

# Información Técnica

# PRODUCCIÓN VEGETAL

## 2021

Estación Experimental Agropecuaria Rafaela

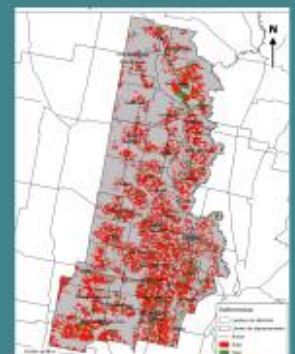
### MANEJO DE CULTIVOS



### PROTECCIÓN DE CULTIVOS



### RECURSOS NATURALES



Información técnica  
**PRODUCCIÓN VEGETAL**  
2021

Publicación Miscelánea

**Año 9. N° 2**

ISSN en línea: 2314-3126

**INTA**

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Centro Regional Santa Fe

**Estación Experimental Agropecuaria Rafaela**

*Área Producción Vegetal.*

Noviembre 2021

# INFORMACIÓN TÉCNICA

## Producción Vegetal

### 2021

**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>

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

# ÍNDICE

## MANEJO DE CULTIVOS ..... 1

1. EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE GIRASOL (*Heliantus annus L.*) EN LA LOCALIDAD DE CERES, SANTA FE. CAMPAÑA 2020/2021 ..... 2
2. RENDIMIENTO DE HÍBRIDOS DE GIRASOL EN VIDELA, SANTA FE. CAMPAÑA 2020/2021..... 8
3. RESULTADOS DE ENSAYOS COMPARATIVOS DE RENDIMIENTO DE HÍBRIDOS DE SORGO EN INTA RAFAELA. CAMPAÑA 2020-21. .... 16
4. ENSAYOS COMPARATIVOS DE RENDIMIENTO DE MAÍZ EN FECHA DE SIEMBRA TEMPRANA Y TARDÍA EN EEA INTA RAFAELA. CAMPAÑA 2020/21..... 23
5. EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE MAÍZ (*Zea mays*) EN SIEMBRAS TARDÍAS EN LA LOCALIDAD DE CERES, SANTA FE. CAMPAÑA 2020/2021..... 35
6. EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE SOJA DE LOS GRUPOS DE MADUREZ IV A VIII EN EEA INTA RAFAELA. CAMPAÑA 2020/2021. .... 39
7. INCORPORACIÓN DE AVENA SATIVA Y VICIA VILLOSA EN UNA SECUENCIA SOJA-MAÍZ TARDÍO PARA REDUCIR INSUMOS. .... 56

## PROTECCIÓN DE CULTIVOS ..... 61

8. DAÑOS DE “LA ORUGA COGOLLERA” *SPODOPTERA FRUGIPERDA* Y “LA ISOCA DE LA ESPIGA” *HELICOVERPA ZEA* ENTRE UN MAÍZ CONVENCIONAL NO-BT Y MAÍCES BT DE SIEMBRA TEMPRANA, EN EL CENTRO DE SANTA FE..... 62
9. EVALUACIÓN DE EVENTOS BIOTECNOLÓGICOS PARA EL CONTROL DE LEPIDÓPTEROS EN HÍBRIDOS DE MAÍZ. .... 69
10. EVALUACIÓN DE HERBICIDAS PRE EMERGENTES PARA EL CULTIVO DE MAÍZ ..... 80
11. EVALUACIÓN DE FITOTOXICIDAD DE HERBICIDAS EN SORGOS IGROWTH..... 86

## RECURSOS NATURALES..... 92

12. DINÁMICA DEL NIVEL FREÁTICO PARA EL DEPARTAMENTO LAS COLONIAS (SANTA FE). CAMPAÑA 2020-21 ..... 93
13. MAPA DE CULTIVOS EXTENSIVOS (SOJA Y MAÍZ) - CAMPAÑA DE VERANO 2020-2021 ..... 99



# MANEJO DE CULTIVOS





## **EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE GIRASOL (*Helianthus annuus L.*) EN LA LOCALIDAD DE CERES, SANTA FE. CAMPAÑA 2020/2021**

RAUSCH, A.<sup>1\*</sup>; ZUIL, S.<sup>2\*</sup>; TROSSERO, M.<sup>2</sup>.; DEMICHELIS, G.<sup>1</sup>. y MARTOGLIO, M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INTA AER Ceres; <sup>2</sup>IDICAL (INTA-CONICET)

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

### **INTRODUCCIÓN**

El cultivo de girasol (*Helianthus annuus L.*) es la segunda oleaginosa en importancia después de la soja en Argentina y, en el norte de la provincia de Santa Fe, es uno de los cultivos más importante.

A nivel nacional la superficie sembrada de girasol fue de 1,3 millones de hectáreas, un 10,3 % menor a la campaña pasada (BCBA, 2021). Esta reducción se debió a una merma del área sembrada en el NEA por falta de agua al inicio de la campaña.

Los departamentos General Obligado, San Cristóbal y San Justo producen el 68% total de los 12 departamentos que integran el centro-norte santafesino (Bolsa de Comercio de Santa Fe, 2021). Esta producción en la región centro norte de la provincia de Santa Fe durante la campaña 2020/21 fue de 180.480 toneladas, lo que indica una reducción del 27,3 % con respecto a la campaña anterior, siendo la peor campaña girasolera desde el ciclo 2015/16.

Debido a que el girasol es un cultivo de gran importancia regional, la Agencia de Extensión Rural Ceres del INTA realiza, desde hace varias campañas, ensayos comparativos de rendimiento (ECR) de diferentes híbridos comerciales presentes en el mercado. Estos ensayos se integran en la Red Nacional de evaluación de híbridos de girasol en el marco del convenio INTA-ASAGIR (Asociación Argentina de Girasol).

El objetivo del ensayo fue generar información local sobre el comportamiento de los diferentes híbridos de girasol utilizados en la región, bajo las condiciones de manejo actuales para facilitar la toma de decisiones de productores y técnicos.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Durante la campaña 2020/2021 se llevó a cabo el ensayo comparativo de rendimientos de híbridos de girasol, donde se evaluaron 26 híbridos comerciales. El mismo se instaló en la localidad de Ceres, provincia de Santa Fe, sobre un suelo Argiudol ácuico perteneciente a la serie Colonia Rosa, con una clase de aptitud de uso 2 (índice de aptitud del 75%).

El análisis químico del suelo mostró los siguientes valores a la profundidad de 0 a 20 cm: 2,64% de materia orgánica (MO), 0,145% de nitrógeno total (N total), 43,6 ppm de fósforo extractable (Pe) y 6,0 de pH; y a la profundidad de 0 a 60 cm: 33,2 ppm de nitrógeno de nitratos (N-NO<sup>3</sup>).

El ensayo se ubica en la zona denominada región subtropical de clima templado, pero si bien tiene características de sub-tropical, presenta una constante a lo largo de los años que es la ocurrencia de una estación seca en los meses de invierno y un período de abundantes lluvias en los últimos meses de primavera y las estaciones verano y otoño. El promedio histórico de lluvias para la localidad de Ceres es de 876 mm. En la Tabla 1 se muestra la distribución de las precipitaciones ocurridas durante el ciclo del cultivo y el promedio de la serie



histórica 1939-2020. Estos registros, en relación a los valores de la media histórica, fueron inferiores en casi todos los meses a excepción de enero.

**Tabla 1:** Precipitaciones mensuales (mm) e históricas (1939-2020) desde agosto hasta enero durante la campaña 2020/21 y su diferencia, correspondiente a la localidad de Ceres, Santa Fe.

PRECIPITACIONES	Ago 20	Sep 20	Oct 20	Nov 20	Dic 20	Ene 21
Precipitaciones 2020/2021 (mm)	0	19,8	29,4	76,7	62,2	218,9
Serie 1939-2020 (mm)	20,2	33,4	81,6	103,7	116,3	122,4
Diferencia (mm)	-20,2	-13,6	-52,2	-27,0	-54,1	96,5

Fuente: Estación meteorológica Ceres.

La siembra del experimento se realizó de forma manual el 8 de septiembre de 2020. El cultivo antecesor fue maíz. La emergencia se produjo 6 días después de la siembra. En el estadio V4 se realizó un raleo manual de plantas para lograr una densidad de 3 plantas por metro lineal. El diseño utilizado fue alfa-látice con 4 repeticiones. Las unidades experimentales constaron de 4 surcos de 5 m de largo distanciados a 0,52 m.

La fertilización se efectuó con 153 kg ha<sup>-1</sup> de urea (46 %) aplicados al voleo en pre-siembra. Se realizó un control de malezas previo a la siembra (13/07/2020) donde se aplicaron 3 litros ha<sup>-1</sup> de glifosato 60,8% (Panzer Gold®) y 0,8 litros ha<sup>-1</sup> de 2,4 D (Colex D®), se empleó una rastra para el control de malezas previo a la siembra (27/8/20). En preemergencia del cultivo se aplicaron 3,5 litros ha<sup>-1</sup> de glifosato 60,8% (Panzer Gold®), 1 litro ha<sup>-1</sup> de fluorocloridona, 1 litro ha<sup>-1</sup> de acetoclor y 0,08 litros ha<sup>-1</sup> de coadyuvante. Se realizaron monitoreos semanales y se determinó que no era necesario realizar controles de gramíneas ni de insectos. La cosecha se realizó en forma manual el día 11 de febrero de 2021 sobre dos surcos centrales, de los cuales no se consideraron la primera y la última planta.

Se evaluó la fenología del cultivo utilizando la escala de Schneiter y Miller (1981). Se registró la fecha de emergencia (E), floración (R5) y madurez (R8) para obtener las variables días a floración y días a madurez. También se midió la altura de plantas en R5.1 (floración).

Luego de la trilla se determinó el rendimiento en kg ha<sup>-1</sup> corregido a 11% de humedad y el porcentaje de aceite (%). El contenido porcentual de aceite se determinó por resonancia magnética nuclear (RMN Spinlock, Córdoba, Argentina) en el laboratorio de la EEA INTA Reconquista. Se calculó el rendimiento ajustado por aceite (kg ha<sup>-1</sup>) a partir del rendimiento de grano y la concentración de aceite. Esta variable permite ponderar el rendimiento de semilla y la concentración de aceite de los híbridos, contemplando la bonificación obtenida en valores superiores al 42% de aceite.

Las variables altura, rendimiento y sus componentes se analizaron con ANOVA y las medias se compararon con el test LSD de Fisher (p<0,005). Los análisis estadísticos se realizaron con el software Infostat (Di Rienzo et al., 2014).



## RESULTADOS

La fecha promedio de floración (R 5.1) fue de 84 días. El periodo de siembra a floración duró en promedio 82 días, variando desde 76 días para los híbridos más cortos hasta 88 en los más largos (Tabla 2). El periodo de siembra a madurez fue en promedio de 128 días, variando entre 122 (ciclos más cortos) y 142 días (ciclos más largos). Con respecto al vuelco, los híbridos tuvieron un muy buen comportamiento, presentando valores iguales o inferiores al 8% de vuelco. La densidad de plantas a cosecha logradas estuvo en  $4,5 \pm 0,4$  pl m<sup>-2</sup>, que es una cantidad de plantas recomendable para la zona y para las condiciones climáticas de la campaña.

**Tabla 2:** Híbridos evaluados, empresas proveedoras, días a floración (R5.1), días a madurez (R8), vuelco (%) y densidad (pl ha<sup>-1</sup>) del ensayo de híbridos de girasol campaña 2020/21. Ceres, provincia de Santa Fe.

HÍBRIDO	EMPRESA	Días a floración	Días a madurez	Vuelco (%)	Densidad (pl ha <sup>-2</sup> )
ACA 203 CLDM	ACA	92	140	0	40385
ACA 869 DM	ACA	89	139	0	43269
ADV 5500	ADVANTA	87	131	0	44231
ADV 5505 CL	ADVANTA	91	129	0	42308
ARGENSOL 20 MAX	ARGENETICS	87	126	0	46154
ARGENSOL 74 CL	ARGENETICS	75	122	0	47436
Buck 355 CL	BUCK Semillas S.A.	80	122	0	48718
Buck 363 CL	BUCK Semillas S.A.	75	128	0	45192
Cabildo CL	RAGT	77	122	0	43269
Cacique 312 CL	EI CENCERRO	86	124	0	44872
Cacique 320 CL	EI CENCERRO	91	129	0	46154
Catedral	RAGT	83	126	8	46154
LG 50760 CL	LIMAGRAIN	90	142	0	46154
LG 5626 AO	LIMAGRAIN	91	128	0	43269
LG 5710	LIMAGRAIN	81	122	5	46154
Nord Sungro 80	ALZ-Semillas	91	137	0	42308
NS 1009 CL	NIDERA	75	122	0	45192
NS 106 HO Paraíso	NIDERA	78	122	0	46154
Nusol 4170CL Plus	NUSEED	85	126	0	46154
Nusol 4520 CLAO	NUSEED	87	138	0	47436
ORI 730 CL	RULALCO Soluciones	86	128	0	44872
SYN 3939 CL	NK Semillas	80	122	0	47436
SYN 3970 CL	NK Semillas	75	131	0	46154
SYN 4066	NK Semillas	83	132	0	48077
TOB 4262 CL	TOBIN	80	122	0	42308
	<b>PROMEDIO</b>	<b>84</b>	<b>128</b>	<b>7</b>	<b>45229</b>
	<b>CV (%)</b>				<b>9</b>
	<b>DMS (0,05)</b>				<b>7531</b>
	<b>MÁXIMO</b>	<b>92</b>	<b>142</b>	<b>8</b>	<b>48718</b>
	<b>MÍNIMO</b>	<b>75</b>	<b>122</b>	<b>5</b>	<b>40385</b>





El rendimiento promedio del ensayo fue de 1.401 kg ha<sup>-1</sup> (Tabla 3), con valores máximos de 1.980 kg ha<sup>-1</sup> y mínimos de 970 kg ha<sup>-1</sup>. Los híbridos LG 50760, ACA 203, SYN 4066 y ADV 5500 superaron en un 20 % el promedio de rendimiento del ensayo.

Todos los híbridos registraron contenidos de aceite del grano por encima de la base de comercialización de 42%, por lo cual se podrían lograr bonificaciones en este parámetro comercial, similar a lo reportado por Cencig *et al.*, 2017. La materia grasa media fue de 48 % y los valores máximos y mínimos fluctuaron entre 51,8 y 45,1 % de aceite, respectivamente, observándose diferencias significativas ( $p=0,05$ ) en el contenido de aceite entre los híbridos participantes.

El rendimiento ajustado promedio fue de 1.575 kg ha<sup>-1</sup> con un valor máximo y mínimo de 2.225 y 1.042 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

La falta de precipitaciones durante la campaña 2020/21, ocasionó un impacto negativo sobre el crecimiento y desarrollo del girasol, en especial el déficit hídrico ocurrido durante las etapas críticas (floración-llenado de granos). Estas condiciones generaron capítulos más pequeños con menor número de granos por capítulo y mermas importantes en los rendimientos.



**Tabla 3:** Híbridos evaluados, empresas semilleras, rendimiento de grano ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), aceite (%), rendimiento ajustado ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) y rendimiento relativo del ensayo de híbridos de girasol campaña 2020/21. Ceres, provincia de Santa Fe.

HÍBRIDO	EMPRESA	Rend. de granos ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	Aceite (%)	Rend. Ajustado ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	Rend. relativo	Rend. Ajustado relativo
ACA 203 CLDM	ACA	1968 a	45,5 bc	2104	1,4	1,3
ACA 869 DM	ACA	1411 abc	47,1 abc	1561	1,0	1,0
ADV 5500	ADVANTA	1750 a	48,7 abc	1975	1,2	1,3
ADV 5505 CL	ADVANTA	1238 bcd	46,4 abc	1343	0,9	0,9
ARGENSOL 20 MAX	ARGENETICS	1542 ab	49,2 abc	1750	1,1	1,1
ARGENSOL 74 CL	ARGENETICS	1040 cd	45,1 c	1107	0,7	0,7
Buck 355 CL	BUCK Semillas S.A.	1345 bcd	47,3 abc	1487	1,0	0,9
Buck 363 CL	BUCK Semillas S.A.	970 d	45,7 bc	1042	0,7	0,7
Cabildo CL	RAGT	1644 ab	50,3 a	1922	1,2	1,2
Cacique 312 CL	EL CENCERRO	1175 bcd	46,1 abc	1270	0,8	0,8
Cacique 320 CL	EL CENCERRO	1358 abcd	49,4 abc	1560	1,0	1,0
Catedral	RAGT	1103 bcd	45,5 bc	1181	0,8	0,7
LG 50760 CL	LIMAGRAIN	1980 a	48,3 abc	2225	1,4	1,4
LG 5626 AO	LIMAGRAIN	1227 bcd	45,5 c	1314	0,9	0,8
LG 5710	LIMAGRAIN	1509 bcd	49,1 abc	1723	1,1	1,1
Nord Sungro 80	ALZ-Semillas	1567 ab	50,1 a	1820	1,1	1,2
NS 1009 CL	NIDERA	1092 bcd	48,8 abc	1247	0,8	0,8
NS 106 HO Paraíso	NIDERA	1508 abc	50,7 a	1771	1,1	1,1
Nusol 4170CL Plus	NUSEED	1071 bcd	51,8 a	1281	0,8	0,8
Nusol 4520 CLAO	NUSEED	1481 abc	46,1 abc	1608	1,1	1,0
ORI 730 CL	RURALCO Soluciones	1375abc	47,3 abc	1522	1,0	1,0
SYN 3939 CL	NK Semillas	1143 bcd	50,6 a	1349	0,8	0,9
SYN 3970 CL	NK Semillas	1315 bcd	49,0 abc	1496	0,9	0,9
SYN 4066	NK Semillas	1824 a	51,1 a	2151	1,3	1,4
TOB 4262 CL	TOBIN	1592 ab	48,1 abc	1778	1,1	1,1
	<b>PROMEDIO</b>	<b>1401</b>	<b>48</b>	<b>1575</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	<b>CV (%)</b>	<b>16</b>	<b>5,0</b>	<b>17</b>		
	<b>DMS (0,05)</b>	<b>411</b>	<b>4,6</b>	<b>478</b>		
	<b>MÁXIMO</b>	<b>1980</b>	<b>51,8</b>	<b>2225</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>
	<b>MÍNIMO</b>	<b>970</b>	<b>45,1</b>	<b>1042</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>

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



## **CONSIDERACIONES FINALES**

La elección de los cultivares es una herramienta de manejo de la que disponen los productores para el éxito del cultivo de girasol. El conocimiento de la adaptación de estos híbridos a las condiciones locales resulta un insumo imprescindible a la hora de la siembra.

La información generada en este trabajo es clave al momento de elegir los híbridos. Es fundamental lograr una buena nutrición del cultivo para que todos los componentes del rendimiento puedan desarrollarse correctamente.

Los híbridos evaluados mostraron respuestas diferenciales, identificándose genotipos con mejores rendimientos y contenidos de aceite.

Es necesario continuar con estos ensayos para validar el comportamiento productivo de los diferentes genotipos y su adaptación a las condiciones agroecológicas de la zona y evaluar nuevos híbridos que aparecen en el mercado.

## **AGRADECIMIENTOS**

A los profesionales y técnicos de la EEA INTA Rafaela que nos acompañaron, especialmente a la Ing. Lucia Rosetti y a Germán Eggel, por la ayuda brindada durante la siembra y cosecha del ensayo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Bolsa de Cereales de Buenos Aires. <http://www.bolsadecereales.com/ver-cierre-de-campana-105> [consulta: 8 de Mayo de 2021].

Bolsa de Comercio de Santa Fe. Resultado económico de la campaña 2020/21 de girasol en el centro-norte de la provincia de Santa Fe. <https://www.bcsf.com.ar/ces/downloads.php?file=SUVfMjAyMF9FLnBkZg%3D%3D>. [Consulta 3 de mayo 2021].

Cencig, G., Angeloni, L., Roseti, L. y Varisco, I. 2017. Evaluación de cultivares de girasol en San Justo, Santa Fe. Campaña 2017/2018. Información técnica de cultivos de verano. Campaña 2017. Publicación Miscelaneas N° 135. Pág 47-50.

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>.



# RENDIMIENTO DE HÍBRIDOS DE GIRASOL EN VIDELA, SANTA FE. CAMPAÑA 2020/2021

CENCIG, G.<sup>1\*</sup>; ANGELONI, L.<sup>1</sup>; ENRÍA, M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>AER INTA San Justo; <sup>2</sup>Cooperativa Agrícola Ganadera de Videla Ltda.  
\*Autor de contacto: cencig.gabriela@inta.gob.ar

## INTRODUCCIÓN

La región centro-norte de la provincia de Santa Fe representa aproximadamente un 10% del área sembrada anualmente con girasol en Argentina (MAGyP, 2021).

En el departamento San Justo, el girasol se ubica como el tercer cultivo de verano en importancia, luego de la soja y el maíz. En la campaña 2020/21, se sembraron unas 19.200 ha de girasol (MAGyP, 2021), lo que significó un incremento del 44% con respecto a la campaña anterior.

La posibilidad de incrementos en la superficie destinada al cultivo de girasol, según lo menciona Victorica (2007), está relacionada, por un lado, a los avances de tecnologías de cultivo como son la mejora en la inclinación de capítulo y la incorporación de tecnología CL y Alto Oleico, y por el otro, a la posibilidad de maximizar la ocupación de lotes con una soja o maíz “de tercera” inmediatamente después. Sumado a esto, desde el punto de vista financiero, el cultivo de girasol aporta un ingreso en una época del año en la que ninguna otra actividad agropecuaria lo hace.

Si bien el rendimiento del cultivo de girasol depende de muchas variables, el nitrógeno (N) es uno de los nutrientes que más lo determina. Según lo informan Morales-Morales, *et al.* (2015), el N incrementa el crecimiento, la duración del área foliar y la fotosíntesis del cultivo, características que permiten al girasol aumentar el rendimiento por unidad de superficie.

Con el objetivo de generar información regional sobre el comportamiento productivo del girasol, la Agencia de Extensión Rural del INTA San Justo realizó una experiencia para evaluar el rendimiento, contenido de aceite de los granos y respuesta a un incremento en la dosis de fertilizante nitrogenado en diferentes genotipos de este cultivo.

Con esta información se aspira a contribuir con una herramienta más al momento de la toma de decisiones, tanto para los productores como para los asesores del territorio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En la campaña 2020/21 se evaluaron 9 híbridos de girasol en un lote productivo ubicado en Videla, Santa Fe (30° 56'33" S; 60° 42' 24" O), sobre un suelo *Argiudol típico* de la serie San Justo. El análisis químico del suelo (0-20 cm de profundidad) efectuado el 5/08/2020, arrojó los siguientes resultados: Materia orgánica= 1,98%, Nitrógeno total= 0,119%, Fósforo asimilable= 11,8 ppm, Nitratos= 7,8 ppm, Sulfatos=4,5 ppm y pH=6,0, valores que lo califican como de baja fertilidad actual y potencial.

El cultivo se sembró en siembra directa, el 12 de agosto de 2020, en un lote con cultivo antecesor soja. La emergencia se produjo 11 días después de la siembra. La densidad de siembra fue de 3,3 semillas por metro



lineal. Al momento de la siembra, todo el ensayo se fertilizó con 80 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato diamónico (14,4 kg N y 16 kg P por hectárea).

El diseño del ensayo fue en bloques al azar con dos repeticiones. Debido a la operatoria de siembra, los 9 híbridos participantes (Tabla 1) se distribuyeron al azar en el primer bloque, mientras que en el segundo bloque la posición de cada híbrido se dispuso en espejo al primer bloque. Luego, en V5, los dos bloques fueron divididos perpendicularmente con dos niveles de aplicación del fertilizante líquido Solmix (28%N y 5,6%S), siendo un tratamiento “Solmix 110 l ha<sup>-1</sup>” con un aporte de N igual a 40,6 kg ha<sup>-1</sup> y el otro tratamiento “Solmix 220 l ha<sup>-1</sup>”, cuyo aporte de N fue de 81,2 kg ha<sup>-1</sup>. El tamaño final de cada parcela fue de 8 surcos a 0,52 m por 200 m de longitud.

**Tabla 1.** Híbridos de girasol evaluados en el ensayo. Videla, Santa Fe (Campaña 2020/2021).

HÍBRIDO	Empresa semillera
CABILLDO CL	RAGT
CATEDRALL	
CACIQUE CL 320	EL CENCERRO
NUSOL 4170 CL PLUS	NUSEED
NS 1109 CL	NIDERA
NS 106 CLHO (Paraíso)	
SYN 3939 CL	NK Semillas
SYN 3970 CL	
SYN 4066	

El control de plagas fue en pre-siembra (6 de julio de 2020) con 1,6 kg ha<sup>-1</sup> de glifosato granulado al 76%, 0,6 litros ha<sup>-1</sup> de 2,4D y 30 cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de fipronil. Luego, en pre-emergencia (20 de agosto de 2020), se completó con 0,35 litros ha<sup>-1</sup> de sulfentrazone, 1,1 litros ha<sup>-1</sup> de metolacloro y 1,4 kg ha<sup>-1</sup> de glifosato granulado al 76%, adicionando, en este mismo momento, 50 cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de Lamdacialotrina.

La cosecha se realizó el 21 de enero de 2020. De cada parcela se registraron el peso de los granos y el contenido de humedad de estos, para lo que se utilizaron una tolva con balanza y un humidímetro de campo, respectivamente. Posteriormente, el rendimiento en grano de cada híbrido se expresó en kg ha<sup>-1</sup> al 11% de humedad (Norma IX).

Luego, se determinaron el peso de los 1.000 granos (P1000) y el porcentaje de aceite sobre base seca de grano (%Ac). Este último parámetro se determinó en el Laboratorio del INTA Reconquista. A partir del %Ac, se calculó el rendimiento ajustado 42% de aceite (Rendto-42), que equivale al rendimiento que generaría un ingreso bruto equivalente con un contenido de aceite igual al de la base de comercialización indicado en la Norma IX.

Las variables evaluadas se analizaron con ANOVA y las medias se compararon con el test de mínimas diferencias LSD de Fischer con una significancia del 5%, utilizando el software InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2018).



Finalmente, se realizó un cálculo de margen bruto (MB) para cada híbrido. Para ello, se tuvieron en cuenta el precio diferencial de la semilla, la dosis de aplicación de Solmix y la tenencia de la tierra (lote propio o alquilado). Los precios de los insumos, labores, gastos comerciales y alquiler, fueron consultados a referentes de la zona de San Justo durante la última quincena de junio de 2021. Entre los supuestos utilizados se encuentran: 100 \$/USD, precio bruto de girasol y de soja igual a 34,5 y 30 USD/qq, respectivamente. Para la determinación del MB se utilizó la planilla de cálculo elaborada por Castignani, H.; Albretch, R. y Castignani, M.I., versión 2014, en el marco del Proyecto Desarrollo Territorial Sustentable del centro de la provincia de Santa Fe del INTA.

