laboratorio de microbiología de la EEA Rafaela y el correspondiente parámetro z.

**Tabla 1:** Resultados del ensayo interlaboratorio para estimación de Carbono de Biomasa del suelo mediante método con cloroformo e irradiación por microondas.

<b>Método</b>	<b>VMIL (ug C/g suelo)</b>	<b>S (desvío estándar interlaboratorio)</b>	<b>CV (desviación estándar relativa porcentual)</b>
Método fumigación con cloroformo	241	98	41%
Método de irradiación por microondas	190	71	38%

**Tabla 2:** Resultados obtenidos por el Laboratorio de microbiología de la EEA Rafaela en el ensayo interlaboratorio para estimación de Carbono de Biomasa del suelo mediante método con cloroformo e irradiación por microondas..

<b>Método</b>	<b>Valor medio de las 3 repeticiones (ugC g-1 suelo)</b>	<b>Z</b>
Método fumigación con cloroformo	216	-0.26
Método de irradiación por microondas	245	-0.78

## CONSIDERACIONES FINALES

De acuerdo a lo planteado, se evaluó el desempeño del laboratorio de microbiología de la EEA Rafaela para la cuantificación de carbono de biomasa microbiana por dos métodos diferentes. El laboratorio se ubicó dentro del rango de variación de un desvío estándar, obteniendo un resultado satisfactorio según el parámetro z.

La experiencia resulta altamente positiva para el laboratorio ya que, participar en ejercicios interlaboratorios consolida la confianza de los datos en cuanto a la aptitud que tiene el laboratorio para obtener resultados satisfactorios permitiéndonos demostrar la competencia técnica frente a terceros. Además, participar sistemáticamente sirve para validar el método, determinar error sistemático, mejorarlo por comparación con otros laboratorios y comparar metodologías. A su vez, se genera una red de participación-cooperación con el fin de normalizar la técnica para brindar servicios altamente calificados que brinden respuesta al sector agropecuario.

## BIBLIOGRAFÍA

Bertozzi, J., Andrade, D.S, Oliveira, C.C., Bala, A, & Caviglione, J.H. (2020). Microwave assisted biocidal extraction is an alternative method to measure microbial biomass of carbon from cultivated and non-

- cultivated soils. *Brazilian Journal of Microbiology*, 51(1), 255-263. doi.org/10.1007/s42770-019-00186-z.
- Gonzales Caceres, M.2013. Tesis. Efectos de la gestión sostenible del suelo sobre la fertilidad de los Suelos agrícolas. DOI: 10.6092/UNINA/FEDOA/9157
- Islam K., Weil R (1998). Microwave irradiation of soil for routine measurement of microbial biomass carbon. *Biology Fertility of Soils* (1998) 27: 408-416. doi.org/10.1007/s003740050451.
- ISO/IEC 13528 (2005). Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons.
- Ren, F., Sun, N., Meng, X., Zhang, L., Minggang, X.2019. Changes in soil microbial biomass with manure application in cropping systems: A meta-analysis. *Soil and Tillage Research*, 194: 104-291.
- Vance, E. D., P. C. Brookes, D. S. Jenkinson (1987). An extraction method for measuring soil microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry* 19: 703-707. doi.org/10.1016/0038-0717(87)90052-6
- [https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/proinsa/informes/\\_archivos//002019\\_Ronda%202019/190000\\_Informe%20Final%20-%20Ronda%20PROINSA%20\(2019\).pdf](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/proinsa/informes/_archivos//002019_Ronda%202019/190000_Informe%20Final%20-%20Ronda%20PROINSA%20(2019).pdf)



# IMPORTANCIA DE LAS ESPECIES VEGETALES DE CRECIMIENTO ESPONTÁNEO EN LOS AGROECOSISTEMAS. APORTES CONCEPTUALES Y PRÁCTICOS

MERKE, J<sup>1\*</sup>; MASSONI, F.<sup>1</sup>; CEBALLOS; L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IDICAL (INTA-CONICET)