## RESULTADOS

En la Tabla 2, se indican las precipitaciones ocurridas en el período agosto de 2020 – enero de 2021, registradas en la Cooperativa Agrícola Ganadera de Videla Ltda. ubicada a 4 km en línea recta del sitio del ensayo.

**Tabla 2.** Lluvias mensuales en Videla, Santa Fe. Fuente: Cooperativa Agrícola Ganadera de Videla, Ltda.

mes	Ago/20	Sep/20	Oct/20	Nov/20	Dic/20	Ene/21
mm	0	38	49	101	29	268

Durante el ciclo del cultivo (12/08/2020 a 21/01/2021) las lluvias registradas totalizaron 405 mm.

El análisis de la variancia (Tabla 3) para las variables P1000 y %Ac detectó una interacción no significativa ( $p > 0,05$ ) entre las fuentes de variación (Híbrido y dosis de Solmix). Por ello, pueden analizarse cada fuente de variación independientemente. En estas dos variables mencionadas, no se detectaron diferencias estadísticas para el factor dosis de Solmix (Tabla 4), mientras que el factor Híbrido presentó diferencias (Tabla 5).

Por su parte, el análisis de la variancia para las variables Rendimiento y Rendimiento ajustado por aceite, detectó interacción entre las fuentes de variación, siendo  $p = 0,0443$  para Rendimiento y  $p = 0,0185$  para Rendimiento ajustado por aceite (Tabla 3). Esto indica que los factores no actúan independientemente, por lo que, para cada una de las dos variables, se compararon los promedios obtenidos por cada híbrido dentro de cada tratamiento de aplicación de Solmix (Tabla 6).



**Tabla 3:** Análisis de la variancia del P1000, % de aceite sobre base seca de granos (%Ac), Rendimiento en grano y Rendimiento corregido al 42% de aceite (Rendto-42), para 9 híbridos de girasol y dos dosis de Solmix, en Videla, Santa Fe (campaña 2020/2021).

<i>Fuente de variación</i>	<i>Valor p</i>			
	P1000	%Ac	Rendimiento (Kg ha <sup>-1</sup> , 11%H°)	Rendto-42
<b>Bloque</b>	ns	ns	ns	0,0427
<b>Híbrido</b>	0,0079	<0,0001	ns	0,0476
<b>Solmix</b>	ns	ns	ns	ns
<b>Híbrido * Solmix</b>	ns	ns	0,0443	0,0185
<b>Modelo</b>	p=0,0147	p<0,0001	p=0,0025	p=0,0003
<b>CV (%)</b>	4,98	0,96	4,13	3,71

**Tabla 4.** Peso de 1000 granos (P1000) y contenido de aceite sobre base seca de grano (%Ac) según dosis de Solmix aplicado en V5. Videla, Santa Fe, campaña 2020/2021.

<b>Solmix (l ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>P1000</b>		<b>%Ac</b>	
<b>110</b>	57,4	a	52,2	a
<b>220</b>	61,1	a	50,9	a
<b>Promedio</b>	59,2		51,5	

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

En la Tabla 4 puede apreciarse que, para P1000, el tratamiento 220 litros ha<sup>-1</sup> de Solmix fue, en el promedio de los híbridos, un 6,4% superior pero no significativo. Por su parte, para el contenido de aceite (%Ac), el tratamiento de 110 litros ha<sup>-1</sup> de Solmix fue, en el promedio de los híbridos, un 2,6% superior y no significativo.



**Tabla 5.** Peso de 1000 granos (P1000) y contenido de aceite en base seca de grano (%Ac), para 9 híbridos de girasol. Videla, Santa Fe (Campaña 2020/2021).

HÍBRIDO	P1000 (g)	%Ac
SYN 3970 CL	66,50 a	53,94 a
SYN 3939 CL	66,25 a	54,11 a
CATEDRALL	60,75 ab	51,76 cd
SYN 4066	60,38 ab	51,10 d
CABILLDO CL	59,25 bc	52,65 bc
NUSOL 4170 CL PLUS	58,13 bc	48,23 e
CACIQUE CL 320	55,38 bc	46,87 f
NS 106 CLHO (Paraíso)	53,38 c	53,56 ab
NS 1109 CL	53,00 c	51,65 cd
<b>PROMEDIO</b>	59,22	51,54

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

La Tabla 5 muestra que los híbridos SYN 3970 y SYN 3939, se destacaron con valores de P1000 un 12% superior al promedio. Además, el contenido de aceite de los granos fue, para todos los híbridos, superior a la base comercial del cultivo (42%) con un valor mínimo de 46,87% y un máximo de 54,11%.

**Tabla 6.** Rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ , 11% $\text{H}^{\circ}$ ) y Rendimiento ajustado al 42% de aceite en grano (Rendto-42) para 9 híbridos de girasol según dosis de Solmix de 110 y 220  $\text{l ha}^{-1}$  aplicado en V5. Videla, Santa Fe (Campaña 2020/2021).

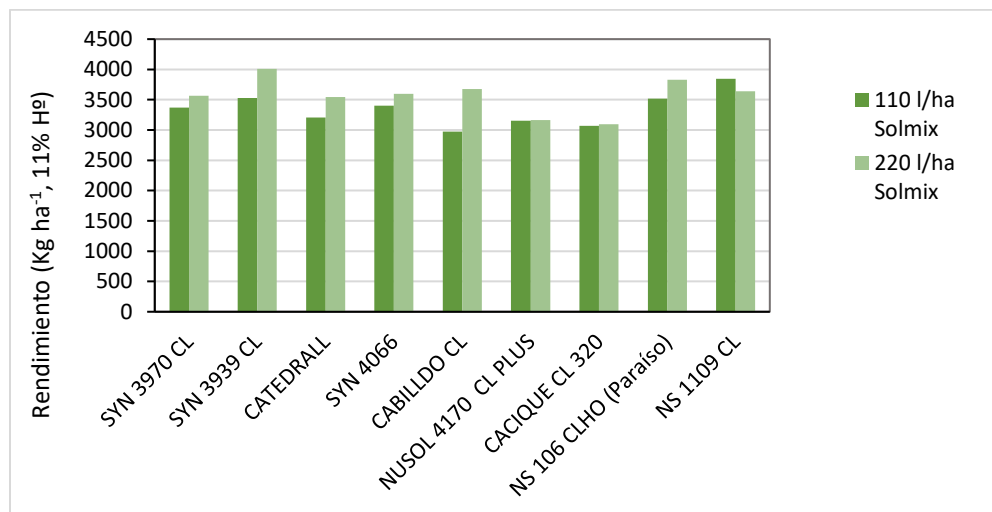
HÍBRIDO	Rendimiento ( $\text{Kg ha}^{-1}$ , 11% $\text{H}^{\circ}$ )		Rendimiento-42	
	Solmix 110	Solmix 220	Solmix 110	Solmix 220
NS 1109 CL	3844,25 a	3637,00 ab	4661,30 a	4267,25 ab
SYN 3939 CL	3528,15 ab	4009,30 a	4428,25 ab	4929,00 a
NS 106 CLHO (Paraíso)	3517,20 ab	3831,15 a	4362,90 ab	4680,60 ab
SYN 4066	3403,55 ab	3596,00 ab	4088,35 abc	4179,05 bc
SYN 3970 CL	3368,05 ab	3563,75 ab	4173,75 abc	4411,20 ab
CATEDRALL	3208,05 ab	3546,05 ab	3843,00 abc	4233,45 abc
NUSOL 4170 CL PLUS	3152,45 ab	3165,95 b	3611,90 bc	3495,40 cd
CACIQUE 320 CL	3067,70 b	3095,80 b	3401,30 c	3358,80 d
CABILLDO CL	2976,00 b	3677,25 ab	3675,85 bc	4379,50 ab
<b>PROMEDIO</b>	3340,60	3569,14	4027,40	4214,92
CV (%)	9,47	7,95	9,12	7,63
DMS	729,25	654,4	846,65	741,23

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





El rendimiento promedio fue de 3.340,6 kg ha<sup>-1</sup>, para la dosis de 110 litros ha<sup>-1</sup> de Solmix, mientras que, cuando se duplicó la dosis del fertilizante líquido, el rendimiento promedio se incrementó en 228,5 kg ha<sup>-1</sup>, es decir un 6,8%. La interacción encontrada entre el híbrido y la dosis de Solmix ( $p=0,0443$ ) indica diferencias de respuesta de los genotipos a la aplicación de nitrógeno (Figura 1).



**Figura 1.** Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>, 11% H<sub>2</sub>O) para 9 híbridos de girasol según dosis de Solmix aplicado en V5 (Videla, Santa Fe, campaña 2020/2021).

Cuando en V5 se duplicó la dosis de N, el mayor diferencial de rendimiento ocurrió en el híbrido CABILLDO con un incremento de 24% seguido por SYN 3939 con un incremento del 14%.

Finalmente, en la Tabla 7 se presentan los márgenes brutos (MB) para cada híbrido.



**Tabla 7.** Margen Bruto en USD/ha, para Rendimiento (MB\_Rendimiento) y para rendimiento ajustado por aceite (MB\_Rendimiento-42) para 9 híbridos de girasol según dosis diferencial de Solmix en V5 (110 o 220 litros ha<sup>-1</sup>) y para campo propio o alquilado. Videla, Santa Fe, campaña 2020/21.

HÍBRIDO	MB_Rendimiento				MB_Rendimiento-42			
	Solmix 110		Solmix 220		Solmix 110		Solmix 220	
	campo propio	campo alquilado	campo propio	campo alquilado	campo propio	campo alquilado	campo propio	campo alquilado
<b>NS 1109 CL</b>	659	404	535	280	871	616	698	443
<b>NS 106 CLHO (Paraíso)</b>	569	314	580	325	788	533	800	545
<b>SYN 3939 CL</b>	556	301	610	355	789	534	848	593
<b>SYN 4066</b>	538	283	517	262	715	460	688	413
<b>CATEDRALL</b>	519	264	536	281	683	428	714	459
<b>SYN 3970 CL</b>	510	255	490	235	718	463	709	454
<b>NUSOL 4170 CL PLUS</b>	486	231	419	164	605	350	504	249
<b>CACIQUE CL 320</b>	479	224	416	161	565	310	484	229
<b>CABILLDO CL</b>	459	204	570	315	640	385	752	497

Se evidencia que el alquiler del lote representa una parte importante del resultado económico, en especial para rendimientos menores del cultivo.

Al comparar el MB\_Rendimiento, entre el híbrido con mayor y menor valor, se observa una diferencia de 200 USD/ha. Mientras que, si la misma comparación se realiza para MB\_Rendimiento-42 dicha diferencia supera los 300 USD/ha. Esto manifiesta la importancia de la selección del genotipo a utilizar, no solo teniendo en cuenta el rendimiento en grano, sino también su contenido de aceite.

En cinco de los nueve genotipos, la aplicación extra de 40,6 kg de N ha<sup>-1</sup>, mostraron un menor MB. Entre los que tuvieron un resultado positivo se destacó el híbrido CABILLDO, el cual superó el MB en un 24% debido a esta práctica.

## CONCLUSIONES

Los híbridos de girasol que se destacaron por presentar mejores rendimientos y márgenes brutos en campo propio fueron: NS 1109, NS 106 (Paraíso), SYN 3939, SYN 4066 y CATEDRALL. Cuando se duplicó la dosis de N, en la fertilización realizada en V5, se destacaron CABILLDO y SYN 3939.

Se reitera la importancia de la evaluación de genotipos para los diferentes cultivos de importancia regional, a fin de tener disponible información local como una herramienta de decisión empresarial.

Afortunadamente, en el mercado se cuenta con genotipos de girasol que han demostrado buen comportamiento productivo en la zona.



## **AGRADECIMIENTOS**

Al Ing. Agr. Joaquín Alonso por su compromiso y buena disposición para el logro del ensayo. A los representantes de las empresas locales que facilitaron la información requerida y especialmente a la Cooperativa Agrícola Ganadera de Videla Ltda. por el acompañamiento y predisposición para colaborar con la AER San Justo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- 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, 2021. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Estimaciones Agrícolas. <https://datoestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones> [consulta: 26 de julio de 2021].
- Morales-Morales, E.J.; Morales-Rosales, E.J.; Díaz-López, E.; Cruz-Luna, A.J.; Medina-Arias, N. and Guerrero-De la Cruz, M. 2015. Tasa de asimilación neta y rendimiento de girasol en función de urea y 36 urea de liberación lenta. *Agrociencia*, 49(2):163-76.
- Norma de calidad para la comercialización de girasol NORMA IX - Resolución SAGyP 1075/94.
- Victorica, L. G. 2007. Apertura 4to. Congreso Argentino de Girasol. Libro de actas. Pags. 6 - 14.



# RESULTADOS DE ENSAYOS COMPARATIVOS DE RENDIMIENTO DE HÍBRIDOS DE SORGO EN INTA RAFAELA. CAMPAÑA 2020-21.

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

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

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

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el sorgo ocupa el quinto lugar de importancia entre los cereales detrás de maíz, trigo, arroz y cebada, aportando el 3% de la producción total (Bernardi L., 2019). La producción mundial de sorgo para la campaña 2021-22 se estima en 65,2 millones de toneladas, lo que indica un incremento del 4,7% en relación a la campaña anterior (USDA, 2021). Este aumento en la producción mundial es consecuencia de la fuerte demanda de China, seguido por Japón y México (BCR, 2021). En la región centro de Santa Fe se sembraron, en las últimas 20 campañas agrícolas, alrededor de 14.800 hectáreas dedicadas al cultivo, lo que representa un 6% de la producción nacional, con un promedio zonal de 5.290 kg ha<sup>-1</sup> (Estimaciones Agrícolas, 2021).

El sorgo es una pieza clave dentro de las rotaciones de los sistemas de producción debido a su utilización no solo como fuente de grano sino también como forraje para consumo animal. Además, es un cultivo que posee una alta eficiencia en el uso del agua, resistencia a la sequía y un buen comportamiento en suelos con fertilidad limitada.

De igual manera, su importancia radica en que su inclusión dentro de las secuencias agrícolas promueve el mantenimiento de las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo. Esta mejora es consecuencia de su gran capacidad de desarrollo radicular, que permite una mayor exploración del suelo y la generación de microporos que mejoran la estructura del mismo. Por otra parte, por el aporte de elevadas cantidades de rastrojo en el suelo con una alta relación carbono-nitrógeno (C/N) y de lenta descomposición, favorece la formación de materia orgánica estabilizada del suelo (Carrasco et al., 2011a). Esta cobertura permite un mejor control de la erosión del suelo y una disminución de la pérdida de agua del suelo por evaporación.

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

Dentro de las prácticas de manejo a considerar a la hora de realizar un planteo agronómico, la selección del híbrido a sembrar es un aspecto central en la tecnología de producción del cultivo de sorgo. Cuando se realiza la elección del híbrido, es necesario conocer el momento de ocurrencia del período crítico del cultivo (20 días antes de antesis y 10 días después). De esta manera se debe tratar de ubicar el período crítico en condiciones ambientales favorables (alta oferta de radiación, temperaturas óptimas y elevada probabilidad de ocurrencia de precipitaciones).

Los sorgos destinados a producir grano deberían elegirse principalmente por el largo de su ciclo y luego por el potencial de rendimiento, tipo de panoja, excerción, color de grano, tolerancia al vuelco y quebrado (Carrasco et al., 2011b).



El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento productivo de híbridos de sorgo comerciales en las condiciones de producción del centro de Santa Fe, durante la campaña 2020/21.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la campaña 2020/21 en un lote de producción de la EEA INTA Rafaela (31° 11' S; 61° 30' O), provincia de Santa Fe, sobre un suelo *Argiudol típico* (Serie Rafaela), con antecesor soja en siembra directa.

Se evaluaron 16 híbridos comerciales de sorgo (Tabla 1), el experimento se sembró el 29 de octubre de 2020 y emergió a los 8 días.

Las parcelas se distribuyeron en bloques completos al azar con tres repeticiones. Cada unidad experimental fue de 4 surcos de 5 m de largo distanciados a 0,52 m entre hileras.

**Tabla 1:** Empresas semilleras, híbridos evaluados y largo del ciclo.

Empresa	Híbrido	Ciclo
ACA	ACA 563	I
Argenetics	MALON	IC
	ARGENSOR 134T	I
Génesis Seed	GEN 21T	C
	GEN 311T	I
	GEN 417T	I
Nuseed	NUGRAIN 202 T	IC
	SPRING T60	IC
	SUMMER II	IL
	NUGRAIN 441 IG	IC
Oscar Peman	PS 55	IC
	TAKURI	IL
Soytech	SYT 70-50 GR	I
Tecnosorgo	ITIN	I
	GUAYACO	I
Tobin	TOB 62T	IL

I: intermedio; IL: intermedio largo; IC: intermedio corto y C: corto

La densidad utilizada fue de 230.000 plantas por hectárea y la fertilización nitrogenada se realizó en dos etapas, la primera a la siembra con 100 kg N ha<sup>-1</sup>, con urea (46% N), aplicada por debajo y al costado de la semilla. Posteriormente, durante el estadio V6 (Vanderlip, 1993), fue complementada con 50 kg N ha<sup>-1</sup> (urea al voleo).

En presiembra se realizó un control químico con glifosato (62%, 2,5 litros ha<sup>-1</sup>) y atrazina (2 kg ha<sup>-1</sup>). En preemergencia se aplicó glifosato (62%, 2,5 litros ha<sup>-1</sup>) y dicamba (150 cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). Para el control de insectos (*Spodoptera* sp.) se realizó una aplicación de clorantraniliprole el 9-dic (80 cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>).

En cada ensayo se registraron la fecha de emergencia (etapa 0), floración (etapa 6) y madurez fisiológica (etapa 9), 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 17 de marzo de 2021 y posteriormente se trilló utilizando una cosechadora estática. Al momento de la cosecha se contabilizó el número de plantas y panojas, además se estimó el rendimiento de grano (corregido a 15% de humedad) y el peso de granos (PG, en mg). También se calculó el rendimiento relativo (RR), calculado como el cociente entre el rendimiento del tratamiento y la media de rendimiento del ensayo.

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) y pH. Asimismo, se realizó el muestreo de agua útil inicial a la siembra hasta el metro y medio de profundidad (humedad gravimétrica).

Las variables rendimiento y PG se analizaron estadísticamente mediante ANOVA y se utilizó el test LSD de Fisher para comparación de medias, con un nivel de probabilidad del 5% ( $p < 0,05$ ). Para ello se empleó el Software INFOSTAT versión 2018.

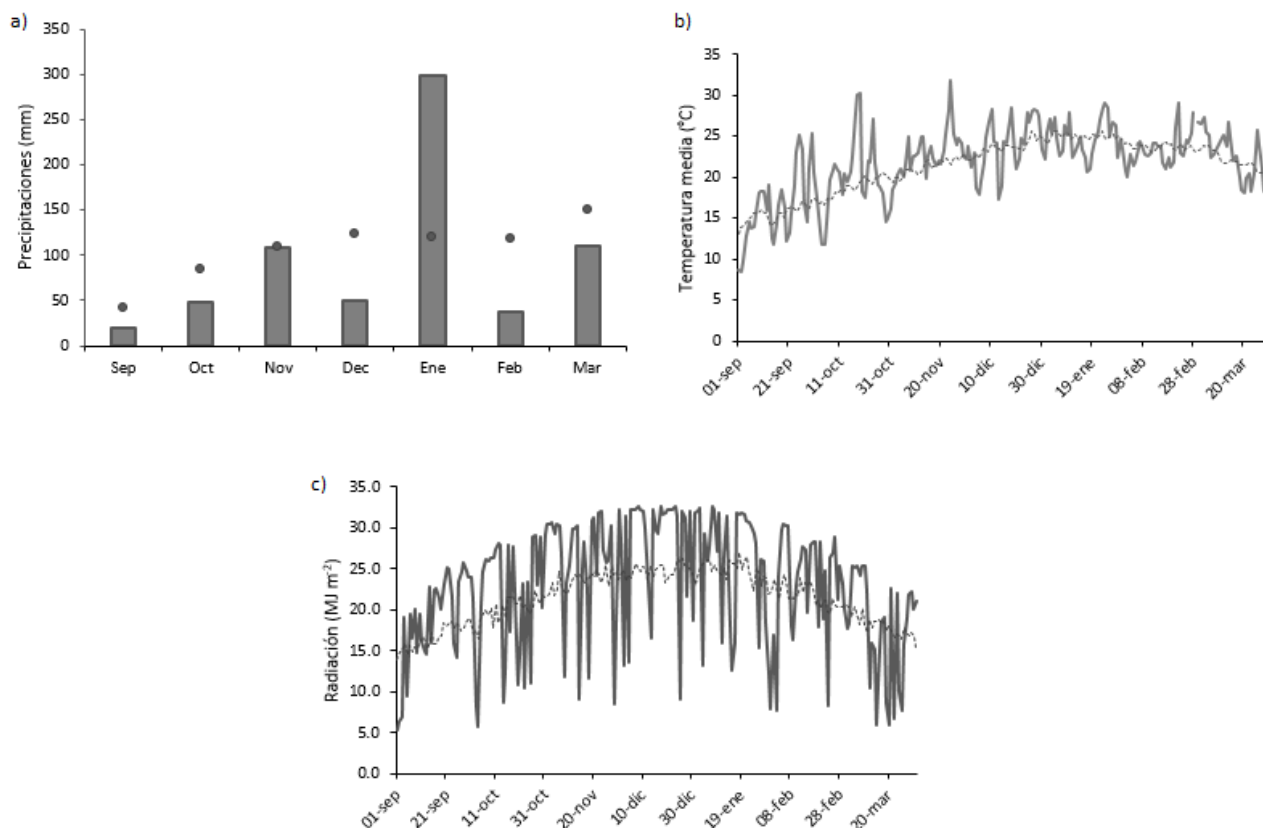
## RESULTADOS

El análisis químico del suelo previo a la siembra (Tabla 2), indicó un adecuado contenido de materia orgánica, pH levemente ácido y valores adecuados de fósforo (P) y nitrógeno total (Nt). Estos valores señalan una adecuada fertilidad potencial, mientras que el bajo contenido de N-NO<sub>3</sub> indica una baja fertilidad actual.

**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) actual obtenidos en el 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 de referencia	
MO(%)	2,61	2,5-3,2
Nt(%):	0,12	0,14-0,15
N-NO <sub>3</sub> (ppm)	7,5	16-20
P(ppm)	28,7	18-30
pH:	6,1	6,6-7,2
Análisis de humedad		
Agua útil a 1 m (mm)	53,3	
Agua útil al 1,5 m (mm)	110,2	

El contenido hídrico inicial del perfil al metro y medio de profundidad fue de 110,2 mm. Este contenido inicial fue bajo, consecuencia de las escasas precipitaciones previas a la siembra que no permitieron una adecuada recarga del perfil. No obstante, las lluvias posteriores a la siembra (noviembre) permitieron una adecuada implantación del cultivo. Durante los estadios iniciales del cultivo, los registros pluviométricos alcanzaron valores similares a la media, mientras que las precipitaciones de diciembre fueron inferiores a los valores medios (Figura 1). Por otra parte, durante el mes de enero, coincidente con el momento de ocurrencia del período crítico del cultivo, se registraron lluvias superiores a la media, las mismas ocurrieron a finales del mes y, sumadas a condiciones fototermiales favorables, generaron un ambiente propicio para híbridos de ciclo largo de sorgo.



**Figura 1:** a) Precipitaciones mensuales (barras en mm) registradas en el período septiembre 2020 a marzo 2021 e histórica (punto, serie 1930-2019), b) Temperatura media (°C) y b) Radiación global (MJ m<sup>-2</sup>) durante el período comprendido entre septiembre 2020 a marzo 2021. Líneas continuas grises y líneas punteadas negras corresponden a la campaña 20/21 y la serie histórica (1970-2019), respectivamente. Datos obtenidos de la Estación Agrometeorológica EEA INTA Rafaela

Durante todo el ciclo, los registros pluviométricos alcanzaron un valor de 497 mm, considerado como un valor óptimo para la obtención de buenos rendimientos. El sorgo durante el ciclo de cultivo tiene un requerimiento de agua que varía entre 450 a 600 mm para lograr una alta producción, dependiendo del ciclo del cultivar y del ambiente (Giorda et al., 1997).

El período de siembra a floración promedio fue de 85 días (Tabla 3), mayor al alcanzado en la campaña anterior (75 días, Rosetti et al., 2020), variando entre los 69 y 95 días para ciclos cortos y largos, respectivamente. El largo del ciclo total estuvo comprendido entre los 122 y 135 días (Tabla 3), considerado como normal para la época de siembra y la región. La altura promedio fue de 133 cm (Tabla 3), valor inferior a la campaña anterior (149 cm).

Durante el llenado de grano (etapa 8), las plantas son más susceptibles al vuelco, debido a que es cuando el tallo alcanza su peso mínimo, por lo tanto, la tolerancia al vuelco es una característica deseable a la hora de la selección de un híbrido. Al evaluar esta variable se pudo observar que cuatro de los cultivares presentaron vuelco a cosecha (Tabla 3).



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 en los genotipos con mayor longitud de excursión se logrará una cosecha más eficiente, disminuyendo la entrada de material extraño (tallos, hojas) ocasionando una alta calidad de cosecha. Asimismo, cuanto mayor es la longitud, los granos quedan por fuera de la hoja bandera, lo cual reduce el daño por plagas y enfermedades en la parte inferior de la panoja (Villeda, 2014). Ambos parámetros no sólo están asociados al genotipo, sino que también están influenciados por las condiciones a la 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 13 cm, con un rango comprendido entre 9 y 23 cm.

**Tabla 3:** Días a floración, ciclo total (días), altura final (cm), excursión de panoja (cm), vuelco (%), número de panojas por superficie a cosecha, número de granos (NG) por m<sup>2</sup>, rendimiento (en kg ha<sup>-1</sup> corregido al 15% de humedad), rendimiento relativo en función de la media del ensayo (RR%), y peso de granos (en mg) para cada híbrido evaluado durante la campaña 2020/21.

Híbrido	Días a floración	Ciclo total (días)	Altura (cm)	Excursión panoja (cm)	Vuelco (%)	N° panojas m <sup>-2</sup>	NG m <sup>-2</sup>	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> , 15%H <sup>2</sup> )	RR (%)	PMG (mg)
ACA 563	94	123	158	12		24	28367	6658	cd	23,5
MALON	82	133	131	16		23	20792	5296	de	25,5
ARGENSOR 134T	88	122	124	13		22	32507	8972	a	27,6
GEN 21T	82	126	137	13	10%	27	20484	5408	de	26,4
GEN 311T	79	124	119	17		27	30060	7695	abc	25,6
GEN 417T	94	124	160	13	10%	27	36165	7620	abc	21,1
NUGRAIN 202 T	69	126	109	23		44	13448	3120	f	23,2
SPRING T60	80	130	109	12		28	29989	7518	bc	25,1
SUMMER II	92	123	134	16		27	31211	8280	ab	26,5
NUGRAIN 441 IG	88	135	140	10		21	15528	4017	ef	25,9
PS 55	74	123	95	12		34	12268	3402	f	27,7
TAKURI	91	124	166	9	25%	25	28189	7067	bc	25,1
SYT 70-50 GR	86	133	142	12		22	31023	7570	bc	24,4
ITIN	95	126	124	13	5%	22	29934	7265	bc	24,3
GUAYACO	83	123	141	10		23	34735	8243	ab	23,7
TOB 62T	89	122	143	11		20	29056	7284	bc	25,1
Promedio	85	126	133	13		26	26485	6588		25
CV (%)								12,4		2,98
DMS								1392		7,1
								**		NS

*Test de comparación de medias LSD Fisher*

El rendimiento promedio de los diferentes cultivares fue de 6.588 kg ha<sup>-1</sup>, valor similar al alcanzado la campaña pasada (6.520 kg ha<sup>-1</sup>. Rosetti et al., 2020), encontrándose diferencias significativas entre los rendimientos de los híbridos (p<0,05). El rendimiento máximo obtenido fue de 8.972 kg ha<sup>-1</sup>, mientras que el mínimo fue de 3.120 kg ha<sup>-1</sup>, un 47% inferior a la media del ensayo (Tabla 3).

El PG promedio fue de 25 mg, con extremos entre 27 y 21 mg, sin diferencias significativas entre materiales.





Los cultivares de ciclo intermedio y largo fueron los que alcanzaron los mejores rendimientos, principalmente debido a las favorables condiciones ambientales, en especial durante el período crítico del cultivo, que permitieron alcanzar un buen establecimiento de panojas por m<sup>2</sup>, sumado a un buen NG por unidad de superficie.

## 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.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a todos aquellos que colaboraron con el desarrollo del ensayo, realizando las actividades de siembra, pulverizaciones y cosecha: Alejandro Chiavassa, Germán Eggel, Cristian Mansilla, Néstor Tomasini, Ariel Risso y Juan Picco. Y a las empresas semilleras por su participación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bolsa de Cereales de Rosario. 2021. PAS Informe semanal (online).
- 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)"
- Carrasco, N., Zamora, M. y Melin A. 2011a. Manual de sorgo Primera edición- Chacra Experimental Integrada Barrow: ediciones INTA. ISBN: 978-987-679-071-0. Capítulo N°4: Inclusión del sorgo en la rotación. Pág: 19-24.
- Carrasco, N., Zamora, M. y Melin A. 2011b. Manual de sorgo Primera edición- Chacra Experimental Integrada Barrow: ediciones INTA. ISBN: 978-987-679-071-0. Capítulo N°5: Criterios para la elección de híbridos. Pág: 25-28.
- Estimaciones agrícolas. 2020. Ministerio de Agricultura, ganadería y pesca (MAGYP). Fecha de consulta: 25-7-2021
- Giorda, LM; M Feresin & C Domanski. 1997. Condiciones Ambientales. En: LM Giorda (Ed.) Sorgo Granifero. Cuaderno de Actualización Técnica 7, EEA Manfredi. Centro Regional Córdoba. INTA. 17-19 pp.
- Lugones, A. y Sosa, C. 2021. ¿Qué le depara al sorgo en la campaña 2020/21. Bolsa de Cereales. Informativo Semanal. AÑO XXXVIII - N° Edición 1999.
- Rosetti, L., Zuil, S. y Lozano Coronel, A. Informe técnico de resultados ensayo comparativo de rendimiento de híbridos de sorgo. Campaña 2019-20 en EEA INTA Rafaela. (online) [https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/8001/INTA\\_CRSantaFe\\_Rosetti\\_L\\_E\\_EARafaela\\_Informe\\_tecnico\\_resultados\\_sorgo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/8001/INTA_CRSantaFe_Rosetti_L_E_EARafaela_Informe_tecnico_resultados_sorgo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Stone, LR; DE Goodrum; MN Jaafar & AH Khan. 2001. Rooting Front and water depletion depths in grain sorghum and sunflower. Agronomy Journal Volumen 93. Pág: 1105-1110
- United Department of Agriculture (USDA). 2021. Argentina Sorghum Increases due to Higher Demand from China. <https://ipad.fas.usda.gov/highlights/2021/03/Argentina/index.pdf>. (online, consultado: 20 junio de 2021)



Vanderlip, RL & HE Reeves. 1972. Growth Stages of Sorghum [*Sorghum bicolor*, (L.) Moench.]. Agronomy Journal Volumen 64 (1) Pág: 13-16.



# ENSAYOS COMPARATIVOS DE RENDIMIENTO DE MAÍZ EN FECHA DE SIEMBRA TEMPRANA Y TARDÍA EN EEA INTA RAFAELA. CAMPAÑA 2020/21.

ROSETTI, L.<sup>1</sup>, ZUIL, S.<sup>1</sup> y SCHLIE, G.<sup>1</sup>

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

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

## INTRODUCCIÓN

Comprender el funcionamiento del cultivo y su relación con el ambiente contribuye a lograr una mejor expresión de su potencialidad mediante el ajuste de las prácticas agronómicas (fecha de siembra, densidad e híbrido). El ambiente explica en gran medida las variaciones en el rendimiento del cultivo, asociadas a la campaña y a la localidad. Por esta razón, es fundamental una caracterización ambiental del sitio productivo, ya que el mismo está compuesto de factores ambientales (radiación incidente, temperaturas, precipitaciones y agua útil disponible en el perfil) que no pueden modificarse, pero sí pueden ser manejados a través de la selección de prácticas adecuadas.

Una de las herramientas de manejo que se puede utilizar para potenciar el rendimiento es la correcta elección del híbrido. En la actualidad, la oferta de híbridos 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). Por lo tanto, es importante conocer el comportamiento de los diferentes genotipos, principalmente su productividad y su comportamiento sanitario.

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 de diferentes genotipos, tanto en fechas de siembras tempranas como tardías para condiciones de producción del Centro de Santa Fe (área de influencia de la EEA INTA Rafaela).

## MATERIALES Y MÉTODOS:

Durante la campaña 2020/21, en la EEA INTA Rafaela (31° 11' S; 61° 30' W) se llevaron a cabo ECR en maíz en dos fechas de siembra, una temprana (FSTE) y tardía (FSTA), donde se evaluaron 52 y 50 híbridos comerciales, para fechas de siembra temprana y tardía respectivamente (Tabla 1).



**Tabla 1:** Empresa y nombre comercial de los híbridos evaluados durante la campaña 2020/21 en FSTE y FSTA en la EEA INTA Rafaela.

Empresa	Híbrido	FSTE	FSTA
ACA	ACA 473 VT3P	x	x
	ACA 476 VT3 PRO	x	x
	ACA 481 VT3P	x	x
	ACA 484 VTP	x	x
Advanta	ADV 8122 VT3PRO	x	x
Agriseed	AG 9926 VP3	x	x
Argenetics	ARG 7712 BT RR	x	x
	ARG 7715 BT RR. CL	x	x
Brevant	NEXT 22.6 PWUE	x	x
Dekalb	DK 72-20	x	x
	DK 72-70 VT3P	x	x
	DK 73-20	x	x
Desab	MILL 522	x	
Don Mario	DM 2742 MGRR2	x	x
	DM 2772 VT3PRO	x	x
	DM 2773 VT3 PRO	x	x
G & S	663	x	x
Illinois	I 797 VT3P	x	x
	I 799 VT3P	x	x
	I-550	x	x
KWS	KM 3916 VT3P	x	x
	KM 3927 VIP3	x	x
	KM 4580 V3PRO	x	x
La Tijereta	LT 721 VT3P	x	x
	LT 723 VT3P	x	x
Limagrain	LG 30-680 MGRR	x	x
	LG 30-870 VT3P	x	x
	SRM 566 VT3PRO	x	x
	SRM 6620 VT3PRO	x	x
Macroseeds	MS 7123 PW	x	x
Nidera	AX 7761 VT3P	x	x
	AX 7784 VT3P	x	x
	AX 7818 VT3P	x	x
NK	NK 897	x	x
	NK 979	x	x
Nord Semillas	ACRUX PWU	x	x
	BORAX PWU	x	x
Nuseed	NUCORN 2881 VT3PRO	x	x
Origa Semillas	ORI 1230 BT RR.	x	x
Pioneer	P1815 VYHR	x	x
	P2021 PWUE	x	x
	P2089VYHR	x	x
	P2167	x	x
QS Seeds	QS 73-01 MG RR.	x	x
Rusticana	NT 426	x	
SoyTech	SYT 45-50	x	x
Stine	ST 001	x	x
	ST 120-29	x	x
Syngenta	SYN 126	x	x
	SYN 139	x	x
Tobin	TOB 737 MP2	x	x
	TOB 767 VIP3	x	x

Los ensayos se condujeron 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) y pH. Asimismo, se realizó el muestreo de agua útil inicial a la siembra hasta el metro y medio de profundidad (humedad gravimétrica).



Para cada fecha de siembra, se utilizó un diseño alfa-látice con 3 repeticiones. Las unidades experimentales fueron microparcels de 2,08 m de ancho (4 surcos distanciados a 0,52 m) por 5 m de largo. La densidad utilizada fue de 75.000 y 65.000 plantas por hectárea para FSTE y FSTA, respectivamente.

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. Ambas fechas fueron complementadas con una fertilización nitrogenada de 50 kg N ha<sup>-1</sup> alrededor de V6 (2 de diciembre y 23 de enero para FSTE y FSTA, respectivamente).

La siembra de FSTE se realizó el 28 de octubre, mientras que la FSTA fue el 21 de diciembre. El cultivo emergió a los 8 y 4 días desde la siembra para FSTE Y FSTA respectivamente.

Los ensayos se mantuvieron libres de malezas e insectos mediante control químico. En presiembra de FSTE (30-sep) se realizó una aplicación con glifosato (62%, 2,5 litros ha<sup>-1</sup>), biciclopirona (1 litro 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 (30-oct) se aplicó thiencazone-methyl+ Isoxaflutole+ cyprosulfamide (250 cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) y glifosato (62%, 2,5 litros ha<sup>-1</sup>). Para el control de los insectos se realizó una aplicación de spinetoram en estadio de V5 (80 cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). En lo que respecta al manejo de la FSTA, en presiembra (1-dic) se realizó un control químico con glifosato (62%, 2,5 litros ha<sup>-1</sup>) y dicamba (200 cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). En preemergencia (23-dic) se aplicó ADENGO<sup>®</sup> (thiencazone-methyl + Isoxaflutole + cyprosulfamide) (250 cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) y glifosato (62%, 2,5 litros ha<sup>-1</sup>). Para el control de plagas insectiles se realizó una aplicación de spinetoram (80 cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) el 18 de enero.

En cada experimento 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 de altura de inserción de la espiga.

La evaluación de enfermedades y el perfil sanitario de cada híbrido se realizó en el estadio de R4-R5 (Ritchie y Hanway, 1982). Las enfermedades evaluadas fueron roya común del maíz (RC), tizón foliar común del maíz (TFC) y complejo de mancha blanca (MB). Se utilizaron las escalas diagramáticas de Cobb (Peterson *et al.*, 1948), Vieira (Vieira *et al.*, 2014) y Malagi *et al.*, 2011 para cuantificar RC, TFC y MB, respectivamente.

La cosecha se realizó el 8 de abril y el 2 de junio para la FSTE y FSTA, respectivamente, de forma manual y posteriormente se trilló mediante una cosechadora estática. Al momento de la cosecha se contabilizó el número de plantas y espigas por planta (prolificidad), se estimó el rendimiento de grano (corregido a 14,5% de humedad), el número de granos (NG) por unidad de superficie y el peso de granos (PG, en mg). 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 rendimiento, plantas a cosecha, espigas por planta y peso de granos 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 2018 (Di Rienzo *et al.*, 2018).



## RESULTADOS

Los resultados de los análisis químicos para la FSTE indican un bajo contenido de nitratos (N-NO<sub>3</sub>) y pH levemente ácido, pero valores adecuados de fósforo (P) y nitrógeno total, que denotan una adecuada fertilidad potencial pero baja fertilidad actual. Por otra parte, para la FSTA, los niveles de N-NO<sub>3</sub> fueron mejores, así como también los valores de fósforo y conductividad eléctrica, mostrando una buena fertilidad al inicio de la siembra (Tabla 2).

**Tabla 2:** Valores de los parámetros químicos de suelo (0-20 cm), materia orgánica (MO), nitrógeno total, nitrógeno de nitratos (N-NO<sub>3</sub>, ppm), fósforo extractable (P, ppm) y pH (1:2,5) actual con sus respectivos valores adecuados de referencia y análisis de humedad al metro y metro y medio obtenidos en el ECR de maíz (FSTE y FSTA).

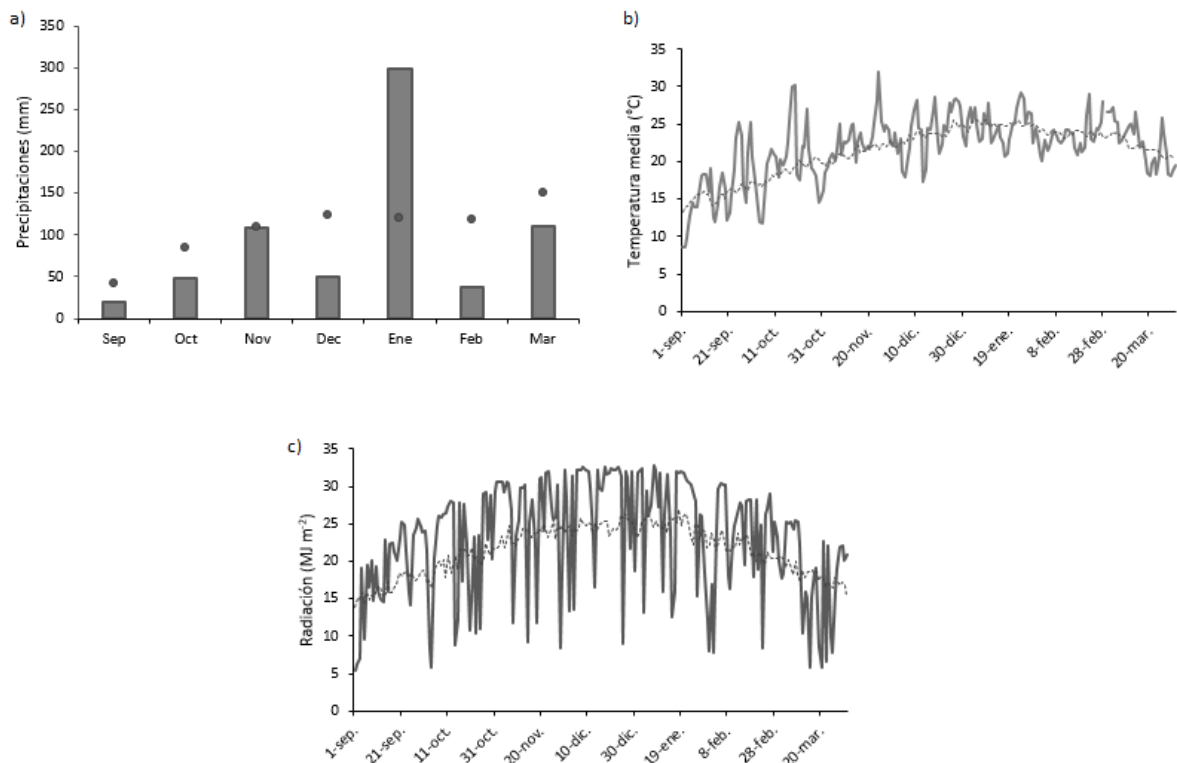
Análisis químico	FSTE	FSTA	Valores de referencia
MO(%)	2,61	2,29	2,5-3,2
Nt(%)	0,128	0,138	0,14-0,15
N-NO <sub>3</sub> (ppm)	7,5	14,2	16-20
P(ppm)	28,7	32,1	18-30
pH:	6,1	6,0	6,6-7,2
Análisis de humedad			
Agua útil a 1 m (mm)	53,3	90,3	
Agua útil al 1,5 m (mm)	110,2	151,4	

El contenido hídrico inicial del perfil al metro y medio de profundidad para la FSTE fue de 110 mm (Tabla 2), mientras que para la FSTA el contenido inicial fue mayor (151 mm).

Las escasas precipitaciones ocurridas previo a la FSTE (julio, agosto y septiembre), produjeron un retraso en la fecha de siembra óptima (mediados de septiembre) hacia fines de octubre. Mientras que para la FSTA las precipitaciones previas permitieron una oportuna recarga del perfil posibilitando la siembra en tiempo y forma (Figura 1a).

Los registros pluviométricos durante el mes de diciembre y primera quincena de enero, fueron escasos y, en consecuencia, la FSTE se vio afectada por un déficit hídrico severo (Figura 2), no obstante, esto no ocurrió en la FSTA. Hacia finales de enero, las lluvias fueron elevadas y coincidentes con la ocurrencia del período crítico (20 días antes y 20 días después de floración) de la FSTE, permitiendo la recuperación del cultivo.

Para la FSTA, las condiciones de temperatura media y radiación fueron favorables, generando un ambiente apto para el desarrollo del cultivo y condiciones propicias para la obtención de altos rendimientos (Figura 1b y c).



**Figura 1:** a) Precipitaciones mensuales (barras en mm) registradas en el período septiembre 2020 a mayo 2021 e histórica (punto, serie 1930-2019). b) Radiación global ( $\text{MJ m}^{-2}$ ) y c) Temperatura media ( $T^{\circ}$  media en  $^{\circ}\text{C}$ ) durante el período comprendido entre septiembre 2020 a mayo 2021. Líneas continuas grises y líneas punteadas negras corresponden a la campaña 20/21 y la serie histórica (1970-2019), respectivamente. Las líneas con puntos dentro de cada gráfico están representadas la fecha de siembra, de R1 y de cosecha para FSTE (gris oscuro) y FSTA (gris claro). Datos obtenidos de la Estación Agrometeorológica EEA INTA Rafaela



**Figura 2:** Estado del cultivo de maíz sembrado en FSTE en el mes de diciembre 2020.



Durante la campaña, el período de siembra a floración para la FSTE fue en promedio 74 días, con extremos de 71 a 79 días (Tabla 3). Para la FSTA, en cambio, se acortó la duración en días del período vegetativo, lo que se explica por el aumento de la temperatura ambiente, siendo el ciclo promedio a floración de 64 días (Tabla 4). 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.

En el experimento de FSTE, los híbridos alcanzaron una altura promedio de 169 cm, valor inferior al alcanzado la campaña anterior (202 cm, Rosetti et al., 2020) con marcadas diferencias entre cultivares (224 y 138 cm). La altura de inserción de la espiga presentó un valor promedio de 74 cm (Tabla 3). En la FSTA, los materiales alcanzaron una altura promedio de 256 cm, valor superior al alcanzado la campaña pasada (245 cm, Rosetti et. al, 2020) y un 52% superior a la FSTE. La altura de inserción de la espiga presentó un valor promedio de 114 cm (Tabla 4).

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. Se observó la presencia de vuelco en cinco y tres híbridos, para FSTE y FSTA, respectivamente (Tabla 3 y 4).

Durante esta campaña, se registró el fenómeno de quebrado en verde del tallo de maíz (*Green Snap*) en algunos cultivares evaluados. El mismo se caracteriza por el quebrado de los tallos en algún nudo, ocasionado principalmente por vientos fuertes en el periodo de la elongación del tallo durante la fase vegetativa (Ferragutti et al., 2010). Para la FSTE se evidenció el 11 de diciembre, posterior a la ocurrencia de vientos que alcanzaron los 46 kilómetros por hora.

El rendimiento promedio de la FSTE fue de 9.742 kg ha<sup>-1</sup> (Tabla 3), valor un 35% inferior al rendimiento obtenido en la campaña anterior (Rosetti et al, 2020). Los rendimientos máximos y mínimos obtenidos fueron de 12.842 y 3.608 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Se encontraron diferencias significativas entre los diferentes híbridos ( $p < 0,0001$ ). El PG y NG por m<sup>2</sup> fue en promedio de 303 mg y 3.255, respectivamente, registrando variabilidad entre los híbridos ( $p < 0,0001$ ).

En cuanto a la FSTA, el rendimiento medio alcanzado fue de 12.982 kg ha<sup>-1</sup> (Tabla 4), valor 4% inferior a la campaña anterior (Rosetti et al, 2020). El rendimiento máximo obtenido fue de 15.713 kg ha<sup>-1</sup>, superando en un 22 % al promedio del ensayo, mientras que el menor rendimiento fue de 9.346 kg ha<sup>-1</sup>.





**Tabla 3:** Días de siembra (S) a R1, altura en floración (cm), altura inserción de espiga (cm), vuelco (%), presencia de quebrado en verde del tallo (*Green Snap*), plantas a cosecha, espigas por plantas a cosecha, rendimiento (en kg ha<sup>-1</sup> corregido al 14,5% de humedad), rendimiento relativo en función de la media del ensayo (RR%), número de granos por unidad de superficie y peso de granos (en mg) para cada híbrido en la FSTE evaluado durante la campaña 2020/21.

Híbrido	S-R1 (días)	Altura en floración (cm)	Altura inserción (cm)	Vuelco (%)	Green snap	Rendimiento (kg.ha <sup>-1</sup> 14,5% H <sup>+</sup> )	RR (%)	NG.m <sup>-2</sup>	PG (mg)
663	79	163	71		x	7442	C 76	2520	C 296
ACA 473 VT3P	73	162	79		x	10233	B 105	3214	B 318
ACA 476 VT3 PRO	75	175	75			10699	B 110	3333	B 321
ACA 481 VT3P	75	170	78			10211	B 105	3336	B 306
ACA 484 VTP	73	184	79		x	12387	A 127	4581	A 270
ACRUX PWU	70	184	88			8724	C 90	2430	C 359
ADV 8122 VT3PRO	71	172	80			9820	B 101	3103	C 317
AG 9926 VP3	74	170	80	20%		11794	A 121	4719	A 250
ARG 7712 BT RR	76	153	67			9741	B 100	2811	C 347
ARG 7715 BT RR CL	72	153	69	20%		6852	C 70	2365	C 290
AX 7761 VT3P	76	154	63			10786	A 111	3272	B 330
AX 7784 VT3P	75	143	56			10413	B 107	2963	C 355
AX 7818 VT3P	75	154	65			11714	A 120	4272	A 275
BORAX PWU	75	161	69			10933	A 112	3500	B 312
DK 72-20	70	184	73			11732	A 120	3700	B 318
DK 72-70 VT3P	74	174	80			10820	A 111	3570	B 302
DK 73-20	70	190	81			9663	B 99	3356	B 288
DM 2742 MGRR2	76	155	61			10242	B 105	3121	C 329
DM 2772 VT3PRO	72	168	67			11059	A 114	4233	A 261
DM 2773 VT3 PRO	75	158	65			10153	B 104	3255	B 312
I 797 VT3P	75	183	84			11362	A 117	4179	A 273
I 799 VT3P	72	168	73			8906	C 91	2858	C 313
I-550	69	179	79		x	3608	D 37	1399	D 260
KM 3916 VT3P	72	185	71			9814	B 101	2902	C 339
KM 3927 VIP3	78	147	62			7910	C 81	3117	C 255
KM 4580 V3PRO	75	224	87			12383	A 127	4061	A 307
LG 30-680 MGRR	70	170	71			9835	B 101	3526	B 279
LG 30-870 VT3P	74	165	69	20%		10511	B 108	3132	C 337
LT 721 VT3P	76	165	72			11381	A 117	3588	B 317
LT 723 VT3P	68	179	76			11095	A 114	3600	B 309
MILL 522	76	138	74			6438	C 66	2060	D 313
MS 7123 PW	74	170	71			7217	C 74	2047	D 353
NEXT 22.6 PWUE	72	173	74			11844	A 122	3588	B 332
NK 897	74	176	71			11101	A 114	4168	A 266
NK 979	78	174	91		x	11242	A 115	3908	B 288
NT 426	75	153	62	30%		8473	C 87	3536	B 239
NUCORN 2881 VT3PRO	75	174	80		x	4867	D 50	1585	D 307
ORI 1230 BT RR	74	159	68			6517	C 67	2866	C 227
P1815 VYHR	71	166	72	20%		8542	C 88	2837	C 300
P2021 PWUE	74	160	70			11436	A 117	3523	B 326
P2089VYHR	72	197	74			7960	C 82	2520	C 318
P2167	75	138	60			7382	C 76	2663	C 276
QS 73-01 MG RR	75	152	79			11124	A 114	3808	B 292
SRM 566 VT3PRO	75	162	79			9356	B 96	2774	C 338
SRM 6620 VT3PRO	74	175	74			11150	A 114	3306	B 336
ST 001	74	162	67			10050	B 103	3877	B 261
ST 120-29	76	158	62			9841	B 101	3835	B 257
SYN 126	74	187	90			8316	C 85	2761	C 307
SYN 139	86	205	103			9197	B 94	2474	C 372
SYT 45-50	76	163	72			10059	B 103	3817	B 263
TOB 737 MP2	74	184	82			9404	B 97	2864	C 329
TOB 767 VIP3	76	191	80	20%		12842	A 132	4438	A 289
PROMEDIO	74	169	74			9742		3255	303
CV (%)						11,4		11,1	5,6
DMS						1750,3		588,7	27,4
						**		**	**

\*\* Diferencias significativas ( $p < 0,05$ )



**Tabla 4:** Días de siembra (S) a R1, altura en floración (cm), altura inserción de espiga (cm), vuelco (%), presencia de quebrado en verde del tallo (*Green Snap*), plantas a cosecha, espigas por plantas a cosecha, rendimiento (en kg ha<sup>-1</sup> corregido al 14,5% de humedad), rendimiento relativo en función de la media del ensayo (RR%), número de granos por unidad de superficie y peso de granos (en mg) para cada híbrido en la FSTA evaluado durante la campaña 2020/21.