<sup>2</sup>CONICET

\*Autor de contacto: merke.julieta@inta.gob.ar

## INTRODUCCIÓN

En los últimos 20 años, la agricultura ha desarrollado un proceso de expansión territorial e intensificación, bajo un modelo altamente tecnificado y dependiente de insumos externos (Altieri *et al.*, 1999; Paruelo *et al.*, 2005; Oesterheld, 2008; Sarandon, 2020). Esto permitió alcanzar altos niveles de producción, pero con un alto impacto ambiental sobre los agroecosistemas, poniendo en riesgo la sustentabilidad (Tscharntke *et al.*, 2005; Andrade, 2020). Generalmente, las prácticas comunes en la agricultura, buscan incrementar la rentabilidad a corto plazo, desconociendo los procesos inherentes a cada sistema e ignorando los posibles efectos negativos sobre el ambiente, los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria (Andrade, 2020). Estas prácticas asociadas a la agricultura convencional, generan la simplificación espacial del paisaje y su consecuente pérdida de biodiversidad y desaparición del hábitat de muchas especies (Foley *et al.*, 2011; Lichtenberg *et al.*, 2017).

Para lograr la intensificación sustentable de los sistemas productivos, es necesario incrementar la biodiversidad. Un paisaje rural heterogéneo, así como un agroecosistema diverso, es aquel que provee una mayor oferta y una más amplia combinación de servicios ecosistémicos en comparación con paisajes y agroecosistemas simplificados (Nicholls *et al.*, 2015; Andrade, 2020; Sarandon, 2020).

La construcción y/o mantenimiento de refugios de biodiversidad requiere un porcentaje muy bajo de superficie y provee importantes beneficios para la producción (Zacagnini, 2014). La biodiversidad de insectos asegura una mejor polinización y una mayor regulación de plagas. Sistemas complejos y multiespecíficos tienden a ser más productivos y más resilientes a la variabilidad ambiental (Nicholls, 2012).

La presencia de bordes, parches o franjas con especies vegetales espontáneas potencia los servicios ecosistémicos asociados al control biológico y a la presencia de visitantes florales (Zumoffen & Merke, 2016). La biodiversidad de especies vegetales que crece de manera espontánea contribuye al control de las poblaciones de insectos perjudiciales, otorgando hábitats adecuados para que los enemigos naturales desarrollen sus ciclos vitales en las proximidades de los cultivos, incrementando su eficacia (Lopez *et al.*, 2003). Además, el polen y néctar de las flores de crecimiento espontáneo constituyen un recurso indispensable para el desarrollo de la actividad apícola (Merke, 2015).

Mantener o generar estos hábitats, profundizando en el conocimiento de las interacciones entre plantas e insectos, permite tomar decisiones adecuadas en cuanto a su manejo, favoreciendo el camino hacia la implementación de sistemas de producción agroecológicos (Merke *et al.*, 2015; Ceballos, 2020).

Con el objetivo de promover la conservación de las especies vegetales de crecimiento espontáneo presentes en los agroecosistemas de la zona centro de la provincia de Santa Fe que son importantes como sustento de insectos benéficos (polinizadores, parasitoides depredadores) se realizó una recopilación de información aportada por diversos trabajos realizados en la zona de influencia de la EEA INTA Rafaela (Lopez et al., 2003; Campi & Salto, 2006; Merke et al., 2006., Manfrino et al., 2011; Merke et al., 2014; Dalmazzo et al., 2014; Zumoffen & Merke, 2016; Ghiglione et al., 2018). Con dicha información se elaboró un listado con algunas de las especies más frecuentes y posibles de conservar en los ambientes agrícolas del centro sur de la provincia de Santa Fe (Tabla 1 y Figura 1).

**Tabla 1.** Servicios ecosistémicos de las especies espontáneas más frecuentes presentes en ambientes agrícolas de del centro sur de la provincia de Santa Fe.