Híbrido	S-R1 (días)	Altura en floración (cm)	Altura inserción (cm)	Vuelco (%)	Green snap	Rendimiento (kg.ha <sup>-1</sup> 14,5% H*)	RR (%)	NG.m <sup>-2</sup>	PG (mg)			
663	65	283	126			12271	B	95	3871	B	319	C
ACA 473 VT3P	63	252	108			13968	A	108	3713	B	376	A
ACA 476 VT3 PRO	65	271	123	20%		13748	A	107	3851	B	357	B
ACA 481 VT3P	64	270	130			12334	B	96	3715	B	337	B
ACA 484 VTP	63	269	117			13334	A	103	4231	A	316	C
ACRUX PWU	65	257	109			13341	A	103	3774	B	353	B
ADV 8122 VT3PRO	63	250	110			13235	A	103	3670	B	361	B
AG 9926 VP3	65	245	116			13985	A	108	4615	A	303	C
ARG 7712 BT RR	60	243	112		x	11524	B	89	3577	B	324	C
ARG 7715 BT RR CL	64	258	115			12110	B	94	3492	B	346	B
AX 7761 VT3P	60	248	111			13928	A	108	3656	B	384	A
AX 7784 VT3P	65	254	107			13474	A	105	3660	B	369	A
AX 7818 VT3P	62	243	98			14753	A	114	4385	A	340	B
BORAX PWU	64	263	123			14458	A	112	4147	A	349	B
DK 72-20	65	252	110			13102	A	102	3795	B	347	B
DK 72-70 VT3P	65	245	129			12686	B	98	3910	B	325	C
DK 73-20	67	240	104			13257	A	103	4169	A	319	C
DM 2742 MGRR2	63	230	102			10732	B	83	3081	B	350	B
DM 2772 VT3PRO	64	273	114			14818	A	115	4650	A	319	C
DM 2773 VT3 PRO	64	251	111			14000	A	109	4272	A	327	C
I 797 VT3P	64	249	110			12693	B	98	3684	B	344	B
I 799 VT3P	62	248	106			13111	A	102	3494	B	375	A
I-550	55	265	105			11977	B	93	4444	A	269	D
KM 3916 VT3P	65	270	113			12893	B	100	3200	B	403	A
KM 3927 VIP3	63	259	111			11767	B	91	3757	B	312	C
KM 4580 V3PRO	63	283	118		x	14386	A	112	4540	A	316	C
LG 30-680 MGRR	65	250	109		x	12249	B	95	3891	B	316	C
LG 30-870 VT3P	60	265	102			12690	B	98	3284	B	385	A
LT 721 VT3P	63	264	128			14457	A	112	4042	A	358	B
LT 723 VT3P	62	260	100			11979	B	93	3432	B	348	B
MS 7123 PW	60	270	108			13297	A	103	4007	A	331	C
NEXT 22.6 PWUE	65	250	115			13561	A	105	4007	A	336	B
NK 897	64	258	118			12834	B	100	4146	A	309	C
NK 979	64	275	129			14541	A	113	4235	A	343	B
NUCORN 2881 VT3PRO	68	263	135			12459	B	97	3914	B	317	C
ORI 1230 BT RR	61	223	127	10%		9346	B	73	3526	B	265	D
P1815 VYHR	63	263	119			13765	A	107	4345	A	317	C
P2021 PWUE	65	245	112			12809	B	99	3813	B	336	B
P2089VYHR	65	283	115			15713	A	122	4500	A	352	B
P2167	62	257	100			14220	A	110	4721	A	301	C
QS 73-01 MG RR	64	245	112			12318	B	96	3691	B	334	B
SRM 566 VT3PRO	65	269	131	20%	x	11970	B	93	3416	B	350	B
SRM 6620 VT3PRO	65	252	101			14562	A	113	3919	B	372	A
ST 001	65	244	102			12717	B	99	4138	A	308	C
ST 120-29	64	262	116			13231	A	103	4293	A	309	C
SYN 126	60	269	130			10643	B	83	2922	B	364	A
SYN 139	68	278	143			12173	B	94	3598	B	337	B
SYT 45-50 BTRG	67	225	103			10908	B	85	3632	B	300	C
TOB 737 MP2	64	235	104			11078	B	86	3253	B	341	B
TOB 767 VIP3	65	254	103			13693	A	106	3906	B	350	B
PROMEDIO	64	256	114			12982			3880		336	
CV (%)						10,4			10,30		5,92	
DMS						2201,2			649,2		27,4	
						**			**		**	

\*\* Diferencias significativas ( $p < 0,05$ )



El buen comportamiento observado en la FSTA se debe a un aumento del NG por unidad de superficie que alcanzó valores promedio de 3.880 y un mayor PG que en la FSTE (Tabla 4), presentando valores medios de 336 mg.

En lo referido al perfil sanitario, la FSTE presentó intensidades muy bajas de las distintas enfermedades, registrándose valores promedios de 0,8 % de severidad para RC y 1 % para TFC. Por su parte, la FSTA registró valores aún más bajos de RC con un promedio de 0,5 % de severidad y algo más altos para TFC, con severidad promedio de 3 %. Asimismo, esta fecha de siembra registró una epifita de MB con una prevalencia del 98% sobre los materiales en estudio. Entre los materiales que registraron presencia de MB, se establecieron tres grupos significativamente diferentes ( $p < 0,0001$ ) según la severidad en hoja, de los cuales 39, 7, 3 híbridos correspondieron a los grupos G1 (bajo,  $1.2 \pm 1$  %), G2 (medio,  $9.0 \pm 2$  %) y G3 (alto,  $17.2 \pm 1$  %), respectivamente (Tabla 5).



**Tabla 5:** Severidad de mancha blanca (%) según Malagi et al., 2011

Híbrido	Severidad de MB (%)	
LT 723 VT3P	18,75	A
KM 3927 VIP3	16,56	A
TOB 767 VIP3	16,17	A
ARG 7712 BT RR	7,22	B
X18P611	8,11	B
NEXT 22.6 PWUE	7,39	B
NK 979	10,22	B
KM 3916 VT3P	12	B
ST 001	10,44	B
SRM 566 VT3PRO	7,89	B
NUCORN 2881 VT3PRO	3	C
ORI 1230 BT RR	1,78	C
ADV 8122 VT3PRO	0,39	C
I 799 VT3P	0,61	C
I 797 VT3P	2,78	C
QS 73-01 MG RR	1,28	C
DM 2772 VT3PRO	2,28	C
DM 2742 MGRR2	0,67	C
ACA 473 VT3P	1,33	C
ACA 481 VT3P	1,83	C
ACA 484 VTP	0,44	C
ARG 7715 BT RR CL	0,28	C
663	0,22	C
9926 VP3	3,17	C
P2021 PWUE	1	C
ACA M6 VT3P	0,94	C
NK 897	0,44	C
P2167	1,94	C
LT 721 VT3P	0,5	C
ACRUX PWU	5,33	C
BORAX PWU	1,13	C
DM 2773 VT3 PRO	0,61	C
DK 7270 VT3P	1,67	C
AX 7784 VT3P	0,39	C
AX 7761 VT3P	0,33	C
AX 7818 VT3P	0,5	C
KM 4580 V3PRO	0,28	C
ST 120-29	4,5	C
TOB 737 MP2	0,33	C
I-550	1,56	C
DK 7220	0,22	C
DK 7320	0,17	C
SYN 126	0	C
SYN 139	0,22	C
LG 30-680 MGRR	1	C
MS 7123 PW	0,94	C
P1815 VYHR	0,28	C
SRM 6620 VT3PRO	0,56	C
LG 30-870 VIPTERA 3	2,22	C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*



## CONSIDERACIONES FINALES

El comportamiento del maíz lo hace susceptible frente a modificaciones tanto ambientales como de manejo (como la elección de fecha de siembra y el híbrido). El presente trabajo permitió comparar diferentes híbridos comerciales para las condiciones ambientales de Rafaela en dos momentos de siembra (FSTE y FSTA).

Se observaron variaciones significativas de rendimiento, número de granos y peso de granos entre cultivares dentro de las dos condiciones de producción. En la FSTE se observaron híbridos que, aún en condiciones de sequía, presentaron un buen comportamiento productivo. Asimismo, en la FSTA, se detectaron cultivares que registraron un comportamiento superior.

Al analizar los momentos de siembra, se evidenció que cuando las condiciones ambientales, en especial hídricas, son adecuadas las fechas tardías presentan un comportamiento superior al alcanzado por las fechas tempranas.

Al analizar las condiciones ambientales para ambas fechas de siembra, se evidenció un ambiente de mayor predisposición para la evolución de la enfermedad, sobre todo del complejo de MB, en la siembra tardía.

La información generada puede utilizarse como herramienta para la selección de híbridos adaptados a las condiciones agroecológicas de la región, para la caracterización de híbridos y para hallar las diferencias productivas entre ellos.

## 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, Ariel Risso, Juan Picco, Marcela Gallardo y Hernán Petrabrissi,

## BIBLIOGRAFÍA

- Andrade FH (1992) Radiación y temperatura determinan los rendimientos máximos de maíz. Boletín Técnico 106. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce (INTA), Balcarce, Buenos Aires, Argentina.
- Bonhomme R, Derieux M, Kiniry JR, Edmeades GO and Ozierlafontaine H (1991) Maize leaf number sensitivity in relation to photoperiod in multilocation fields trials. *Agronomy Journal* 83. Pág: 153 – 157.
- Cirilo A. G. 1995. Fecha de siembra y productividad en maíz. Ph.D. diss., Universidad Nacional de Mar del Plata., Balcarce, Bs. As., Argentina.
- 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>
- Ferraguti, F. 2013. “Maíz en fechas tardías: una alternativa que llegó para quedarse”. <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-maz-segunda.pdf>
- Lafitte HR and Edmeades G. O. 1997. Temperature responses of tropical maize cultivars selected for broad adaptation. Volumen 49. Pág: 215 – 29.
- Malagi, G., Santos, I., Camochena, R. C., y Moccellini, R. 2011. Elaboration and validation of diagrammatic scale for assessment of maize white spot. *Journal Agronomic Science, Fortaleza*, v. 42, n. 3. Pág: 797-804.



- 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.
- Rosetti, L., Zuil, S. y Lozano Coronel, A. 2020. Comportamiento productivo y sanitario de híbridos de maíz en fechas de siembra contrastantes en el centro de Santa Fe. Información técnica Producción Vegetal. EEA INTA Rafaela. Publicación Miscelánea N°3, Año VIII. ISSN en línea: 2314-3126.
- Peterson R. F; Campbell, A.B. y Hannah, A. E. 1948. A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals. Canadian Journal of Research, 26. Pág: 415-421.
- Vieira, R.; Mesquini, R.; Silva, C. Hata, F.; Tessman, D & Scarpim, C. 2014. A new diagrammatic scale for the assessment of northern corn leaf blight. Crop Protection 56. Pág: 55-57



# EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE MAÍZ (*Zea mays*) EN SIEMBRAS TARDÍAS EN LA LOCALIDAD DE CERES, SANTA FE. CAMPAÑA 2020/2021

RAUSCH, A.<sup>1\*</sup>; TROSSERO, M.<sup>2</sup>; DEMICHELIS, G.<sup>1</sup> y MARTOGLIO, M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>AER INTA Ceres, <sup>2</sup>IDICAL (INTA-CONICET)

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

## INTRODUCCIÓN

Las siembras de maíz tardío (siembras de principio de diciembre a mediados de 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).

Debido a la estacionalidad de las lluvias, normalmente los maíces tardíos o de segunda corren menos riesgo de sufrir estrés hídrico durante la floración y, en general, esto permite obtener rindes mínimos más altos y una menor variabilidad de resultados en sistemas tardíos (Bert y Satorre, 2012). 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 a 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 Ceres de INTA.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En la campaña 2020/21 se condujo un ensayo comparativo de rendimiento de maíz en siembra tardía, en un lote perteneciente a la Unidad de Invernada INTA 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 14 híbridos diferentes sobre un suelo *Argiudol ácuico*, serie Colonia Rosa, clase de aptitud 2 (GEOINTA, 2021). El antecesor fue un cultivo de alfalfa degradada. Previo a la siembra se realizó un muestro de suelo para el análisis químico. La siembra se realizó el 4 de enero de 2021 bajo la modalidad de siembra directa con maquinaria del productor, La densidad de siembra fue 3,2 semillas por metro con distanciamiento entre hileras de 52,5 cm. El diseño del ensayo fue en franjas de 26 surcos por 600 m de largo por híbrido con una repetición.

El ensayo se fertilizó con 100 l ha<sup>-1</sup> de SOLMIX, aplicados el día 25 de enero de 2021. Se recurrió al control químico de malezas donde se aplicaron 2,5 l ha<sup>-1</sup> de cerillo en presiembra, 1,2 l ha<sup>-1</sup> de metaloclor más 1,8 l ha<sup>-1</sup> de atrazina en preemergencia y, 2 l ha<sup>-1</sup> de glifosato más 2,5 l ha<sup>-1</sup> de gramoxone en postemergencia. No se registraron problemas de enfermedades ni de insectos.

La cosecha de las franjas se realizó el 3 de agosto de 2021 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).

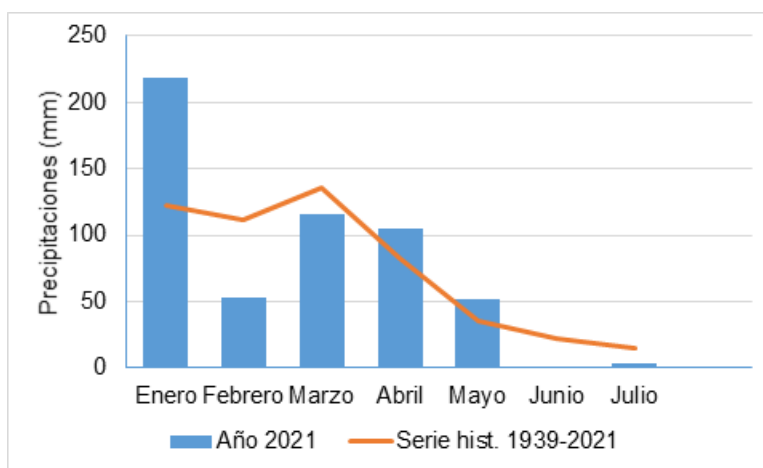


El análisis de datos se efectuó mediante ANOVA y las medias se compararon con el test LSD de Fischer, con una significancia del 5% utilizando el software InfoStat (Infostat, 2014).

Se registraron los datos de precipitaciones ocurridas durante el ciclo del cultivo según la Estación Meteorológica Ceres (Tabla 2).

## RESULTADOS

En la figura 1 se presentan las precipitaciones ocurridas durante el ciclo del cultivo, las lluvias de enero permitieron una buena implantación. La floración ocurrió con muy escasas precipitaciones que incidieron negativamente en el rinde final y durante el llenado de grano se restablecieron las precipitaciones nuevamente.



**Figura 1.** Precipitaciones registradas en la Estación Meteorológica de Ceres durante enero – julio de 2021 y los datos correspondientes a la serie histórica 1939-2021.

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 extractable (P) fueron altos, pero similares a los de 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>2,49</b>
Nitrógeno total	%	<b>0,23</b>
N-Nitratos	ppm	<b>11,3</b>
Fósforo	ppm	<b>24,3</b>
Azufre de sulfatos	ppm	<b>12,0</b>
pH actual		<b>6,4</b>





El rendimiento promedio del ensayo fue de 5.215 kg ha<sup>-1</sup> y la diferencia mínima significativa entre cultivares de 1.116,2 kg ha<sup>-1</sup> (Tabla 3).

El híbrido Acrux fue el de mayor rendimiento, superando al promedio del ensayo en 1.603 kg.

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 3).

**Tabla 3.** Rendimiento e información complementaria del ensayo de híbridos de maíz en fecha de segunda en Ceres, campaña 2020/21.

Semillero	Híbrido	R1	Humedad (%)	Rendimiento (Kg ha <sup>-1</sup> , 14,5% H <sup>a</sup> )	P1000 (g)	PH (kg/hl)
NORD	Acrux	28/02/2021	13,3	6.818 a	300	72,4
NORD	Acis	26/02/2021	12,8	6.468 ab	340	74,6
BREVANT	Dow 510	03/03/2021	13,9	6.067 abc	320	73,2
BREVANT	Next 22.6	01/03/2021	13,8	5.785 abcd	320	76,0
BREVANT	Dow 507	27/02/2021	14,3	5.636 bcde	300	77,0
DEKALB	DK 7220	28/02/2021	12,9	5.318 bcdef	330	74,3
SYNGENTA	Syn 860	05/03/2021	13,5	5.226 cdef	320	73,3
KWS	Kws 3916	03/03/2021	13,6	5.140 cdef	340	72,5
DEKALB	DK 7320	02/03/2021	13,8	5.008 cdef	300	74,2
SYNGENTA	SYN 126	05/03/2021	13,2	4.631 defg	340	75,5
NORD	Zafir	06/03/2021	13,1	4.576 efg	310	74,7
LIMAGRAIND	LG 30680	01/03/2021	13,1	4.314 fg	260	72,8
KWS	Kws 4580	28/02/2021	13,8	4.271 fg	320	74,2
LIMAGRAIND	LG 30775	25/02/2021	13,3	3.733 g	280	74,1
<b>Promedio (kg ha<sup>-1</sup>)</b>				<b>5.215</b>		<b>74,2</b>
<b>CV %</b>				<b>10,3</b>		
<b>DMS (kg ha<sup>-1</sup>)</b>				<b>1.166,2</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 tres genotipos clasificaron dentro del grado 1 (>75 kg hl<sup>-1</sup>) y el resto en el grado 2 (entre 72 y 75 kg hl<sup>-1</sup>). No se observaron genotipos grado 3 (entre 69 y 72 kg hl<sup>-1</sup>), lo que demuestra la buena calidad comercial de los híbridos ensayados. El peso hectolítrico promedio del ensayo fue de 74,2 kg hl<sup>-1</sup> y el material con mayor PH fue DOW 507.

## CONSIDERACIONES FINALES

Se puede observar que el comportamiento de los diferentes materiales muestra diferentes respuestas. Estas generan indicios respecto de su adaptación o no a las condiciones agroecológicas de la región. Debido a que se trata de un solo año de ensayo, es prematuro plantear una conclusión categórica.

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 por lo



tanto estos resultados resultan muy interesantes para la zona y apoyan la importancia de la utilización de siembra de segunda como alternativa de producción en el área de la AER INTA Ceres.

### **AGRADECIMIENTOS**

Al Ing. Mariano Flesia y al Sr. Fabián Favole por su buena predisposición en las tareas de siembra y cosecha del ensayo. A los semilleros, por apoyar y confiar en este tipo de ensayos.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Bert, F. y Satorre, E. 2012. Sistemas de producción de maíz: maíz temprano y tardío. En [http://www.cultivaragro.com.ar/nota\\_Bert\\_Satorre\\_2012.pdf](http://www.cultivaragro.com.ar/nota_Bert_Satorre_2012.pdf)
- 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.



# EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE SOJA DE LOS GRUPOS DE MADUREZ IV A VIII EN EEA INTA RAFAELA. CAMPAÑA 2020/2021.

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 soja es la leguminosa más sembrada en Argentina con un promedio de aproximadamente 18 millones de hectáreas en los últimos cinco años (Ministerio de agricultura, Ganadería y Pesca, 2020). La producción nacional promedio fue de 50 millones de toneladas por año aproximadamente, con un rendimiento medio de 28 quintales por hectárea (Ministerio de agricultura, Ganadería y Pesca, 2020).

La elección de la fecha de siembra y el cultivar son factores claves al momento de planificar la siembra de soja. La fecha de siembra es una práctica agronómica de 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 otro lado, 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). Por esta razón, una de las herramientas de manejo más importante, es la adecuada elección del cultivar a sembrar para un ambiente productivo determinado. El cambio de fecha de siembra, aún para la misma localidad, somete al cultivo a condiciones ambientales y comportamientos diferenciales por parte de los cultivares.

En el centro de la provincia de Santa Fe, durante la campaña 2020/21, se evaluaron cultivares de soja de los grupos de madurez (GM) IV al VIII, en dos fechas de siembra. 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. El objetivo es evaluar el comportamiento productivo de cultivares comerciales, su fenología y el peso de granos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la campaña 2020/21 se condujeron ensayos en diferentes condiciones de producción. Los experimentos se ubicaron en la EEA INTA Rafaela y se diferenciaron en i) Soja de primera, sembrada el 17 de noviembre de 2020 sobre rastrojo de un cultivo de maíz y ii) Soja de segunda sembrada el 21 de diciembre de 2020 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, fertilización y análisis químico del suelo correspondiente a los ensayos comparativos de rendimiento de soja de primera y segunda de la campaña 2020/2021.

	Soja de primera	Soja de segunda
Serie de suelo	Rafaela	Rafaela
Tipo de suelo	Argiudol típico	Argiudol típico
Agua útil inicial*	110,18	130,2
Antecesor	Maíz	Trigo
Fecha de siembra	17/11/2020	21/12/2020
Fecha de emergencia	24/11/2020	26/12/2020
Fertilización	No	No
Análisis químico		
Materia orgánica (%)	2,5	2,4
Fósforo (ppm)	45,8	41,5
Nitrógeno total (%)	0,152	0,146
N-NO <sub>3</sub> (ppm)	14,2	51
pH	5,7	5,8

\*mm al 1,5 metros

Se evaluaron 91 cultivares que se agruparon por grupo de madurez y largo de ciclo: IV corto (12 cultivares), IV largo (20 cultivares), V corto (18 cultivares), V largo (7 cultivares), VI corto (12 cultivares), VI largo (11 cultivares) y VII-VIII (11 cultivares). La siembra fue en directa y no hubo aplicación de fertilizante.

Las unidades experimentales fueron 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 tres repeticiones por tratamiento, donde cada GM fue sembrado como un ensayo independiente.

**Tabla 2.** Cultivares participantes en cada grupo de madurez, corto (C) y largo (L).

4C	4L	5C	5L	6C	6L	7-8
ACA 4221	CZ 4721 STS	ACA 5020 IPRO	ACA 5785 GRST	AW 6320	ACA 6720 IPRO STS	ACA 7890 IPRO
CZ 4021 STS	AW 4610 IPRO	CZ 4918	CZ 5907 IPRO	BIOCERES 6.21	CZ 6505 B	CZ 7521 IPRO
AW 4320 IPRO	ID 15-163	CZ 5407 IPRO	AW 5920 IPRO	DM 60i62 IPRO	CZ 6806 IPRO	CZ 7905 IPRO
BIOCERES 4.11	ID 16-279	AW 5021 IPRO	BIOCERES 5.92	62R63 RSF	BIOCERES 6.51	AW 7720 IPRO
GDM 19A402	ID 13-146	BIOCERES 5.21	DM 55R20 STS	DM 63i64 IPRO	DM 66R69 STS	DM 75i75 IPRO
DM 40R16 STS	BIOCERES 4.51	ID 16-287	LG 5836 STS	IS 62.1 IPRO STS	DM 67i70 IPRO	DM 8277 IPRO STS
DM 40R21 STS	BIOCERES 4.91	DM 50i17 IPRO STS	HO 59136 STS	LG 6009	66MS01	DM 8473
DM 40i21 STS	DM 4612	DM 52R19		60MS01 IPRO STS	NS 6721 IPRO STS	78MS01 IPRO
LG 4082	DM 46R18 STS	DM 53i53 IPRO		62MS01 IPRO STS	HO 68128 STS	NS 8018 IPRO STS
41MS01 STS	DM 49R19 STS	IS 52.0 RR1 STS		NS 6120 IPRO	SY 6x8 IPRO	HO 74134 IPRO
NS 43309	IS 46.5 RR1 STS	LG 5365 STS		NK 60x21 IPRO STS	SY 7x1 IPRO	80x20 IPRO STS
SYN 4x1 RR	DM 46i20 IPRO STS	53MS02 STS		SYN 1561 IPRO		
	LG 4893	NS 5258				
	LG 4735 STS	NS 5030 IPRO STS				
	46MS01 STS	NS 5421 STS				
	47MS01 STS	HO 50135				
	NS 4621 IPRO STS	NK 52x21 STS				
	HO 47147	SY 5X1 RR				
	49X20 IPRO STS					
	4X5 SYN RR					

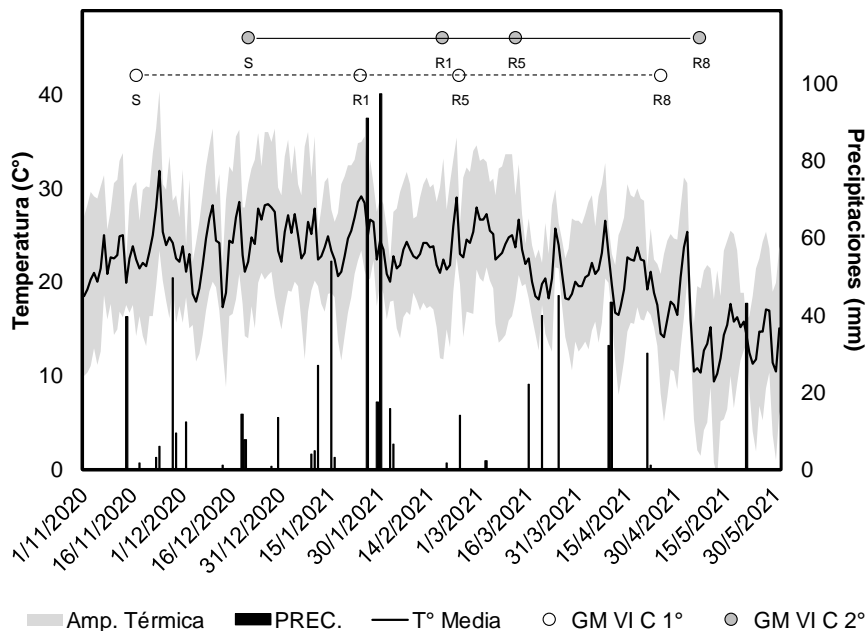


El cultivo se mantuvo libre de malezas, insectos y enfermedades durante todo su ciclo mediante el control químico. Se registraron los estados fenológicos de emergencia, floración (R1), inicio de formación de granos (R5) y madurez comercial (R8) utilizando la escala morfológica de Fehr et al. (1977). Asimismo, se realizó a la siembra de cada ensayo la determinación de humedad edáfica gravimétrica a 1,5 m de profundidad.

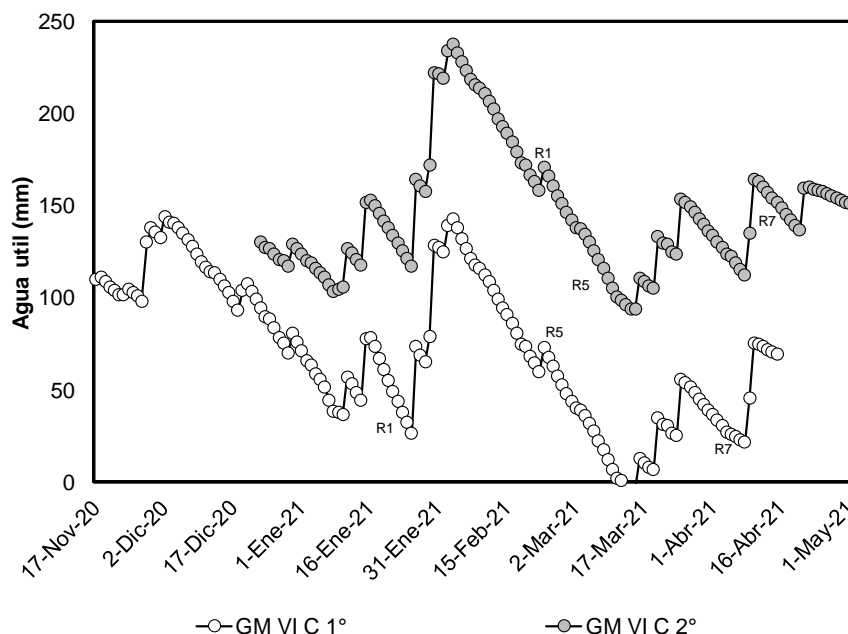
En madurez comercial del cultivo se evaluó la altura de las plantas (en cm) y el vuelco utilizando una escala de 0 (sin vuelco) a 4 (máximo vuelco). Se cosecharon 7,8 m<sup>2</sup> con una cosechadora experimental (Wintersteiger Classic) y se determinó el rendimiento en granos (expresado en kg ha<sup>-1</sup>) corregido al 13,5% de humedad.

Las variables rendimiento, altura y PG (peso de grano en mg) se analizaron estadísticamente mediante ANOVA utilizando el software Infostat versión 2016 (Di Rienzo et al., 2016) y las medias se compararon con el test de comparaciones múltiples LSD con un nivel de probabilidad del 5% ( $p < 0,05$ ).

El contenido hídrico inicial del perfil del suelo hasta 1,5 metros de profundidad fue de 110 y 130 mm de agua útil para soja de primera y segunda, respectivamente (Tabla 1). En los suelos donde se realizaron los experimentos, 170 mm serían contenidos adecuados de AU, por lo que, los volúmenes agua útil en ambos experimentos fueron bajos. Durante los meses de noviembre y diciembre se registraron precipitaciones superiores a 20 mm que permitieron implantar de manera correcta los ensayos (Figura 1). Posteriormente, durante enero y febrero las lluvias fueron abundantes, generando condiciones de buen contenido de agua útil en el perfil del suelo. En soja de primera, durante el periodo de llenado de granos, el agua útil fue limitante en un periodo breve a mediados de marzo. No obstante, por la duración del periodo de estrés, no afectó el rendimiento del ensayo (Figura 2).



**Figura 1.** Temperatura media (°C, línea continua), amplitud térmica (AT) (°C, área gris), precipitaciones diarias (columnas) en función de los días desde 1 de noviembre. En línea segmentada y continua están representadas las etapas fenológicas de soja de primera (puntos blancos) y segunda (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.



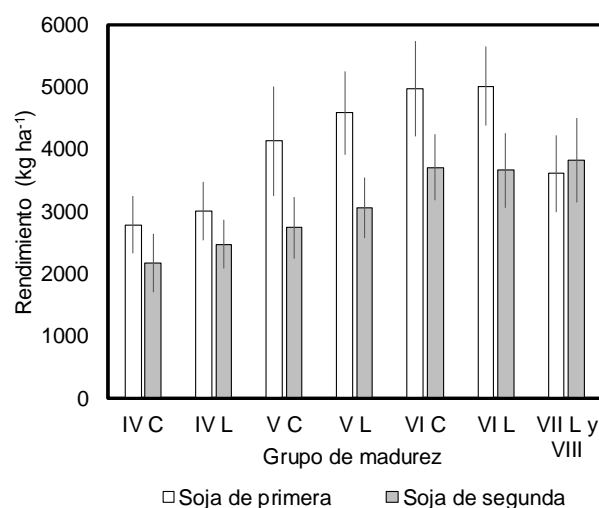
**Figura 2.** Agua útil diaria (en mm) registrada desde la siembra en cada ensayo de soja. Círculos blancos y grises corresponden a soja de primera y segunda respectivamente.



## RESULTADOS

Los rendimientos medios en grano obtenidos en ambos experimentos presentaron grandes contrastes entre sí, como también se observaron comportamientos diferenciales según grupo de madurez dentro de cada fecha de siembra (Figura 3).

En soja de primera, el rendimiento promedio de los diferentes GM varió entre 2.700 y 5.020 kg ha<sup>-1</sup> y la media de la campaña fue de 4.017 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 3), siendo 371 kg ha<sup>-1</sup> inferior a la media de la anterior (Zuil et al., 2020). El GM VI largo fue el que registró el mayor rendimiento, mientras que el menor correspondió al GM IV corto. En cuanto al experimento soja de segunda el rendimiento varió entre 2.100 y 3.800 kg ha<sup>-1</sup> y la media de la campaña fue de 3.090 kg ha<sup>-1</sup>, siendo 1.360 kg ha<sup>-1</sup> inferior a la media de 2019/20 (Zuil et al., 2020). El GM VII y VIII fue el que registró el mayor rendimiento, mientras que el menor correspondió al GM IV corto.



**Figura 3.** Rendimiento de grano expresado en kg ha<sup>-1</sup> según grupo de madurez para los experimentos soja de primera y segunda en columnas blancas y grises, respectivamente.

### Grupo de madurez IV

En la fecha de primera el ciclo total varió entre los 123 y 134 días, mientras que en segunda el rango fue entre 116 y 119 días (Tabla 3). Los cultivares de ciclo IV corto presentaron una duración total de 124 y 118 días en soja de primera y de segunda respectivamente.

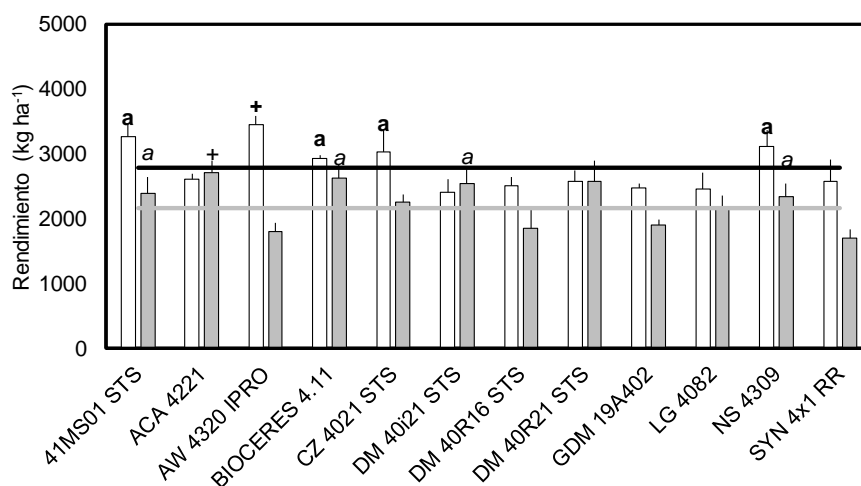
La altura de plantas en R8 (madurez) en soja de primera fue de 63 cm (variando entre 60 y 70 cm), mientras que en soja de segunda fue de 57 cm en promedio (en un rango entre 47 y 65 cm). En ninguna de las fechas de siembra se detectó vuelco de plantas (Tabla 3).



**Tabla 3.** Cultivares del GM IV corto. 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.

	Soja de primera					Soja de segunda				
	S-R1	R1-R5 días	R5-R8	Vuelco (0-4)	Altura en R8 cm	S-R1	R1-R5 días	R5-R8	Vuelco (0-4)	Altura en R8 cm
41MS01 STS	39	40	44	0	62 ± 3	42	28	46	0	65 ± 3
ACA 4221	39	46	38	0	60 ± 3	40	30	49	0	47 ± 4
AW 4320 IPRO	39	46	38	0	70 ± 3	40	25	54	0	65 ± 3
BIOCERES 4.11	41	46	47	0	53 ± 3	42	25	49	0	57 ± 3
CZ 4021 STS	41	35	49	0	70 ± 0	42	23	54	0	58 ± 2
DM 40i21 STS	39	37	47	0	62 ± 7	42	28	49	0	53 ± 6
DM 40R16 STS	41	38	44	0	62 ± 2	40	25	51	0	50 ± 8
DM 40R21 STS	41	38	46	0	64 ± 3	44	23	52	0	63 ± 2
GDM 19A402	41	37	45	0	63 ± 8	41	29	49	0	52 ± 6
LG 4082	41	35	47	0	65 ± 5	42	25	52	0	63 ± 2
NS 43309	41	36	48	0	63 ± 4	42	28	49	0	50 ± 5
SYN 4x1 RR	39	46	38	0	62 ± 2	42	28	49	0	55 ± 3
Promedio	40	40	44	0	63	42	26	50	0	57

El GM IV corto (Figura 4) de primera presentó un rendimiento promedio 2.769 kg ha<sup>-1</sup> variando entre 2.400 y 3.400 kg ha<sup>-1</sup>, de los cuales se destacaron 5 cultivares del total. En cuanto al ensayo de soja de segunda se obtuvo un rendimiento promedio 2.154 kg ha<sup>-1</sup> (variando entre 1.700 y 2.700 kg ha<sup>-1</sup>) lo que representa una reducción del 28% debido al retraso en la fecha de siembra. En este ensayo también se detectaron 5 cultivares con rendimiento significativamente superior.



**Figura 4.** Cultivares del GM IV corto. Rendimiento medio (kg ha<sup>-1</sup>) en grano por cultivar correspondiente a los experimentos soja de primera y de segunda en columnas blancas y grises, respectivamente. Línea vertical corresponde al error estándar de los datos. Líneas horizontales negra y gris indican el promedio del ensayo de primera y segunda, respectivamente. Signo “+” indica el cultivar que obtuvo el máximo rendimiento, mientras que letras iguales corresponden a los cultivares superiores que no se diferenciaron estadísticamente entre sí ( $p \leq 0,05$ ).



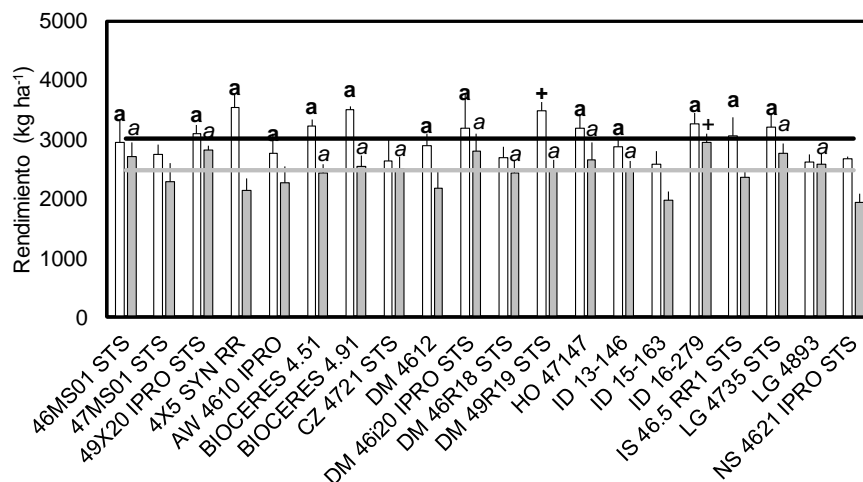


Los cultivares de ciclo IV largo presentaron una duración total de 133 y 121 días en soja de primera y de segunda, respectivamente. En la fecha de primera el ciclo total varió entre 125 y 140, mientras que en segunda el rango fue entre 119 y 125 (Tabla 4). La altura media de las plantas en R8 en soja de primera fue de 67 cm (variando entre 60 y 78 cm), mientras que en soja de segunda fue de 60 cm en promedio (en un rango entre 53 y 68 cm). Asimismo, tanto en la fecha de siembra de primera como de segunda no se detectó vuelco de plantas en ningún cultivar (Tabla 4).

**Tabla 4.** Cultivares del GM IV largo. 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.

	Soja de primera					Soja de segunda				
	S-R1	R1-R5 días	R5-R8	Vuelco (0-4)	Altura en R8 cm	S-R1	R1-R5 días	R5-R8	Vuelco (0-4)	Altura en R8 cm
46MS01 STS	41	39	45	0	70 ± 3	40	27	52	0	60 ± 5
47MS01 STS	39	40	48	0	78 ± 2	40	27	54	0	60 ± 8
49X20 IPRO STS	39	50	51	0	63 ± 2	45	27	47	0	57 ± 6
4X5 SYN RR	41	42	42	0	65 ± 3	40	27	52	0	65 ± 0
AW 4610 IPRO	41	44	44	0	67 ± 4	43	27	51	0	60 ± 3
BIOCERES 4.51	39	46	53	0	73 ± 2	42	30	47	0	65 ± 3
BIOCERES 4.91	39	44	60	0	70 ± 5	44	26	52	0	56 ± 3
CZ 4721 STS	41	38	55	0	60 ± 3	49	28	46	0	62 ± 7
DM 4612	39	39	47	0	68 ± 3	49	28	46	0	63 ± 8
DM 46i20 IPRO STS	39	39	55	0	68 ± 2	41	29	49	0	68 ± 2
DM 46R18 STS	41	39	45	0	63 ± 3	41	29	51	0	60 ± 3
DM 49R19 STS	39	50	51	0	72 ± 2	42	30	51	0	57 ± 3
HO 47147	39	46	53	0	67 ± 6	45	25	53	0	55 ± 3
ID 13-146	41	39	63	0	63 ± 2	49	23	49	0	65 ± 3
ID 15-163	41	44	40	0	67 ± 7	45	25	51	0	58 ± 4
ID 16-279	41	38	61	0	67 ± 2	41	26	54	0	60 ± 3
IS 46.5 RR1 STS	41	37	62	0	68 ± 2	42	27	56	0	53 ± 2
Promedio	40	42	51	0	67	43	27	51	0	60

El GM IV largo (Figura 5) de primera presentó un rendimiento promedio 2.998 kg ha<sup>-1</sup> variando entre 2.620 y 3.544 kg ha<sup>-1</sup>, con diferencias significativas entre los cultivares. En cuanto al ensayo de soja de segunda se obtuvo un rendimiento promedio de 2.463 kg ha<sup>-1</sup> (variando entre 1.933 y 2.958 kg ha<sup>-1</sup>), lo que representa una reducción del 22%, consecuencia del retraso en la fecha de siembra. En este ensayo también se detectaron cultivares con rendimiento significativamente superior (Figura 5).



**Figura 5.** Cultivares del GM IV largo. Rendimiento medio (kg ha<sup>-1</sup>) en grano por cultivar correspondiente a los experimentos soja de primera y de segunda en columnas blancas y grises, respectivamente. Línea vertical corresponde al error estándar de los datos. Líneas horizontales negra y gris indican el promedio del ensayo de primera y segunda, respectivamente. Signo “+” indica el cultivar que obtuvo mayor rendimiento, mientras que letras iguales corresponden a los cultivares superiores que no se diferenciaron estadísticamente entre sí ( $p \leq 0,05$ ).

### Grupo de madurez V

Los cultivares de ciclo V corto tuvieron una duración total de 145 y 132 días en soja de primera y de segunda respectivamente. En la fecha de primera el ciclo total varió entre 131 y 150 días, mientras que en segunda el rango fue entre 125 y 137 días (Tabla 5).

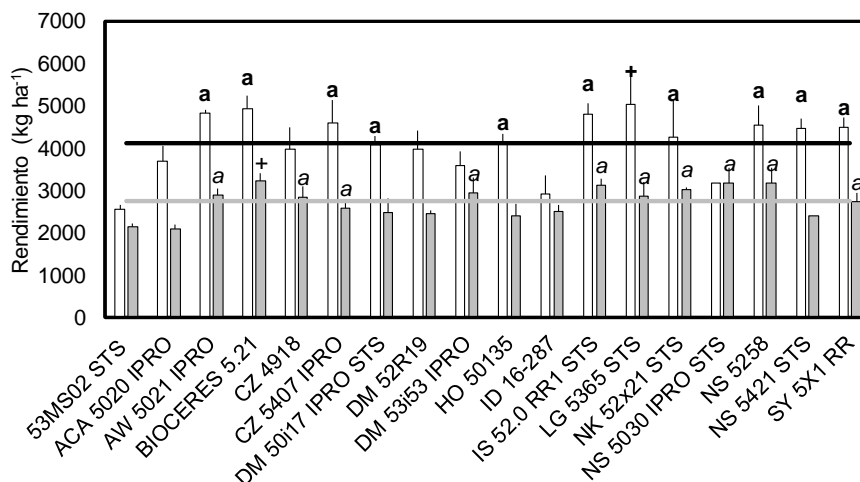
La altura de plantas en R8 en soja de primera fue de 80 cm (variando entre 68 y 92 cm), mientras que en soja de segunda fue de 64 cm en promedio (en un rango entre 57 y 72 cm). En la fecha temprana se detectaron varios cultivares con vuelco de plantas, mientras que en la segunda ninguno presentó vuelco (Tabla 5).



**Tabla 5.** Cultivares del GM V corto. 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 de soja de primera y de segunda.

	Soja de primera					Soja de segunda				
	S-R1	R1-R5 días	R5-R8	Vuelco (0-4)	Altura en R8 cm	S-R1	R1-R5 días	R5-R8	Vuelco (0-4)	Altura en R8 cm
53MS02 STS	41	54	48	2	72 ± 6	49	26	60	0	62 ± 2
ACA 5020 IPRO	39	46	46	3	88 ± 2	42	31	57	0	68 ± 2
AW 5021 IPRO	39	53	54	3	75 ± 0	45	32	48	0	70 ± 3
BIOCERES 5.21	63	22	65	0	90 ± 6	51	25	61	0	67 ± 2
CZ 4918	41	48	57	3	85 ± 6	45	28	64	0	67 ± 2
CZ 5407 IPRO	47	42	59	3	83 ± 6	48	28	61	0	68 ± 3
DM 50i17 IPRO STS	39	50	57	2	77 ± 3	42	29	54	0	68 ± 4
DM 52R19	39	55	52	3	85 ± 3	45	28	64	0	62 ± 7
DM 53i53 IPRO	41	44	61	2	92 ± 3	45	26	54	0	72 ± 2
HO 50135	41	44	63	0	73 ± 2	45	28	64	0	60 ± 0
ID 16-287	39	40	61	2	68 ± 2	51	22	64	0	57 ± 4
IS 52.0 RR1 STS	41	53	54	2	88 ± 3	46	27	64	0	67 ± 7
LG 5365 STS	63	34	53	0	83 ± 4	51	25	59	0	52 ± 2
NK 52x21 STS	50	42	58	0	73 ± 8	48	30	59	0	57 ± 7
NS 5030 IPRO STS	48	46	52	0	68 ± 3	49	26	51	0	61 ± 6
NS 5258	39	46	55	2	83 ± 4	46	25	54	0	67 ± 4
NS 5421 STS	57	35	56	0	78 ± 7	42	29	54	0	68 ± 3
SY 5X1 RR	39	50	57	3	83 ± 2	43	30	64	0	60 ± 0
Promedio	45	45	56	2	80	46	27	59	0	64

El GM V corto (Figura 6) de primera presentó un rendimiento promedio de 4.116 kg ha<sup>-1</sup> variando entre 2.550 y 5.038 kg ha<sup>-1</sup>, con diferencias significativas entre cultivares. La soja de segunda tuvo un rendimiento promedio de 2.694 kg ha<sup>-1</sup> (variando entre 2.109 y 3.233 kg ha<sup>-1</sup>), que representa una reducción del 53% debido al retraso en la fecha de siembra. En este ensayo también se detectaron cultivares con rendimiento significativamente superior (Figura 6).



**Figura 6.** Cultivares del GM V corto. Rendimiento medio (kg ha<sup>-1</sup>) en grano por cultivar correspondiente a los experimentos soja de primera y de segunda en columnas blancas y grises, respectivamente. Línea vertical corresponde al error estándar de los datos. Líneas horizontales negra y gris indican promedio del ensayo de primera y segunda respectivamente. Signo “+” indica el cultivar que obtuvo mayor rendimiento, mientras que letras iguales corresponden a los cultivares superiores que no se diferenciaron estadísticamente entre sí ( $p \leq 0,05$ ).

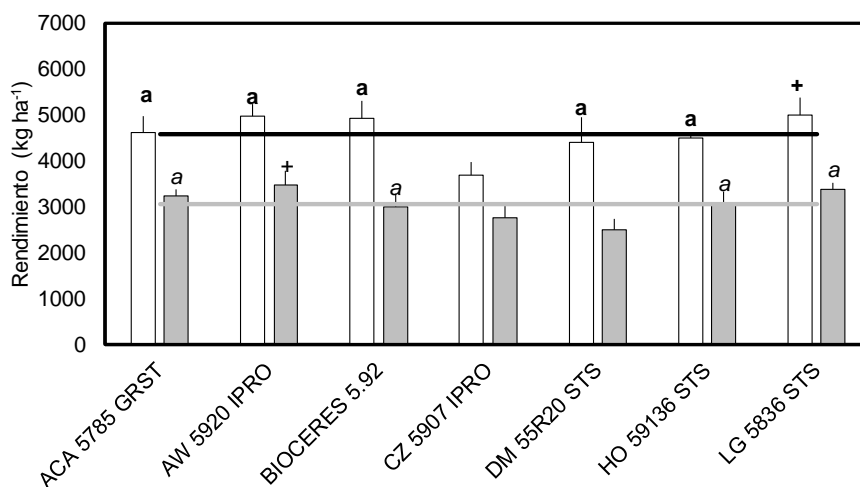
Los cultivares de ciclo V largo presentaron una duración total de 151 y 134 días en soja de primera y de segunda respectivamente. En la fecha temprana el ciclo total varió entre 146 y 160 días, mientras que en segunda el rango fue entre 130 y 137 días (Tabla 6). La altura de plantas en R8 en soja de primera fue de 88 cm (variando entre 78 y 98 cm), mientras que en soja de segunda fue de 67 cm en promedio (en un rango entre 60 y 73 cm). Se detectaron 4 cultivares con vuelco de plantas en la fecha de siembra de primera, mientras que en soja de segunda, no se registró vuelco de plantas (Tabla 6).

**Tabla 6.** Cultivares del GM V largo. 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 de soja de primera y de segunda.

	Soja de primera					Soja de segunda				
	S-R1	R1-R5 días	R5-R8	Vuelco (0-4)	Altura en R8 cm	S-R1	R1-R5 días	R5-R8	Vuelco (0-4)	Altura en R8 cm
ACA 5785 GRST	59	35	52	2	82 ± 3	58	18	54	0	63 ± 2
AW 5920 IPRO	64	30	56	2	92 ± 2	60	18	52	0	73 ± 4
BIOCERES 5.92	64	30	56	0	78 ± 6	58	19	53	0	60 ± 3
CZ 5907 IPRO	60	34	56	0	83 ± 6	58	19	60	0	65 ± 3
DM 55R20 STS	52	40	56	0	88 ± 4	49	26	62	0	72 ± 2
HO 59136 STS	66	31	56	3	98 ± 3	58	19	60	0	73 ± 2
LG 5836 STS	70	27	63	3	92 ± 4	63	21	53	0	62 ± 7
Promedio	62	32	56	1	88	58	20	56	0	67



El GM V largo (Figura 7) de primera presentó un rendimiento promedio de 4.562 kg ha<sup>-1</sup> variando entre 3.690 y 5.004 kg ha<sup>-1</sup>, con diferencias significativas entre los cultivares. La soja de segunda tuvo un rendimiento promedio de 3.040 kg ha<sup>-1</sup> (variando entre 2.492 y 3.487 kg ha<sup>-1</sup>), que representa una reducción del 50 % debido al retraso en la fecha de siembra. En este ensayo también se detectaron cultivares con rendimiento significativamente superior (Figura 7).



**Figura 7.** Cultivares del GM V largo. Rendimiento medio (kg ha<sup>-1</sup>) en grano por cultivar correspondiente a los experimentos soja de primera y de segunda en columnas blancas y grises, respectivamente. Línea vertical corresponde al error estándar de los datos. Líneas horizontales negra y gris indican promedio del ensayo de primera y segunda respectivamente. Signo “+” indica el cultivar que obtuvo mayor rendimiento, mientras que letras iguales corresponden a los cultivares superiores que no se diferenciaron estadísticamente entre sí ( $p \leq 0,05$ ).

### Grupo de madurez VI

Los cultivares de ciclo VI corto presentaron una duración total de 160 y 136 días en soja de primera y de segunda, respectivamente. En la fecha de primera el ciclo total varió entre 153 y 162 días, mientras que en la de segunda el rango fue de 135 a 137 días (Tabla 7).

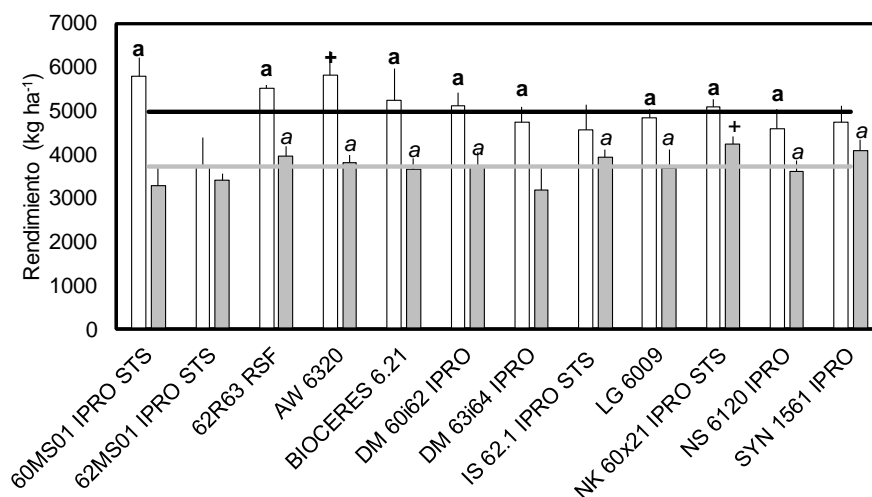
La altura de plantas en R8 en soja de primera fue de 96 cm (variando entre 78 y 128 cm), mientras que en soja de segunda fue de 72 cm en promedio (en un rango entre 67 y 90 cm). Asimismo, se detectaron 9 cultivares con vuelco de plantas en la fecha de siembra de primera y ninguno en la de segunda (Tabla 7).



**Tabla 7.** Cultivares del GM VI corto. 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 de soja de primera y de segunda.