Familia	Especies vegetales	Servicios ecosistémicos
Asteraceae	1- <i>Anthemis cotula</i> L. (“Manzanilla cimarrona”) 2- <i>Cichorium intybus</i> (“Achicoria”) 3- <i>Sonchus oleraceus</i> L. (“Cerraja”)	Sus flores son fuentes de polen y néctar para adultos de especies de insectos que intervienen en el control biológico de plagas y recurso para las abejas melíferas.
Malvaceae	4- <i>Sphaeralcea bonariensis</i> (Malva blanca) 5- <i>Sida rhombifolia</i> L. (“afata”)	Sus flores son visitadas por abejas silvestres y abejas melíferas.
Brassicaceae	6- <i>Raphanus sativus</i> L. (“Nabo”) 7- <i>Rapistrum rugosum</i> . (“Mostacilla”)	Sus flores son fuentes de polen y néctar para adultos de especies de insectos que intervienen en el control biológico de plagas y recurso para las abejas melíferas.
Verbenaceae	8- <i>Verbena bonariensis</i> L. (“Verbena”) 9- <i>Verbena litoralis</i> .	Recursos para las abejas melíferas
Apiaceae	10- <i>Foniculum vulgare</i> (“Hinojo”) 11- <i>Ammi majus</i> (“Apio cimarrón”, “falsa biznaga”)	Hospedera y fuente de alimento alternativo para los insectos depredadores (controladores naturales de pulgones plagas).
Boraginaceae	12- <i>Echium plantagineum</i> . (“flor morada”, “borraja cimarrona”)	Recurso para las abejas melíferas
Lamiaceae.	13- <i>Leonurus sibiricus</i> L. (“cuatro cantos”, “cola de león”)	Sus flores son visitadas por variedad de insectos benéficos entre ellos <i>Apis mellifera</i>
Apocynaceae	14- <i>Morrenia odorata</i> (“tasi”, “doca”)	Hospedera para parasitoides de áfidos (pulgones) inocuos para los cultivos pero útiles para el desarrollo de los parasitoides
Ranunculaceae	15- <i>Clematis montevidensis</i> . (“barba de viejo”, “cabello de ángel”)	Utilizada por abejas melíferas



**Figura 1.** Especies espontáneas más frecuentes presentes en ambientes agrícolas de del centro sur de la provincia de Santa Fe

## CONSIDERACIONES FINALES

La biodiversidad es un componente clave en sistemas agrícolas productivos sustentables. Es necesario conservar espacios con vegetación natural para asegurar la presencia de floraciones que sirvan como sustento y refugio para los organismos benéficos, entre ellos polinizadores y biocontroladores de insectos plaga.

La presencia de estos espacios contribuye al incremento productivo de los cultivos dependientes de la polinización entomófila, aporta recursos de néctar y polen para la actividad apícola, y recursos alimenticios para aves y mamíferos. Su conservación constituye una estrategia factible de ser implementada para generar un proceso de transición hacia prácticas de manejo ambientalmente más sustentables.

## BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M. A. (1999). Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Nordan Comunidad 325pp.
- Andrade, F. H. (2020). Los desafíos de la agricultura global. Ediciones INTA.
- Beltrame, R. y C. Salto. 2000. *Ammi majus* y *Foeniculum vulgare* como hospedante de áfidos y sus enemigos naturales. Revista de la Facultad de Agronomía de la UBA 20 (3): 395 – 400.
- Campi, M.F. y C. Salto. 2006. *Sonchus oleraceus* L. (Compositae: Cichorieae) como hospedera alternativa de fitófagos y sus enemigos naturales en el periodo otoño- invernal. Reunión Argentina de Ciencias Naturales, Paraná, 22 – 24/11/06. Resúmenes: 73 – 74.
- Ceballos L. (2020). Caracterización de la diversidad vegetal espontánea en lotes de cultivos extensivos bajo manejo convencional y en transición agroecológica en la localidad de Grutly Norte, departamento Las Colonias, Santa Fe. Tesina de Grado en Lic. en Biodiversidad. Facultad de Humanidades y Ciencias. Universidad Nacional del Litoral. 50 pp.
- Dalmazzo, M.; Strasser, R.; Zumoffen, L.; Merke, J. y Salto, C. Abejas silvestres en márgenes de rutas con vegetación espontánea en Santa Fe. Resúmenes del XI Congreso Latinoamericano de apicultura pág.122
- Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, M., & Zaks, D. P. (2011). Solutions for a cultivated planet. Nature, 478(7369), 337-342.
- Ghiglione C, Strasser R, Zumoffen L, Merke J, Dalmazzo M, Salto C (2018) Visitantes florales y vegetación espontánea en márgenes de rutas de la región centro de la provincia de Santa Fe. X Congreso Argentino de Entomología, Mendoza, Argentina
- Lichtenberg, E. M., Kennedy, C. M., Kremen, C., Batary, P., Berendse, F., Bommarco, R., & Crowder, D. W. (2017). A global synthesis of the effects of diversified farming systems on arthropod diversity within fields and across agricultural landscapes. *Global change biology*, 23(11), 4946-4957
- López, O.; C. Salto y S. Luiselli. 2003. *Foeniculum vulgare* Miller como hospedera de pulgones y sus enemigos naturales en otoño. Revista FAVE Ciencias Agrarias 2 (1): 19 - 29.
- Manfrino R.; C. Salto y L. Zumoffen. 2011. Estudio de las asociaciones áfidos-entomófagos sobre *Foeniculum vulgare* (Umbelliferae) y *Conyza bonariensis* (Asteraceae) en la región central de Santa Fe, Argentina. SSN 0373-5680 (impresa), ISSN 1851-7471 (en línea) Rev. Soc. Entomol. Argent. 70 (1-2): 99-109

- Merke, J.; Salto, C.; Bulacio, N.; y Luiselli, S. (2006). Relevamiento de las flores disponibles para *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) en la EEA INTA Rafaela y zonas aledañas durante el período otoño-invernal. Primer Congreso Argentino de Apicultura, Córdoba, julio de 2006. Libro de Resúmenes. Pág.4.
- Merke, J.; Dalmazzo, M.; Strasser, R.; Zumoffen, L.; Salto, C. (2014). Relevamiento de la flora disponible como recurso para las abejas melíferas en banquinas no cultivadas de la provincia de Santa Fe. Resúmenes IX Congreso Latinoamericano de Apicultura.
- Nicholls, C. I. (2008). Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico (Vol. 2). Universidad de Antioquia. 282pp
- Nicholls, C.I., Altieri, M.A., Henao, A., Montalba, R., Talavera, E. (2015). Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. REDAGRES y SOCLA. Lima. Perú, 62 p.
- Oesterheld, M. (2008). Impacto de la agricultura sobre los ecosistemas: fundamentos ecológicos y problemas más relevantes. *Ecología austral*, 18(3), 337-346.
- Paruelo, J. M., Guerschman, J. P., & Verón, S. R. (2005). Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo. *Ciencia hoy*, 15(87), 14-23.
- Sarandón, S. J. (2020). Biodiversidad, agroecología y agricultura sustentable. Libros de Cátedra. UNLP. 430 pp.
- Tscharntke, T., Rand, T. A., & Bianchi, F. J. (2005). The landscape context of trophic interactions: insect spillover across the crop—noncrop interface. In *Annales Zoologici Fennici* (pp. 421-432).
- Zacagnini M.E.; Wilson M.G. ; Oszust J.D. (2014). Manual de buenas prácticas para la conservación del suelo, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. 1a ed. Buenos Aires. Programa Naciones Unidas para el Desarrollo. PNUD. secretaria de ambiente y desarrollo sustentable de la nación. INTA. 101 p.
- Zumoffen L. y Merke J. 2016. Importancia de la diversidad vegetal en bordes de cultivos para la mejora del servicio ecosistémico de regulación. Libro de Resúmenes 1 Reunión Científica del Programa Nacional de Recursos Naturales, Gestión Ambiental y Ecorregiones: aportes a la agroecología desde la biodiversidad, la gestión ambiental, el estudio del clima y el ordenamiento territorial. Ediciones INTA. Libro digital, PDF Pág 60. ISBN 978-987-521-737-9