	Soja de primera					Soja de segunda				
	S-R1	R1-R5 días	R5-R8	Vuelco (0-4)	Altura en R8 cm	S-R1	R1-R5 días	R5-R8	Vuelco (0-4)	Altura en R8 cm
60MS01 IPRO STS	66	26	68	2	103 ± 8	58	19	58	0	67 ± 3
62MS01 IPRO STS	69	30	61	3	78 ± 8	55	23	59	0	67 ± 2
62R63 RSF	66	31	65	2	100 ± 0	58	24	55	0	80 ± 8
AW 6320	71	28	54	2	108 ± 3	60	17	60	0	73 ± 2
BIOCERES 6.21	66	33	61	0	83 ± 3	58	19	60	0	63 ± 2
DM 60i62 IPRO	64	28	68	0	100 ± 3	58	19	58	0	68 ± 3
DM 63i64 IPRO	67	32	61	3	128 ± 3	63	21	53	0	90 ± 6
IS 62.1 IPRO STS	71	33	56	3	95 ± 0	63	23	51	0	72 ± 4
LG 6009	71	28	63	0	88 ± 13	63	23	51	0	60 ± 0
NK 60x21 IPRO STS	73	31	56	2	85 ± 5	60	21	54	0	73 ± 2
NS 6120 IPRO	64	33	63	2	80 ± 5	60	24	51	0	70 ± 3
SYN 1561 IPRO	71	30	61	3	100 ± 9	58	26	53	0	80 ± 5
Promedio	68	30	61	2	96	59	20	58	0	72

El GM VI corto (Figura 8) de primera presentó un rendimiento promedio de 4.976 kg ha<sup>-1</sup> variando entre 3.740 y 5.796 kg ha<sup>-1</sup>. La soja de segunda tuvo un rendimiento promedio de 3.692 kg ha<sup>-1</sup> (variando entre 3.194 y 4.239 kg ha<sup>-1</sup>), que representa una reducción del 35% con respecto a la fecha de siembra temprana. En este ensayo también se detectaron cultivares con rendimiento significativamente superior (Figura 8).



**Figura 8.** Cultivares del GM VI corto. Rendimiento medio (kg ha<sup>-1</sup>) en grano por cultivar correspondiente a los experimentos soja de primera y de segunda en columnas blancas y grises, respectivamente. Línea vertical corresponde al error estándar de los datos. Líneas horizontales negra y gris indican el promedio del ensayo de primera y segunda respectivamente. Signo “+” indica el cultivar que mayor rendimiento obtuvo, mientras que letras iguales corresponden a los cultivares superiores que no se diferenciaron estadísticamente entre sí ( $p \leq 0,05$ ).



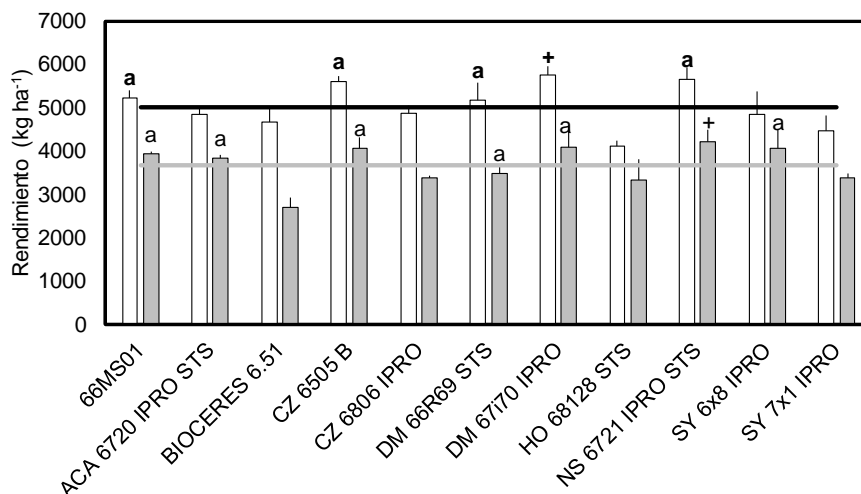
Los cultivares de ciclo VI largo presentaron una duración total de 163 y 136 días en Soja de primera y de segunda, respectivamente. En la fecha de primera el ciclo total varió entre 160 y 164, mientras que en segunda el rango fue de 135 a 137 (Tabla 8).

La altura de plantas en R8 en soja de primera fue de 102 cm (variando entre 87 y 112 cm), mientras que en soja de segunda fue de 83 cm en promedio (en un rango entre 72 y 93 cm). Asimismo, se detectaron 10 y 5 cultivares con vuelco de plantas, en la fecha de siembra de primera y segunda, respectivamente (Tabla 8).

**Tabla 8.** Cultivares del GM VI largo. 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 de soja de primera y de segunda.

	Soja de primera					Soja de segunda				
	S-R1	R1-R5 días	R5-R8	Vuelco (0-4)	Altura en R8 cm	S-R1	R1-R5 días	R5-R8	Vuelco (0-4)	Altura en R8 cm
ACA 6720 IPRO STS	69	37	58	3	107 ± 3	60	24	53	0	87 ± 4
BIOCERES 6.51	70	31	63	2	113 ± 2	63	19	53	0	93 ± 2
CZ 6505 B	66	38	60	3	107 ± 2	58	26	51	2	72 ± 3
CZ 6806 IPRO	67	34	59	2	102 ± 3	63	23	49	0	80 ± 5
DM 66R69 STS	71	30	63	3	107 ± 6	60	24	51	3	85 ± 3
DM 67I70 IPRO	69	35	60	3	87 ± 2	60	22	55	0	73 ± 4
HO 68128 STS	71	33	60	3	102 ± 4	60	31	46	2	83 ± 3
NS 6721 IPRO STS	70	31	63	4	103 ± 7	43	39	55	2	78 ± 4
SY 6x8 IPRO	70	34	58	4	100 ± 3	60	31	46	2	87 ± 2
SY 7x1 IPRO	70	34	60	4	112 ± 12	51	40	46	0	73 ± 12
Promedio	69	34	60	3	102	58	28	51	1	83

El GM VI largo (Figura 9) de primera registró un rendimiento medio de 4.990 kg ha<sup>-1</sup> variando entre 4.107 y 5.742 kg ha<sup>-1</sup>, mientras que la soja de segunda tuvo un rendimiento promedio de 3.065 kg ha<sup>-1</sup> (variando entre 2.709 y 4.219 kg ha<sup>-1</sup>), que representa un incremento de 63% con respecto a la fecha de siembra de primera. En este ensayo también se detectaron cultivares con rendimiento significativamente superior (Figura 9).



**Figura 9.** Cultivares del GM VI largo. Rendimiento medio (kg ha<sup>-1</sup>) en grano por cultivar correspondiente a los experimentos soja de primera y de segunda en columnas blancas y grises, respectivamente. Línea vertical corresponde al error estándar de los datos. Líneas horizontales negra y gris indican el promedio del ensayo de primera y segunda respectivamente. Signo “+” indica el cultivar que mayor rendimiento obtuvo, mientras que letras iguales corresponden a los cultivares superiores que no se diferenciaron estadísticamente entre sí ( $p \leq 0,05$ ).

### Grupo de madurez VII -VIII

Los cultivares de ciclo VII-VIII presentaron una duración total de 169 y 144 días en soja de primera y de segunda, respectivamente. En la fecha temprana el ciclo total varió entre 162 y 174 días, mientras que en segunda el rango fue entre 137 y 174 días (Tabla 9). La altura de plantas en R8 en soja de primera fue de 104 cm (variando entre 85 y 97 cm), mientras que en soja de segunda fue de 90 cm en promedio (en un rango entre 90 y 113 cm). Asimismo, se detectó vuelco de plantas en todos los cultivares de primera, mientras que en los de segunda, solo en 8 variedades (Tabla 9).

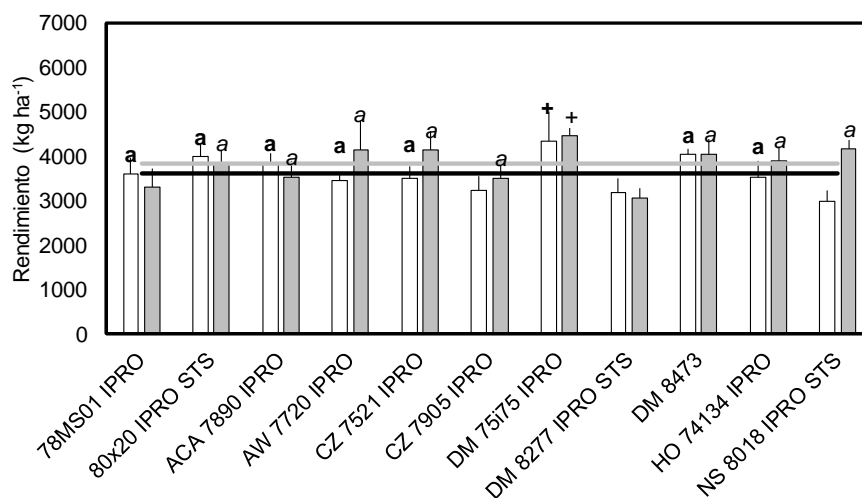




**Tabla 9.** Cultivares del GM VII-VIII. Ciclo (en días) desde siembra a primera flor (S-R1), primera flor hasta comienzo de llenado de granos (R1- R5), comienzo de llenado de granos hasta madurez (R5-R8), vuelco de planta (0-4) y altura de plantas en R8 (cm) correspondiente a los experimentos de soja de primera y de segunda.

	Soja de primera					Soja de segunda				
	S-R1	R1-R5 días	R5-R8	Vuelco (0-4)	Altura en R8 cm	S-R1	R1-R5 días	R5-R8	Vuelco (0-4)	Altura en R8 cm
78MS01 IPRO	66	35	70	3	110 ± 8	71	30	66	4	88 ± 6
80x20 IPRO STS	80	31	60	2	98 ± 6	87	26	61	3	92 ± 3
ACA 7890 IPRO	73	34	57	3	100 ± 8	63	24	50	0	85 ± 3
AW 7720 IPRO	76	28	67	3	108 ± 4	65	26	51	2	92 ± 4
CZ 7521 IPRO	69	37	61	3	103 ± 6	65	24	48	2	92 ± 9
CZ 7905 IPRO	75	34	62	4	110 ± 8	63	26	48	2	93 ± 3
DM 75i75 IPRO	71	36	55	2	107 ± 4	63	26	48	0	83 ± 3
DM 8277 IPRO STS	78	29	64	2	108 ± 9	65	28	49	3	95 ± 5
DM 8473	76	33	62	2	102 ± 4	63	26	48	2	93 ± 4
HO 74134 IPRO	71	30	66	4	102 ± 6	63	28	46	2	85 ± 6
NS 8018 IPRO STS	87	26	61	3	95 ± 3	63	21	58	0	97 ± 3
Promedio	75	33	62	3	104	67	26	52	2	90

El GM VII-VIII (Figura 10) de primera presentó un rendimiento promedio de 3.589 kg ha<sup>-1</sup> variando entre 2.983 y 4.340 kg ha<sup>-1</sup>. La soja de segunda tuvo un rendimiento promedio de 3.805 kg ha<sup>-1</sup> (variando entre 3.303 y 4.466 kg ha<sup>-1</sup>), lo cual representa un incremento de 6% con respecto a la fecha de siembra de primera. En este ensayo también se detectaron cultivares con rendimiento significativamente superior (Figura 9).



**Figura 10.** Cultivares del GM VII-VIII. Rendimiento medio (kg ha<sup>-1</sup>) en grano por cultivar correspondiente a los experimentos soja de primera y de segunda en columnas blancas y grises, respectivamente. Línea vertical corresponde al error estándar de los datos. Líneas horizontales negra y gris indican el promedio del ensayo de primera y segunda respectivamente. Signo “+” indica el cultivar que mayor rendimiento obtuvo, mientras que letras iguales corresponden a los cultivares superiores que no se diferenciaron estadísticamente entre sí ( $p \leq 0,05$ ).



## CONSIDERACIONES FINALES

Las condiciones ambientales durante la campaña 2020/21 fueron favorables tanto para soja de primera como de segunda. Reportes previos indican que los rendimientos provenientes de las fechas de primera son más elevados que en las condiciones de segunda (Rosetti, 2018). Durante esta campaña se evidenció esta diferencia en los experimentos presentados, aún cuando el contenido de agua útil inicial fue bajo comparado a campañas previas. Los rendimientos reportados se debieron principalmente a la distribución y volumen de las precipitaciones contemporáneas 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 et al., 2020), sino también a acortamientos de ciclo y menor radiación solar incidente durante el periodo reproductivo.

Las condiciones ambientales de 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 primera 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.

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 especialmente al equipo de producción vegetal de INTA Reconquista y en particular a Claudio Lorenzini y Marcelo Petroli, quienes ayudaron a la cosecha de parte de estos ensayos. Asimismo, se agradece a Germán Eggel y Alejandro Chiavassa de la EEA INTA Rafaela por la ayuda brindada durante la siembra y cosecha del ensayo.

## 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 pp 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,2017).

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: Agosto de 2020).

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. Pág: 259-275



ROSETTI, L. 2018. Evaluación de cultivares de soja de los grupos de madurez iv a viii en Rafaela, San Justo y Nuevo Torino, campaña 2017/18. Información técnica producción vegetal 2018. Publicación miscelánea - Año VI N° 2 p. 67-101.

ZUIL, S.; ROSETTI, L.; LOZANO CORONEL, A. 2020. Evaluación de cultivares de soja de los GM IV a VIII en EEA INTA Rafaela. Campaña 2019/2020. Información técnica producción vegetal 2020. Publicación miscelánea - Año VIII N° 3 p. 51-70.



# INCORPORACIÓN DE AVENA SATIVA Y VICIA VILLOSA EN UNA SECUENCIA SOJA-MAÍZ TARDÍO PARA REDUCIR INSUMOS.

MASSONI, F.<sup>1\*</sup>; MERKE, J.<sup>1</sup>; PICCO, J.<sup>2</sup>; ORELLANO, E.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>IDICAL (INTA-CONICET), <sup>2</sup>INTA EEA RAFAELA

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

Resumen enviado al II Congreso Argentino de Agroecología. Aceptado: 30/09/2021

## RESUMEN

En el INTA Rafaela se desarrolló una experiencia de producción agrícola para iniciar la transición de un sistema de producción convencional hacia otro más sustentable y de menor impacto ambiental, con un menor uso de fitosanitarios y fertilizantes y con la incorporación de cultivos de servicios (CS). Con el objetivo de aumentar la biodiversidad y el tiempo con cobertura viva, se incrementó el número de especies vegetales conformando puentes verdes invernales dentro de una secuencia soja-maíz tardío. La secuencia planteada fue en el primer año de avena + vicia/ maíz tardío y en el segundo año avena por resiembra natural/ soja 1°. Se aplicaron principios ecológicos para el manejo de la relación cultivo-plagas-malezas y ciclos de nutrientes. La inclusión del CS aportó diversidad vegetal, favoreció la actividad biológica y redujo el uso de productos de síntesis. En planteos técnicos de bajos insumos, la propuesta planteada representa una alternativa para sistemas en transición agroecológica.

## DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

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. El área de estudio conformó una superficie de 3,5 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). El clima es templado pampeano. Durante las campañas 2016/17 y 2017/18, se desarrolló la experiencia que consistió en la incorporación de CS en la secuencia convencional de la zona núcleo (soja-maíz). En el primer año los cultivos fueron avena + vicia/ maíz tardío, y en el segundo año avena (resiembra natural) / soja 1°. En relación a la incorporación del CS, se optó por una mezcla de *Vicia villosa* con *Avena sativa*, debido al comportamiento rastrero de la leguminosa y a la estructura aérea de la gramínea utilizada como soporte. Entre sus ventajas se consideró la fijación biológica del nitrógeno para aprovechamiento del cultivo de maíz sucesor y la consiguiente disminución del uso de fertilizantes, el mejoramiento del balance del carbono en el suelo debido al aporte de materia orgánica, la capacidad para limitar la emergencia de malezas por competencia de luz y nutrientes, mejorar el almacenaje de agua y regular la dinámica de organismos plagas y benéficos.

El CS se sembró en siembra directa el 24/5/2017 sobre un rastrojo de soja, con una densidad de 30 kg ha<sup>-1</sup> de vicia y 25 kg ha<sup>-1</sup> de avena. Se utilizó una sembradora de grano fino Frankhauser® a 0,15 m de espaciamiento. La semilla de vicia fue inoculada con la cepa D70 de *Rhizobium leguminosarum* variedad simbiótica viciae. La interrupción del ciclo del CS fue mediante el secado mecánico con un rolo triturador de



rastreros Secman<sup>®</sup> de tres cuerpos utilizado en sentido perpendicular a la siembra. Para la estimación de materia seca (PMS ha<sup>-1</sup>), se tomaron 12 muestras al azar con el método del aro de ¼ m<sup>2</sup> cuando el CS se encontraba en estado reproductivo. Las muestras se secaron en estufa a 65°C durante 72 horas y luego se pesaron.

Se registraron las principales especies de malezas anuales, primavera-estivales y otoño-invernales presentes en el lote bajo estudio. A su vez, para cuantificar el riesgo potencial de las prácticas de manejo en el agroecosistema, se consideró la suma de los plaguicidas utilizados y el coeficiente de impacto ambiental EIQ (por su sigla en inglés - Environmental Impact Quotient) (Kovach et al., 1992). El cálculo del EIQ se realizó con base en los herbicidas empleados a partir de la metodología de cálculos de Eshenaur et al. (2020) y se multiplicaron por los gramos de ingrediente activos (i.a.) para obtener el impacto ambiental (EI); mientras mayor sea el valor del EI, mayor es el riesgo ambiental.

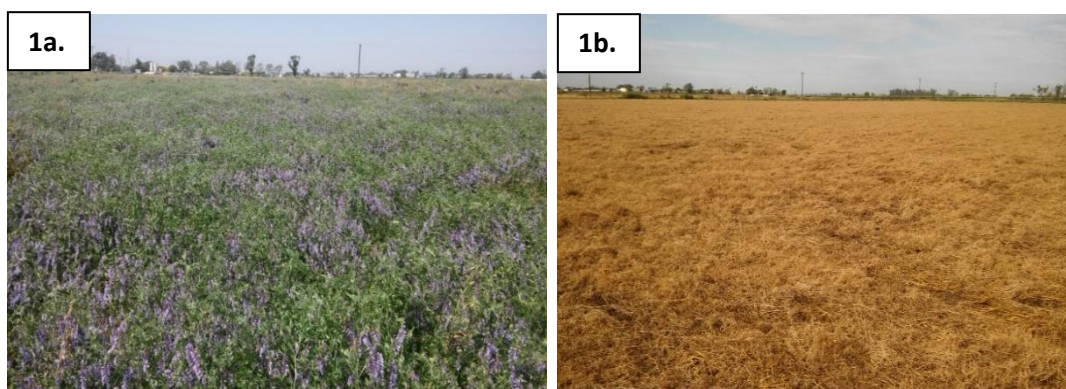
Para conocer la diversidad de artrópodos que colonizaron el CS se procedió al muestreo de insectos donde se determinaron aquellos grupos taxonómicos de importancia económica por su rol como plagas en cultivos de soja, maíz, trigo y pasturas de alfalfa. El muestreo de insectos se desarrolló semanalmente durante septiembre con una red de arrastre de 0,38 m de diámetro por 1,20 m de largo cuya superficie de barrido representó 1m<sup>2</sup>. Se recorrieron seis transectas y se determinaron 5 estaciones de muestreo de 10 golpes de red. Los individuos fueron recolectados en bolsas plásticas y el material fue procesado en laboratorio. Se estimó la abundancia relativa de las especies de hemípteros y el parasitismo expresado en porcentajes de chinches con huevos del parasitoide.

El maíz tardío se sembró el 23/12/2017 en siembra directa sobre el residuo rolado de vicia y avena. El 23/5/2018 se estimó el rendimiento de grano (kg ha<sup>-1</sup>) mediante la cosecha manual de 6 submuestras compuestas por 2 surcos de 5 metros lineales. Se ajustó la humedad al 14,5%. Durante el período otoño invernal, se mantuvo la cobertura de avena de resiembra natural sin intervención hasta fines de octubre donde se realizó el barbecho químico en presiembra de soja de primera sembrada en directa el 31/10/2018. La cosecha de soja se realizó el 12/4/2019 con un equipo experimental Wintersteiger<sup>®</sup>. Se trillaron 6 submuestras representadas cada una por una superficie de 15,6 m<sup>2</sup>, se calculó el rendimiento y se corrigió la humedad al 13,5%.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### Manejo del cultivo de servicios en la secuencia soja-maíz tardío.

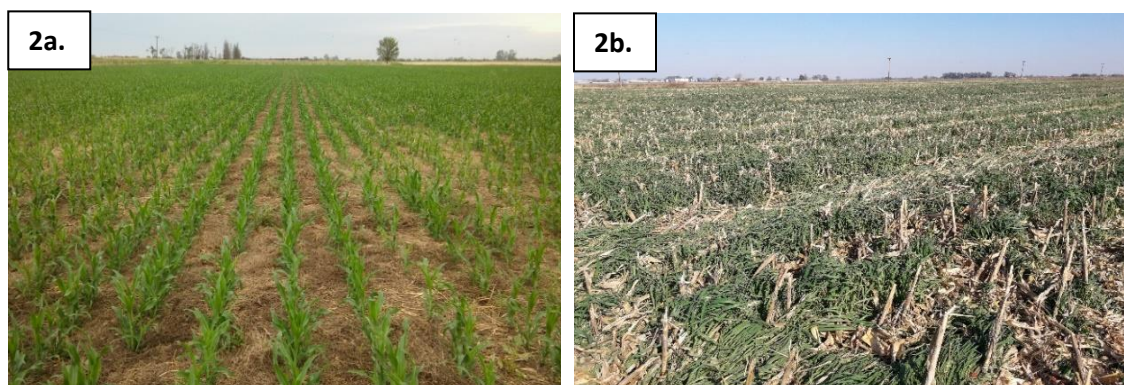
Las principales malezas registradas durante ambas campañas fueron: a) primavera-estivales: *Amaranthus sp.*, *Commelina erecta*, *Parietaria debilis*, *Sorghum halepense*, *Digitaria sanguinalis*, *Eleusine indica* y b) otoño-invernales: *Conyza bonariensis*; *Bowlesia incana*, *Capsella bursa-pastoris*, *Gamochaeta subfalcata*. El CS se desarrolló en condiciones normales y el 29/11/2017 se estimó la producción de materia seca cuando la avena se encontraba en estado de llenado de granos y la vicia en floración plena, logrando 10.113 kg ha<sup>-1</sup> (31,2% MS ha<sup>-1</sup>) (Figura 1a). Con la técnica del rolado del CS, se provocó la destrucción de los haces vasculares y se logró su secado mecánico (Figura 1b). De esta manera, se evitó el uso de herbicidas y se redujo el número de aplicaciones en comparación con el barbecho químico convencional. Como la avena finalizó la formación de granos, las semillas quedaron en el suelo con la posibilidad de originar plantas de crecimiento espontáneo durante la época otoño-invernal del siguiente ciclo productivo.



**Figura 1a.** Lote con *V. villosa* en estado de floración y *A. sativa* en llenado de granos; **1b.** Cobertura de *V. villosa* y *A. sativa* a las 48 horas del rolado.

El abundante residuo sobre el suelo, dificultó por sombreado la emergencia de malezas previas a la implantación del maíz tardío sucesor. Además, con la incorporación gradual del residuo en el suelo, se aportó nitrógeno por mineralización biológica reemplazando fertilizantes inorgánicos como la urea. Según, Clark et al., (1994), la concentración de nitrógeno en la biomasa aérea de la *V. villosa* es aproximadamente 3,5 a 4%, por lo tanto, el aporte aproximado del CS habría sido de 300 kg de nitrógeno.

El corte del ciclo del CS fue aproximadamente 45 días previo a la implantación del cultivo de maíz, lo que permitió la recarga de agua del perfil a través de las precipitaciones primaverales. A su vez, la cobertura superficial disminuiría las pérdidas potenciales de agua por evaporación. En una campaña con lluvias por debajo de los valores normales como en la ocurrida, donde desde noviembre de 2017 a marzo de 2018 se registraron precipitaciones inferiores a los promedios históricos, siendo el trimestre enero-febrero-marzo el más seco de la serie histórica 1930-2017 (Estación Agrometeorológica, EEA Rafaela), el contenido hídrico disponible para el maíz fue determinante para su buen desarrollo. En la implantación del maíz tardío, no se utilizaron herbicidas debido a la ausencia de malezas de verano (Figura 2a). Sin embargo, en postemergencia del cultivo, durante la etapa de V5, debido a la elevada competencia de especies como *Amaranthus sp.* se realizó una única aplicación con dicamba 57,71% (0,150 litros ha<sup>-1</sup>). El cultivo de maíz, durante la campaña 2017/18 registró un rendimiento de 6.534 kg ha<sup>-1</sup> en una campaña donde la falta de precipitaciones provocó una sequía de gran magnitud que repercutió negativamente en el cultivo, tanto a nivel nacional como en la región centro-norte de Santa Fe donde la producción final de grano comercial de cultivos de segunda tuvo un rendimiento promedio de 4.650 kg ha<sup>-1</sup>.



**Figura 2a.** Cultivo de maíz tardío sembrado sobre el residuo del CS rolado (avena + vicia); **2b.** Resiembra natural de la avena sobre el rastrojo del maíz tardío.

En post-cosecha del maíz tardío la abundante biomasa lograda por la cobertura de resiembra natural de la avena compitió eficazmente con las malezas latifoliadas otoño-invernales y no se requirió el uso de herbicidas (Figura 2b). Posteriormente, en el mes de agosto se procedió al corte de su ciclo mediante la técnica del rolado en la etapa de grano lechoso. A partir de mediados de septiembre, emergieron las primeras cohortes de “yuyo colorado” (*Amaranthus sp.*) y se utilizó un herbicida preemergente flumioxazin 48% - (0,100 litros ha<sup>-1</sup>) para disminuir la competencia de esta maleza en presiembra del cultivo de soja de 1° sembrado a fines de octubre. Durante el desarrollo del cultivo de verano, no se utilizaron plaguicidas y a mediados de mayo de 2019 se estimó un rendimiento medio de 4.508 kg ha<sup>-1</sup>.

### **Aplicaciones de fitosanitarios e índice de impacto ambiental.**

Respecto al número de aplicaciones de fitosanitarios y al índice de impacto ambiental (EIQ), se realizaron dos aplicaciones de herbicidas residuales durante los dos años en que se desarrolló la experiencia con productos de baja clasificación toxicológica e índice de impacto. La primera con dicamba (EIQ: 1,9) en postemergencia del maíz tardío en enero de 2018, para disminuir la elevada competencia de *Amaranthus sp.*, aunque también se presentaron otras como *Commelina erecta*, *Parietaria debilis* y *Sorghum halepense*. La segunda se realizó con flumioxazin (EIQ: 1) en octubre de 2018, luego del rolado de la avena de resiembra natural, para disminuir la emergencia inicial de *Amaranthus sp.* y posibilitar la implantación de soja de primera. Esto difiere del barbecho largo, intermedio y corto convencional, donde se requieren habitualmente tres o cuatro aplicaciones de herbicidas desde abril-mayo hasta octubre-noviembre en cada año.

### **Organismos plaga y benéficos asociados a la cobertura invernal de avena y vicia.**

Durante septiembre de 2017 se realizó el muestreo de insectos de importancia económica en el CS con red de arrastre. Se hallaron las orugas defoliadoras con un promedio de 1,6 orugas/m<sup>2</sup> y las chinches fitófagas con 2,4 individuos/m<sup>2</sup>. Entre las especies de orugas, la más abundante fue la de la alfalfa, *Colias lesbia*. A su vez, se estimó la abundancia relativa de las especies de chinches: “la chinche verde común” *Nezara viridula*



(42%); “la chinche hedionda” *Edessa meditabunda* (34%); “la chinche de los cuernitos” *Dichelops furcatus* (18%) y “la chinche de la alfalfa” *Piezodorus guildinii* (6%). La chinche verde común fue la más abundante y presentó el 37% de individuos parasitados por la mosca parásita *Trichopoda giacomelli*, destacándose su rol como controlador biológico natural. En el resto de las especies no se encontraron parasitoides. El CS de vicia y avena podría actuar como refugio invernal de hemípteros plaga de cultivos de verano, donde *N. viridula* fue la especie que se halló en mayor abundancia. Además, se registraron otros organismos defoliadores como la vaquita *Diabrotica* sp, tucuras y chicharritas en bajas densidades. Entre los depredadores, se hallaron individuos de las familias Antocoridae, Lygaeidae (Hemiptera), Carabidae, Coccinellidae (Coleoptera), Chrysopidae (Neuroptera), Thomisidae y Araneidea (Araneae), destacándose las arañas como las más abundantes (1 araña/m<sup>2</sup>).

## CONSIDERACIONES FINALES

La inclusión del CS de avena y vicia el primer año y de avena por resiembra natural en el segundo, conformó puentes verdes invernales dentro de la secuencia soja-maíz tardío que aportaron biodiversidad vegetal y redujeron el uso de agroquímicos contribuyendo a la sostenibilidad del sistema productivo. En planteos técnicos agrícolas de bajos insumos externos, la propuesta productiva de avena + vicia/maíz tardío - avena por resiembra natural/ soja 1°, representa una alternativa posible para sistemas en transición agroecológica.

## BIBLIOGRAFIA

- Clark, A. J.; Decker, A. M.; Meisinger, J.J. (1994). Seeding rate and kill date effects on hairy vetch-cereal rye cover crop mixtures for corn production. *Agronomy Journal* 86: 1065–1070.
- Eshenaur, B., Grant, J., Kovach, J., Petzoldt, C., Degni, J., and Tette, J. (2020). [www.nysipm.cornell.edu/publications/EIQ](http://www.nysipm.cornell.edu/publications/EIQ). Environmental Impact Quotient: “A Method to Measure the Environmental Impact of pesticides”. New York State Integrated Pest Management Program, Cornell Cooperative Extension, Cornell University. 1992-2020
- Estación Agrometeorológica INTA EEA Rafaela, Santa Fe. Disponible en <http://rafaela.inta.gov.ar/agromet>. Accedido en Junio de 2021.
- INTA, 2009. Disponible en <http://rafaela.inta.gov.ar>. Accedido en abril de 2021.
- Kovach, J., Petzoldt, C., Degni, J., and Tette, J. (1992). A method to measure the environmental impact of pesticides. *New York’s Food and Life Sciences Bulletin* 139:1-8.
- Resultado económico de la campaña 2018/18 de maíz en el centro-norte de la provincia de Santa Fe. Disponible en <https://www.bcsf.com.ar>. Accedido en Julio de 2021.





# PROTECCIÓN DE CULTIVOS





# DAÑOS DE “LA ORUGA COGOLLERA” *SPODOPTERA FRUGIPERDA* Y “LA ISOCA DE LA ESPIGA” *HELICOVERPA ZEA* ENTRE UN MAÍZ CONVENCIONAL *No-BT* Y MAÍCES *Bt* DE SIEMBRA TEMPRANA, EN EL CENTRO DE SANTA FE.

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

<sup>1</sup>IDICAL (INTA-CONICET), <sup>2</sup>CONICET

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

## INTRODUCCIÓN

Los lepidópteros conforman el grupo de plagas más importantes del cultivo de maíz en la Argentina. La “oruga cogollera” (*Spodoptera frugiperda*) provoca severos daños debido a que sus larvas tienen hábitos cortadores, defoliadores, cogolleros y pueden afectar espigas y panojas (Willink *et al.*, 1993; Margheritis y Rizzo, 1965; Iannone y Leiva, 1994).

En la Región Pampeana estos perjuicios ocurren principalmente a partir de la siembra de los maíces tardíos en diciembre (Leiva y Iannone, 1994). Los niveles de daño consisten en pequeñas lesiones circulares en el cogollo y expansión de hojas, pocas lesiones alargadas de hasta 1,3 cm (daño 3 en la escala de Davis) (Davis *et al.*, 1992), presencia de larvas y desoves. Las larvas de “la isoca de la espiga” (*Helicoverpa zea*) dañan los estigmas, penetran en la espiga y consumen el grano (Margheritis y Rizzo, 1965; Leiva y Iannone, 1994). Además, las lesiones generan una vía de entrada de microorganismos causantes de la pudrición de la espiga.

En la zona centro de Santa Fe se reportaron importantes daños causados por *S. frugiperda* en maíces de siembras tardías. Estudios anteriores mostraron que en híbridos convencionales la aplicación foliar de insecticida en el estado de V5 (Ritchie y Handway, 1982) evitó pérdidas del 20% (con niveles de daño del 77%) y del 25% (con niveles de 88%) en ambos casos con 7-8% de plantas con presencia de desoves (Massoni y Trossero, 2019). Durante la campaña 2016/17 en Rafaela, a excepción de Vip3, las tecnologías VT3P, PW y MG superaron el umbral de daño (UD)= 20% de plantas con daño  $\geq$  a 3 en la Escala de Davis: Vip3=5%, VT3P=24%, PW=34%, MG=65%, No-Bt=89% (Massoni *et al.*, 2017). Por otro lado, en maíces tempranos no se observaron daños relevantes. Sin embargo, actualmente, la mayor proporción de híbridos comerciales disponibles, incluyen eventos de protección simples y/o apilados independientemente de la época de siembra.

Se plantea la hipótesis de que en maíces con fecha de siembra temprana no se espera encontrar diferencias significativas en el porcentaje de daño en plantas producidos por la “oruga cogollera” y la “isoca de la espiga” entre híbridos *Bt* y *No-Bt*. Por lo tanto, si dichos híbridos son levemente afectados no se justificaría el uso de estrategias biotecnológicas para su protección, lo que disminuiría la presión de selección, mitigaría el surgimiento de biotipos resistentes y reduciría los costos productivos. Las bajas densidades de *S. frugiperda* residentes en Santa Fe durante la primavera, afectarían levemente a maíces de siembras tempranas, sin alcanzar los umbrales de daño perjudiciales (UD=20% de plantas con daño) (IRAC, 2020). De esta manera, en fechas de siembra tempranas el impacto en el rendimiento se explicaría en mayor medida por la respuesta del genotipo al ambiente y no por el uso de la tecnología *Bt*.



## OBJETIVO

El presente trabajo pretende evaluar el daño de “la oruga cogollera” y “la oruga de la espiga” en un maíz convencional (No-*Bt*) y en maíces con tecnología *Bt* (PW, VT3P, Vip3, VYHR) de siembra temprana, en el centro de Santa Fe.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la campaña agrícola 2019/20 en la Estación Experimental Agropecuaria Rafaela, del INTA (31°12'09.96" S 61°30'14.45" O) sobre un suelo *Argiudol típico*. Se aplicó un diseño experimental en bloques completamente aleatorizados, con doce tratamientos y cuatro repeticiones (Tabla 1). Adicionalmente, se registraron los datos de temperaturas medias mensuales y precipitaciones en la Estación Agrometeorológica de la EEA.

**Tabla 1.** Tratamientos considerados en el experimento, híbridos comerciales, tecnología y empresa.

Tratamiento	Híbrido	Tecnología	Empresa
T1	SYN126 Vip3	Agrisure Viptera	Syngenta
T2	SYN860 Vip3	Agrisure Viptera	Syngenta
T3	DK6910 VT3P	VT3P	Bayer
T4	DK7220 VT3P	VT3P	Bayer
T5	NS7818 Vip3	Agrisure Viptera	Nidera
T6	DK7320 VT3P	VT3P	Bayer
T7	MS7123 PW	Powercore	Macro Seed
T8	P2089 VYHR	Leptra	Pioneer
T9	P1815 VYHR	Leptra	Pioneer
T10	NEXT22.6 PW	Powercore Ultra	Brevant
T11	BRV 507 PW	Powercore Ultra	Brevant
T12	DK7210-Testigo	No- <i>Bt</i>	Bayer

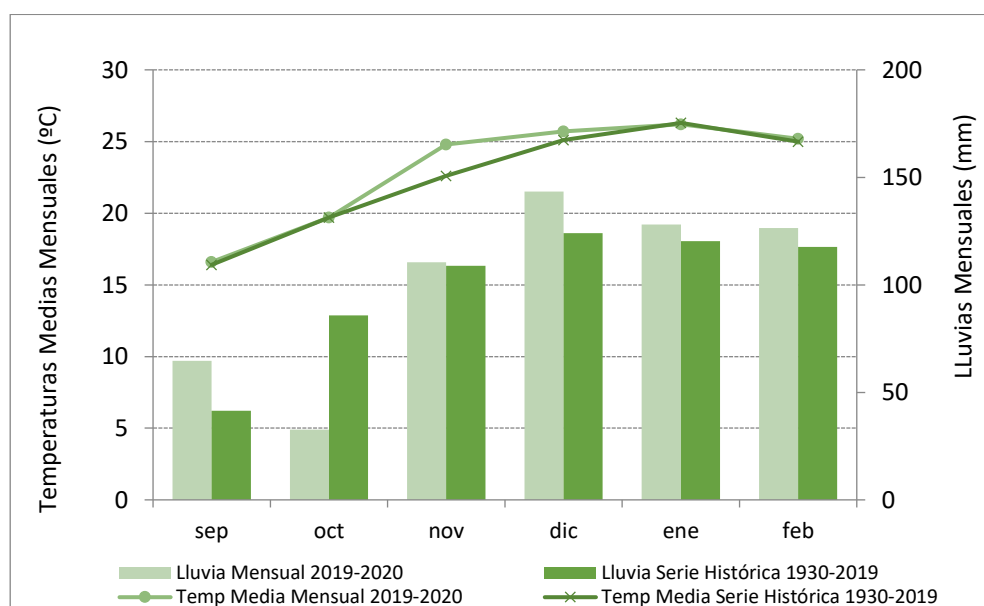
El ensayo se implantó en siembra directa el 18/09/2020. La unidad experimental fue la parcela de 41,6 m<sup>2</sup>. La densidad de siembra utilizada fue de 80.000 plantas ha<sup>-1</sup>. La fertilización nitrogenada consistió en una aplicación de urea con una dosis de 70 kg ha<sup>-1</sup> de N a la siembra, y otra al voleo en V5 con 92 kg ha<sup>-1</sup> de N. El manejo de malezas consistió en una aplicación en preemergencia de glifosato (2 litros ha<sup>-1</sup>), biciclopirona (1 litros ha<sup>-1</sup>) y s-metolacoloro (1,2 litros ha<sup>-1</sup>).



La estimación de plantas dañadas por larvas de *S. frugiperda* se realizó con la escala de Davis (Davis *et al.*, 1992) en 20 plantas por parcela desde V1 hasta el estado de V7, según la escala de Ritchie & Handway (1982). Se consideraron dañadas aquellas en las que se registró un valor  $\geq 3$ . Por otro lado, se evaluaron las plantas afectadas por *H. zea* mediante el “porcentaje de plantas con larvas en espiga” durante el estado fenológico de grano lechoso (R3) y el “porcentaje de plantas con espigas dañadas” en grano dentado (R5) sobre 20 plantas por parcela. Las densidades de lepidópteros, se analizaron con modelos lineales generalizados mixtos (MLGM) utilizando el programa INFOSTAT®. Las diferencias entre los valores medios se analizaron con el test LSD de Fisher. Se evaluó el rendimiento y sus componentes sobre una muestra compuesta por dos surcos de cinco metros lineales por parcela. Se ajustó la humedad al 14,5%. Se realizó el análisis de la varianza del INFOSTAT® 2020 y las diferencias entre medias se compararon con el test LSD de Fisher con un 5% de significancia (Di Rienzo *et al.*, 2020).

## RESULTADOS

Las condiciones climáticas mensuales de precipitación y temperatura media durante el ciclo del cultivo, registraron valores de 1,2% y 2,2% superiores a la serie histórica, respectivamente (Figura 1).



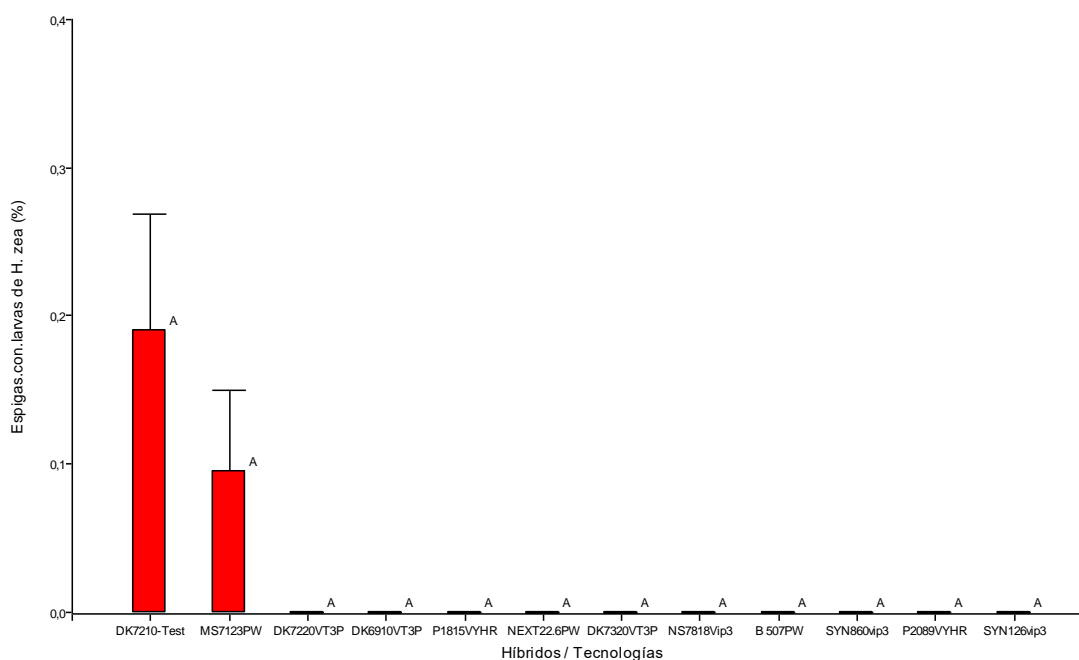
**Figura 1.** Precipitaciones y temperatura media registradas durante los meses de septiembre de 2019 a marzo de 2020 y sus respectivas series históricas. Estación Agrometeorológica, EEA Rafaela del INTA.

Respecto a *S. frugiperda* no existieron diferencias significativas en el porcentaje de plantas que presentaron daño  $\geq 3$  en la escala de Davis ( $p > 0,05$ ) entre los tratamientos. El híbrido DK7210-Testigo registró un 1,7% de plantas con daño (1 planta dañada en promedio cada 60 plantas), mientras que el resto de los materiales no fueron afectados.

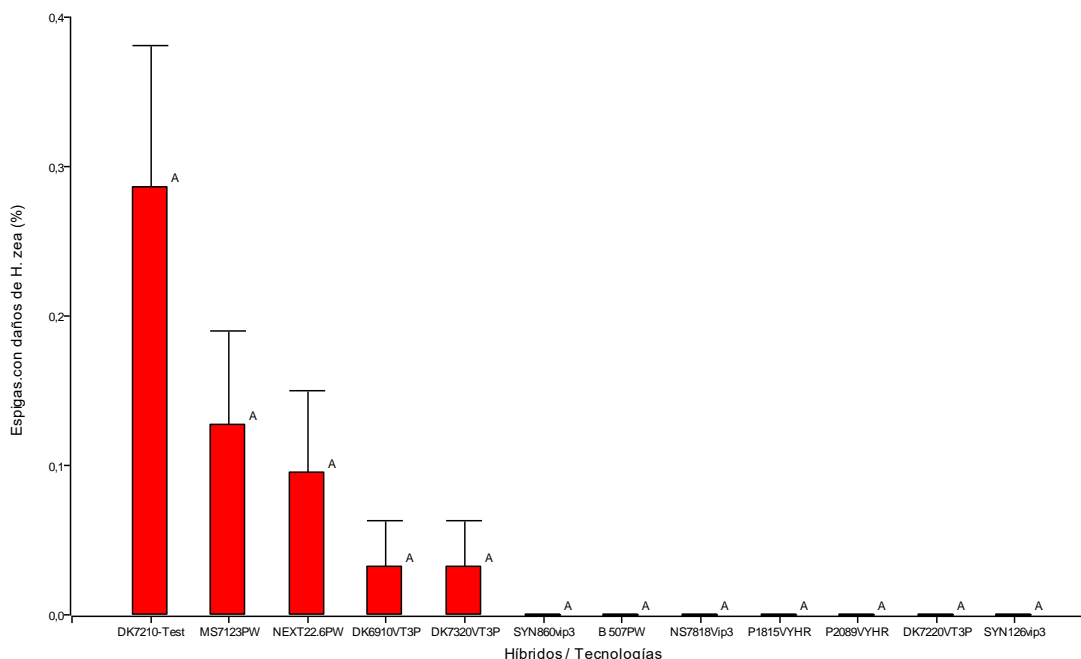


Al considerar que “la oruga cogollera” es una especie migratoria y de frecuencia estival, razón por la que sus larvas afectan principalmente a maíces sembrados en fechas tardías en la Región Pampeana (Iannone, y Leiva, 1994), las poblaciones residentes en el centro de Santa Fe que hubieran sobrevivido al invierno en el suelo en el estado de pupa (Leiva y Iannone 1994), darían origen a larvas que inicien la infestación en primavera. Sin embargo, al considerar las condiciones meteorológicas invernales en el centro de Santa Fe durante el año 2019, donde desde mayo hasta septiembre se registraron 33 heladas agronómicas y 29 heladas a 0,05 m sobre la superficie del suelo, lo que ocasionó que la supervivencia de pupas resultara afectada y explicaría, en parte, los escasos daños registrados en el período evaluado.

En cuanto a la *H. zea* no existieron diferencias significativas en el porcentaje de espigas con larvas ( $p>0,05$ ) durante principios de enero en el estado de grano lechoso (R3). Sin embargo, en los híbridos DK7210-Testigo y MS7123PW se encontró la presencia de larvas, aunque en mínimos porcentajes (menor al 3%) (Figura 2). A su vez, no existieron diferencias significativas en el porcentaje de espigas con daño de “la isoca de la espiga” ( $p>0,05$ ) durante fines de enero en el estado de grano duro (R5), aunque en algunos híbridos se registraron daños leves: DK7210-Testigo (3%), MS7123PW (1,3%), NEXT22.6PW (1%), DK7320VT3P (0,3%), DK6910VT3P (0,3%) (Figura 3). Durante el período evaluado, todos los tratamientos se mantuvieron muy por debajo de los UD preestablecidos.



**Figura 2.** Porcentaje de espigas con larvas de *H. zea* en cada uno de los híbridos evaluados en el estado fenológico de R3.



**Figura 3.** Porcentaje de espigas con daño de *H. zea* en cada uno de los híbridos evaluados en el estado fenológico de R5.

Los mínimos daños de *H. zea* registrados, especialmente en el tratamiento control, explicarían la baja población de adultos que pudieran emerger de las pupas invernantes en la zona centro de Santa Fe durante la primavera. Por lo tanto, esto permitiría inferir que, al ser también “la isoca de la espiga” una especie migratoria, los adultos que colonicen el cultivo arribarían desde fines de enero y febrero, coincidente con plena floración de maíces de siembras tardías, para oviponer en los estigmas y generar las primeras cohortes de larvas que ataquen principalmente a híbridos de segunda fecha de siembra.

En el rendimiento no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ( $p= 0,2863$ ). Se observaron tres grupos de híbridos con rendimientos menores (a), intermedios (b) y mayores (c): a) NS7818Vip3; b) Syn860Vip3, Next22.6PW, DK7320VT3P, DK6910VT3P, Syn126Vip3, DK7210-Testigo; c) 7123PW, 507PW, P2089VYHR, DK7220VT3P, P1815VYHR (Tabla 2).

El rendimiento del control DK7210-Testigo *No-Bt* coincidió con el valor promedio del ensayo que fue de  $11.646 \text{ kg ha}^{-1}$ , un 13% por encima del valor mínimo registrado en el material NS7818Vip3 y un 7% por debajo del máximo logrado por P1815VYHR. Por lo tanto, el rendimiento alcanzado por cada híbrido, se debió la expresión de su genotipo en el ambiente productivo, independientemente de la tecnología de protección *Bt* utilizada. Se acepta la hipótesis de que los híbridos de siembras tempranas en primavera, son levemente afectados por *S. frugiperda* y *H. zea* y no se justificaría el uso de la tecnología *Bt* para ambos lepidópteros plaga. Cabría considerar el daño potencial del “barrenador del tallo” *Diatraea saccharalis*, especialmente en secuencias maíz-maíz debido al hábito invernante de sus larvas protegidas dentro de los tocones de rastrojos.

**Tabla 2.** Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) y peso de granos (mg) de los tratamientos evaluados entre septiembre de 2019 y marzo de 2020 en la Estación Experimental Agropecuaria Rafaela, del INTA

Tratamiento	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )	Peso de granos (mg)
NS7818 Vip3	10,153 A	237 A B C
SYN 860 Vip3	10,941 A B	227 A B
NEXT 22.6 PW	11,244 A B	250 A B C
DK 7320 VT3P	11,263 A B	226 A B
DK6910 VT3P	11,395 A B	232 A B C
SYN126 Vip3	11,602 A B	267 C
DK7210-Test	11,646 A B	210 A
MS7123 PW	12.070 B	233 A B C
BRV 507 PW	12.160 B	226 A B
P2089 VYHR	12,281 B	264 B C
DK7220 VT3P	12,775 B	235 A B C
P1815 VYHR	12,524 B	265 B C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## CONSIDERACIONES FINALES

En condiciones ambientales de frecuentes heladas agronómicas, precipitaciones y temperaturas medias levemente por encima de los promedios históricos, como las que ocurrieron en el centro de Santa Fe durante la campaña 2019-20, existe bajo riesgo de daño por *S. frugiperda* y *H. zea* en maíces sembrados durante septiembre. Por esta razón, en siembras tempranas, podría optarse por el uso de híbridos *No-Bt* donde el rendimiento a alcanzar se encontraría limitado en mayor medida por el genotipo sembrado, independientemente de la biotecnología de protección contra insectos.

Al considerar el manejo cultural de plagas como estrategia para mitigar el impacto de *S. frugiperda* y *H. zea*, la siembra de maíces convencionales en fechas tempranas sería una alternativa que reduciría la presión de selección sobre las toxinas *Bt*, eficaces para el control de lepidópteros en siembras tardías y retrasaría el proceso de resistencia incurriendo en menores costos productivos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Davis, F.; Ng, S. S. and Williams, W. P. 1992. Visual rating scale for screening whorl stage corn resistance to fall armyworm. Tech. Bull. 186, *Mississippi Agric. Forest. Exper. Sta.* 9 pp.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión (2020). Grupo InfoStat, FCA, Univ. Nac. de Córdoba, Argentina.
- Ianonne, N. y Leiva, P.D. 1994. Bioecología, niveles de daño económico y control de la isoca militar *Spodoptera frugiperda* (Smith) en maíz. Carpeta de Producción Vegetal, Serie: Maíz, Tomo XIII, Información N° 122. INTA, EEA Pergamino, 3 p.



- Leiva, P.D y Ianonne. 1994. Manejo de insectos plaga del cultivo de maíz. 1ra Ed. EEA INTA Pergamino. Pergamino, Buenos Aires 73 p.
- Margheritis, A.E y Rizzo, H.F. 1965. Lepidópteros de Interés Agrícola. Orugas, isocas y otras larvas que dañan a los cultivos. Editorial Sudamericana, S.A. Buenos Aires. 197 p.
- Massoni, F.A.; Trossero M.A. y J.E. Frana. 2017. Monitoreo del daño del “gusano cogollero” (*Spodoptera frugiperda*) en híbridos de maíz MG, VT3P, PW, Vip3. Campaña 2016/17. *Publicación Miscelanea N°135. Información técnica de cultivos de verano. Campaña 2017-2018*. EEA INTA Rafaela, INTA Ediciones, Octubre de 2017, pp. 70-77.
- Massoni, F.A y Trossero, M.A. 2019. Pérdidas de rendimiento en maíz convencional asociados a diferentes niveles de daño de *Spodoptera frugiperda*. 2° Simposio de Manejo de Problemas Sanitarios de Cultivos Extensivos. FCA, Univ. Nac. de Córdoba. Julio de 2019, 57 p.
- Ritchie, S. and J.J. Handway. 1982. How a corn plant develops. *Iowa State Univ. Technol. Spec. Rep.*, 48 p.
- Willink, E.; Osoreo, V.M; Costilla, M.A. 1993. Daños, pérdidas y niveles de daño económico por *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz. *Revista Industrial Agrícola*. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, Tucumán, 70 (1-2): 49-52.
- <http://irac-argentina.org/> Accedido en mayo de 2020.
- <http://rafaela.inta.gov.ar/agromet> (Estación Agrometeorológica Rafaela, Santa Fe).





# EVALUACIÓN DE EVENTOS BIOTECNOLÓGICOS PARA EL CONTROL DE LEPIDÓPTEROS EN HÍBRIDOS DE MAÍZ.

MASSONI, F.A.<sup>1\*</sup>

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

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

## INTRODUCCIÓN

Con alrededor de 24 millones de hectáreas sembradas, que representan el 12-13% de la superficie global de transgénicos, Argentina está posicionada como el tercer productor mundial de cultivos genéticamente modificados, después de Estados Unidos y Brasil. A nivel nacional, el cultivo de maíz ha incorporado numerosos avances en su genética para la protección del rendimiento. La tolerancia a herbicidas imidazolinonas, glufosinato de amonio y glifosato y el control de insectos plaga han permitido la siembra con híbridos transgénicos en más del 97% de la superficie del país (ArgenBio, 2020).

El evento Mon 810 (MG) con el gen Cry1Ab fue el primero en ser lanzado en el país para el control del barrenador del tallo del maíz (*Diatraea saccharalis*) en el año 1998. Luego, TC1507 (Hx) con el gen Cry1F, específico para la oruga cogollera (*Spodopera frugiperda*) y más recientemente se introdujeron varios eventos en forma simple o apilada para el control de lepidópteros. Desde su liberación en el país la biotecnología generó beneficios en la producción nacional respecto a mayores rendimientos, mejoras en calidad, reducción de aplicaciones de insecticidas e, inclusive, favoreció la expansión de las siembras tardías en zonas donde no se producía (ArgenBio, 2021). Los híbridos disponibles surgieron bajo las marcas comerciales: MaizGard<sup>®</sup> (MG), Agrisure<sup>®</sup> TD (TDmax), Herculex<sup>®</sup> (Hx), Viptera<sup>®</sup> (VIP3), VT Triple Pro<sup>®</sup> (VT3P), Powercore<sup>®</sup> (PW), Powercore Ultra<sup>®</sup> (PWU) y Leptra<sup>®</sup> (VYHR).

Debido a su difusión los cultivos *Bt*, cuyo nombre se debe a la introducción de un gen de la bacteria *Bacillus thuringiensis* que codifica la producción de proteínas Cry y Vip con actividad insecticida específica, ejercen alta presión de selección sobre los lepidópteros blanco (Andow, 2008; Trumper, 2014). En el país existen programas de manejo de la resistencia a insectos destinados a retrasar este proceso. En 2014, se confirmó la resistencia heredable y recesiva de una población de *D. saccharalis* en la provincia de San Luis, donde resultaron afectadas las tecnologías Hx y VT3P, que contienen las proteínas Cry1F y Cry1A.105, respectivamente (ASA, 2016). Posteriormente, en el 2016, se confirmó la resistencia a la proteína Cry1F de varias poblaciones de *S. frugiperda* en la zona maicera argentina (ASA, 2016). En la zona centro de Santa Fe se reportaron importantes daños de *S. frugiperda* en maíces de siembras tardías. En la EEA INTA Rafaela se registró 78% y 55% de daños en híbridos Hx, para niveles de infestación de 88% y 50%, respectivamente (Massoni *et al.*, 2015; 2016). En 2016/17, a excepción de VIP, las tecnologías VT3P, PW y MG, superaron el UD= 20% de plantas con daño  $\geq$  a 3 en la Escala de Davis: Vip3=5%, VT3P=24%, PW=34%, MG=65%, No-*Bt*=89% (Massoni *et al.*, 2017). En la región NEA Niccia *et al.*, (2020) encontraron baja eficiencia en el control de *S. frugiperda* en la tecnología VT3P con 60% de plantas con daño, mientras que PWU, VYHR y VIP3 redujeron la incidencia de la oruga cogollera en 89%, sin diferencia significativa entre ellos. Balbi y Flores (2020) determinaron que la supresión de *Helicoverpa zea* en maíces VT3P no se diferenció de un híbrido *No-Bt*, como ocurrió con VIP3.



Debido a la pérdida de eficacia de algunos eventos, el manejo de lepidópteros debe apoyarse en el monitoreo sistemático y eventualmente en el control químico. Existen antecedentes sobre pérdidas de rendimiento en un maíz convencional DK72-10RR2 asociados a diferentes niveles de daño de *S. frugiperda* en la zona centro de Santa Fe, donde la aplicación foliar durante el estado fenológico de V5 (Richie y Hanway, 1982), con un nivel de daño del 77% y 88%, y un 7,5% y 6,7% de plantas con desoves en fechas de siembra de diciembre y enero, evitó pérdidas de rendimiento del 20% y 25%, con respecto al testigo, respectivamente (Massoni y Trossero, 2019).

Actualmente, los maíces *Bt* disponibles en el mercado, a excepción del área donde se declaró la resistencia, presentan buen control de *D. saccharalis*, pero se diferencian en la eficacia de control de *S. frugiperda* y *H. zea*. Por esta razón, el objetivo de este trabajo fue evaluar los eventos biotecnológicos para el control de los lepidópteros en maíz, en el centro de la provincia de Santa Fe, durante la campaña 2020/21.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó durante la campaña 2020/21 en el campo de la EEA INTA Rafaela, sobre un suelo *Argiudol típico* (31°12'09.96"S 61°30'14.45"O). Se aplicó un diseño experimental en bloques completamente aleatorizados, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los híbridos utilizados fueron: T1- Testigo: LT626 (no *Bt*), T2- DM2772 VT3P, T3- MS7123 PW, T4- P1815 VYHR, T5- SYN126 VIP3, T6- SRM6620 MG y T7- P2021 PWU.

El ensayo se implantó en sistema de siembra directa el 22 de diciembre de 2020. La unidad experimental fue la parcela de 41,6 m<sup>2</sup> compuestas por 8 surcos distanciados a 0,52 m por 10 m de largo. La densidad de siembra fue de 68.000 plantas ha<sup>-1</sup>. La fertilización consistió en la aplicación de N en forma de urea con una dosis de 150 kg ha<sup>-1</sup> a la siembra y al costado del surco. El manejo de malezas consistió en una aplicación en preemergencia de glifosato 62% (2,5 litros ha<sup>-1</sup>) y thien carbazone-methyl 9% + isoxaflutole 22,5% + cyprosulfamide 15% (0,350 litros ha<sup>-1</sup>). Se registraron los datos de temperaturas y precipitaciones en la Estación Agrometeorológica de la EEA.

En la tabla 1 se presentan los nombres comerciales de las tecnologías *Bt* con las proteínas insecticidas introducidas para el control de lepidópteros (ArgenBio, 2020).

**Tabla 1:** Nombres comerciales de las tecnologías *Bt* con las proteínas introducidas para el control de lepidópteros.

Nombre Comercial	Proteínas introducidas
MaizGard MG	Cry1Ab
Agrisure TD/TG	Cry1Ab
Herculex I HX	Cry1F
Agrisure Viptera 3 VIP3	Vip3Aa20 + Cry1Ab
Agrisure Viptera 4 VIP4	Vip3Aa20 + Cry1Ab + Cry1A.105 + Cry2Ab
VT3PRO VT3P	Cry1A.105 + Cry2Ab
VTPRO4 VTP4	Vip3Aa20 + Cry1A.105 + Cry2Ab
PowerCore PW	Cry1A.105 + Cry2Ab + Cry1F
PowerCore Ultra PWU	Vip3Aa20 + Cry1A.105 + Cry2Ab + Cry1F
Lepra VYHR	Vip3Aa20 + Cry1Ab + Cry1F

La estimación del daño por larvas de *S. frugiperda* se realizó con la escala de Davis (Davis *et al.*, 1992) en 20 plantas por parcela. Las observaciones comenzaron en la etapa fenológica de Ve, hasta el estado de V7, según la escala fenológica de Ritchie y Hanway (1982). Los momentos de muestreo fueron en V3 (7/01/2020), entre V4-V5 (14/01/2020) y en V6 (19/01/2020). Se consideraron dañadas aquellas plantas en las que se registró un valor  $\geq 3$  en la escala mencionada. Se registró el número de larvas vivas por planta y se obtuvo el promedio cada 10 plantas. Las plantas afectadas por *H. zea* se evaluaron mediante el “porcentaje de plantas con larvas en espiga” y el “porcentaje de plantas con espigas dañadas” durante el estado fenológico de grano lechoso (R3) sobre 20 plantas por parcela. Se discriminaron en larvas chicas (L3-L4, menores a 1,5 cm) y larvas grandes (L5-L6, mayores a 1,5 cm).

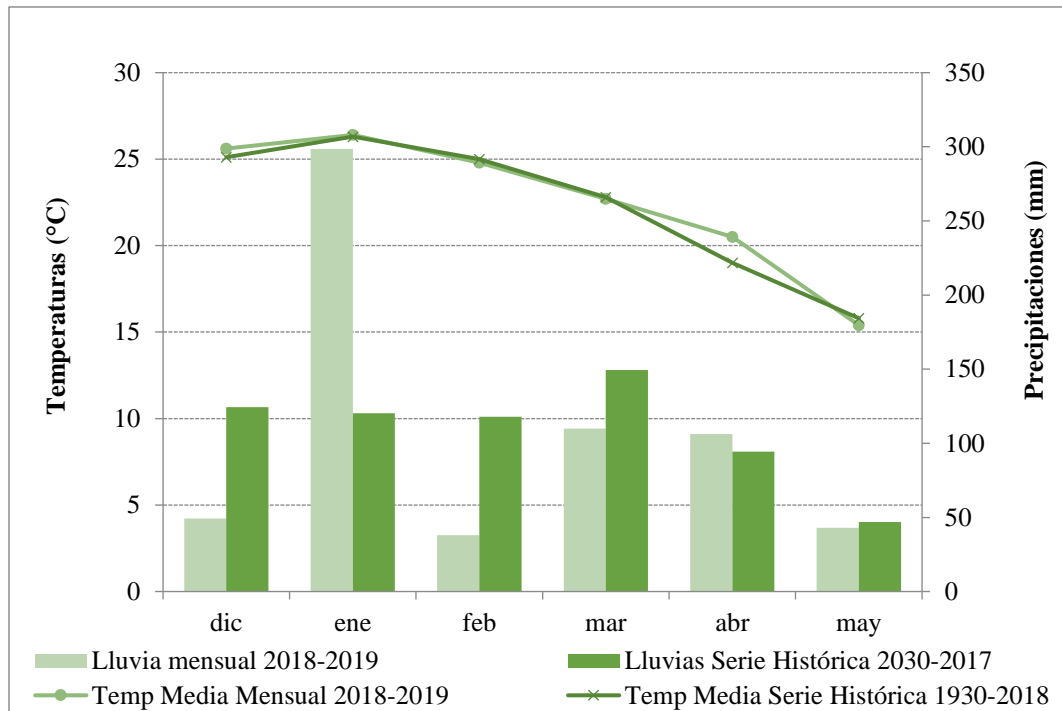
Por otro lado, el daño por *D. saccharalis* se evaluó considerando las “plantas atacadas” y las “plantas dañadas” por el barrenador, expresado en porcentajes. La primera representó a plantas en las que se observó un orificio provocado por el intento de entrada de la larva en el tallo y la segunda correspondió a plantas en las que se registró un orificio de entrada, la presencia de galerías producidas por el barrenado de la larva y el orificio de salida de la misma. Se analizaron 10 plantas por parcela durante el estado de grano dentado R5.

Las densidades de los lepidópteros, se analizaron con modelos lineales generalizados mixtos (MLGM) del software estadístico INFOSTAT<sup>®</sup>. Las diferencias entre los valores medios se analizaron con el test LSD de Fisher con un 5% de significancia. La cosecha se realizó manualmente el 01/06/2021. Se evaluó el rendimiento y sus componentes sobre una muestra compuesta por dos surcos de cinco metros lineales por parcela. Se ajustó la humedad al 14,5%. Se realizó el análisis de la varianza del INFOSTAT<sup>®</sup> 2020 y las diferencias entre medias se compararon con el test LSD de Fisher con un 5% de significancia (Di Rienzo *et al.*, 2020).



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

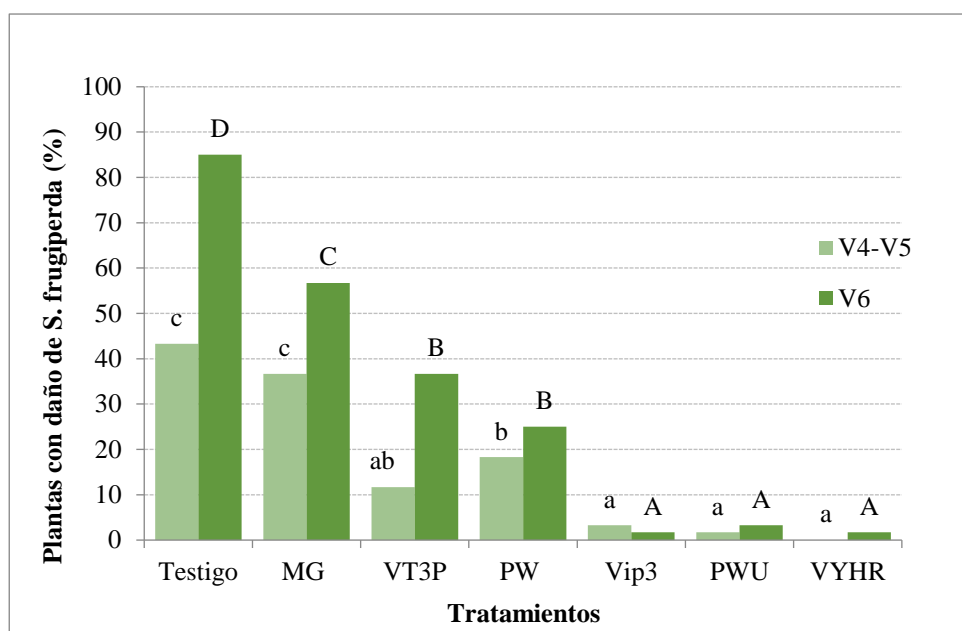
Durante el ciclo del cultivo las precipitaciones fueron 1,2% inferiores a la serie histórica. Sin embargo, en el mes de enero de 2021 hubo registros muy superiores al promedio histórico, superando 2,5 veces a la media. Respecto a las temperaturas medias mensuales fueron de 1,0 % superior a la normal (Figura 1). Estas condiciones resultaron muy favorables para el desarrollo del cultivo de maíz tardío.



**Figura 1.** Precipitaciones y temperaturas media durante diciembre de 2020 a mayo de 2021 y sus respectivas series históricas. Datos obtenidos de la Estación Agrometeorológica, EEA INTA Rafaela.

### *Spodoptera frugiperda*

Los primeros daños foliares provocados por *S. frugiperda* se registraron en la etapa fenológica de V3. En los tratamientos Testigo y PW se observó un 5% de plantas con daño y la presencia de 2 larvas cada 10 plantas, mientras que en la tecnología VT3P se registró sólo un 2% de plantas afectadas. En el resto de los tratamientos no se observaron daños.



**Figura 2.** Porcentaje de plantas de híbridos de maíz con daños de *S. frugiperda* igual o superior al grado 3, según la escala de Davis, en función de las tecnologías evaluadas durante las etapas de V4-V5 y V6. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

En el estado fenológico de V4-V5 se incrementaron los daños de la oruga cogollera y se determinó que existieron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p < 0,0001$ ). Se detectaron tres grupos de híbridos con daños similares: a) Daño elevado: Testigo (43%) y MG (37%); b) Daño intermedio: PW (18%) y VT3P (12%) y c) Daño bajo, menor al 5%, registrado en las tecnologías VIP3, PWU y VYHR (Figura 2).

Durante el estado de V6 aumentaron los daños de *S. frugiperda*. El valor máximo de infestación se observó en el tratamiento Testigo con el 85% de plantas dañadas. Se hallaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ( $p < 0,0001$ ). Los híbridos con las tecnologías VIP3, PWU y VYHR mantuvieron bajos porcentajes de daños, mientras que el Testigo, MG, VT3P y PW superaron al umbral de daño. Estos resultados demuestran que los híbridos con proteínas Cry1A.105 y Cry2Ab tuvieron baja eficacia de control de *Spodoptera* (Figura 2).

Respecto al promedio de larvas cada 10 plantas, en la etapa de V6 se hallaron los siguientes valores: Testigo (6), MG (4), VT3P (2), PW (2), mientras que en los híbridos VIP3, PWU y VYHR no se hallaron larvas vivas. Esto permite inferir que durante la etapa previa a V4-V5, los híbridos con las tecnologías MG, PW y VT3P que tuvieron valores de daño próximos al umbral, debieron haber requerido una aplicación de insecticida para reducir su población y disminuir las pérdidas de área foliar. Cabe aclarar, que los productos evaluados en la EEA INTA Rafaela que presentaron alta eficacia y persistencia fueron las diamidas (clorantropilprole) y las spinosinas (spinosad, spinetoran) (Massoni y Trossero, 2019).

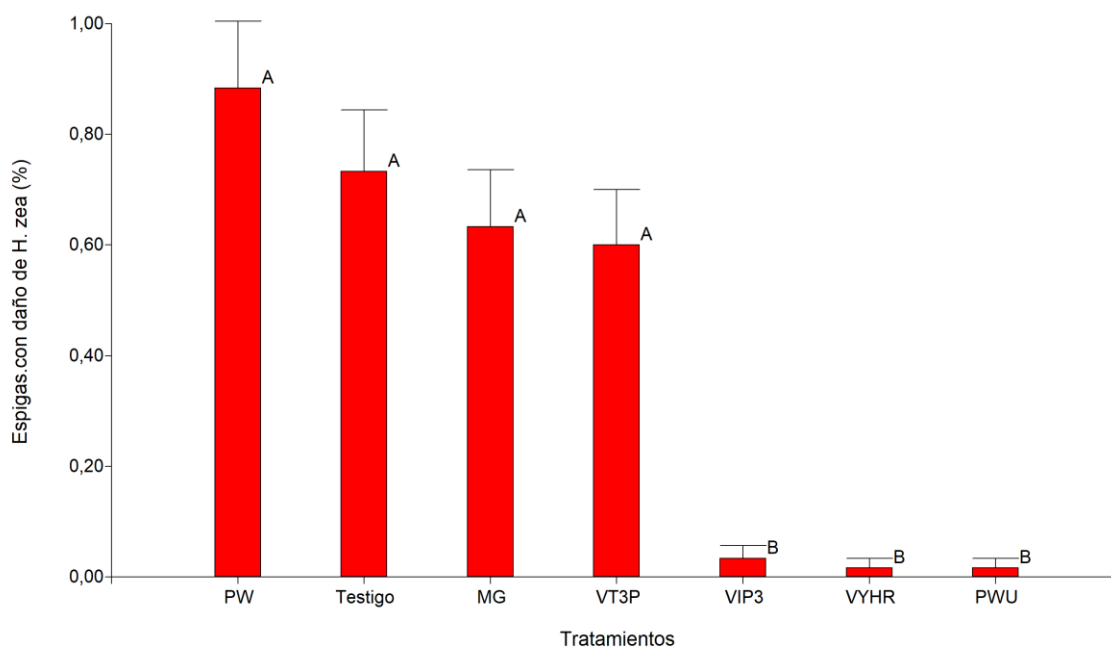
Daños de *S. frugiperda* durante las etapas iniciales (V1-V5) no causarían la muerte de la planta afectada por encontrarse protegido el meristema apical, pero sí un retraso en el crecimiento en relación a otras sanas a causa de un incremento de la competencia por luz, agua y nutrientes. Los daños leves en la escala de Davis (Davis *et al.*, 1992) no afectarían el rendimiento. Contrariamente, los daños severos con presencia de orugas en



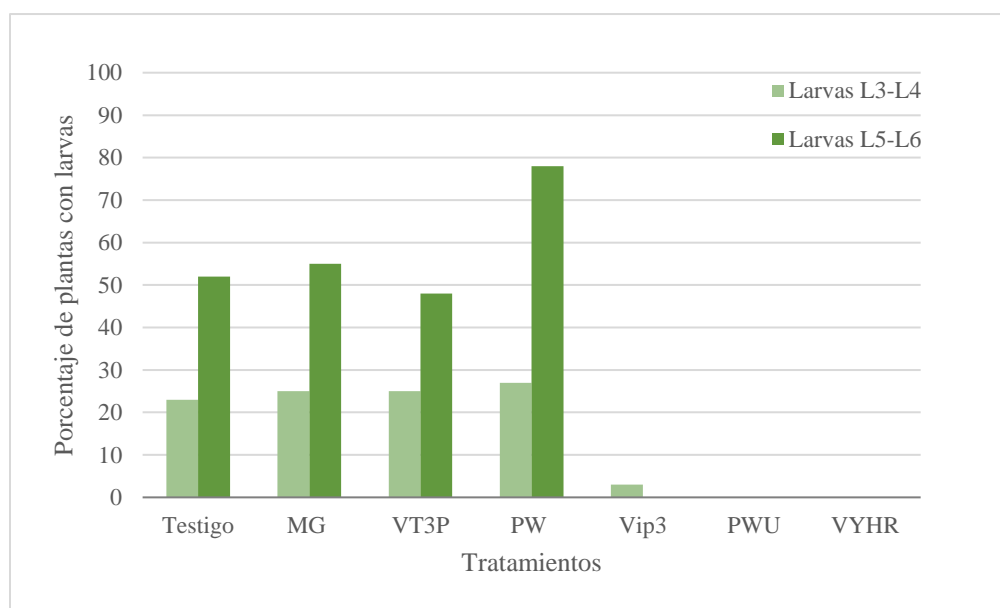
el cogollo incrementarán los riesgos de mermas en el rendimiento. Sin embargo, los híbridos tienen la capacidad de recuperarse, lo que depende de factores ambientales, principalmente humedad y temperatura. Por lo tanto, en un escenario climatológico con lluvias por encima de los valores normales, como el ocurrido en enero de 2021 (298,6 mm), las plantas tuvieron una elevada tasa de recuperación (Figura 1).

### *Helicoverpa zea*

En la etapa fenológica de R3 se registraron daños de *H. zea* y la presencia de larvas en las espigas, donde se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p < 0,0001$ ). La presión máxima de infestación se observó en los tratamientos Testigo y PW. Las tecnologías PWU y VYHR no presentaron daños en espiga mientras que en VIP3 se halló un daño inferior al 3%. Estos tratamientos se diferenciaron del resto que tuvieron los siguientes porcentajes de daños: MG (63%), VT3P (60%), Testigo (73%), PW (88%) (Figura 3).



**Figura 3.** Espigas con daños de *H. zea* expresado en porcentajes, en el estado fenológico de R3. *Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).*



**Figura 4.** Porcentajes de plantas con larvas de *H. zea* en espiga (Larvas L3-L4 y Larvas L5-L6) en el estado fenológico de R3.

Durante la etapa de grano lechoso (R3), se hallaron los siguientes porcentajes de plantas con larvas de *H. zea* en espiga: Testigo (68%), PW (87%), MG (63%), VT3P (60%) y VIP3 (3%). La mayor proporción fueron larvas grandes correspondientes a los estadios de L5-L6. En las tecnologías VYHR y PWU no se hallaron larvas (Figura 4); mientras que en los híbridos Testigo, MG, PW y VT3P se registraron plantas con la presencia de hasta tres larvas por espiga.

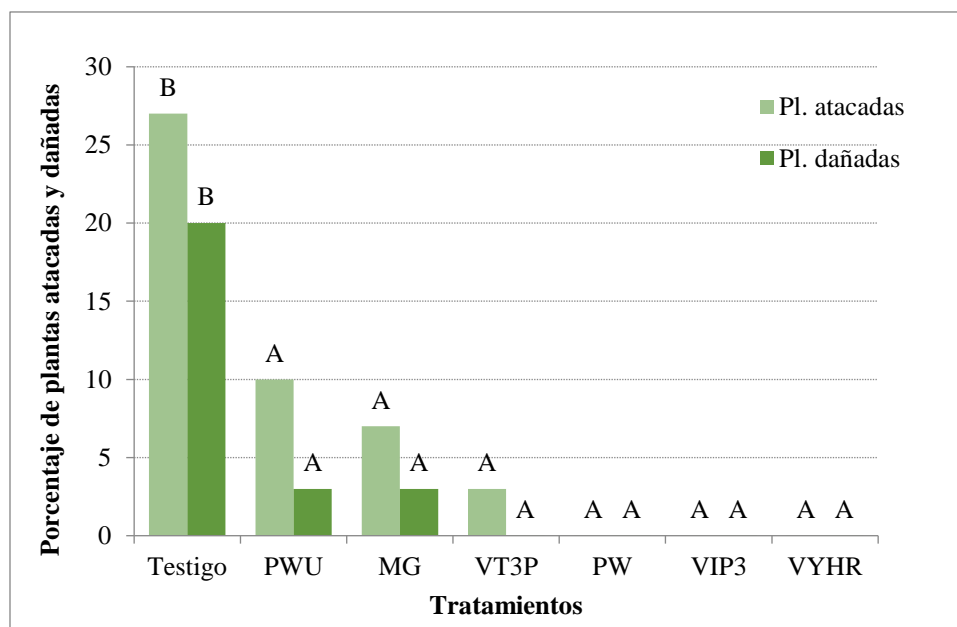
La elevada presencia de plantas con espigas dañadas por *H. zea* no implicaría un alto impacto en los rendimientos. Estudios previos determinaron un porcentaje bajo de granos dañados, menor al 3% en híbridos no *Bt*, con niveles de infestación superiores al 70%. Además, *H. zea* consume los granos de la punta de la espiga que son los de menor tamaño y peso respecto a los de la parte media e inferior (Massoni *et al.*, 2014). Sin embargo, debe considerarse que los orificios ocasionados en las espigas podrían facilitar el ingreso de hongos patógenos causantes de micotoxinas y afectar su calidad (Presello *et al.*, 2016).

La supresión de *H. zea* en maíces PW, y VT3P en coincidencia con Flores y Balbi (2020), no se diferencia actualmente de un híbrido *No-Bt* en coincidencia con lo ocurrido en las campañas anteriores (Balbi y Flores, 2015; Massoni, *et al.*, 2016). Por el contrario, en aquellos híbridos que contienen la proteína Vip3Aa20, la oruga de la espiga continúa siendo susceptible. Estas tecnologías representan la alternativa de manejo más adecuada para la oruga de la espiga. Por lo cual, en ambientes con elevada presión de infestación como la zona centro de Santa Fe, el uso de materiales VIP3, PWU y VYHR podrían evitar pérdidas de rendimiento de hasta 5%. Otras opciones como las aplicaciones de insecticida en cobertura total, resultan poco eficaces debido a la ubicación de sus larvas protegidas en el interior de las espigas.



### *Diatraea saccharalis*

En el análisis de las plantas atacadas y dañadas por el barrenador del tallo, se hallaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ( $p < 0,0001$ ). El Testigo fue diferente del resto con una presión de infestación del 27% de plantas atacadas (con presencia de orificios) y 20% de plantas dañadas (con presencia de galerías). El tamaño de las galerías presentó un rango entre 4 y 13 cm de largo.



**Figura 5.** Porcentaje de plantas atacadas y dañadas por *D. saccharalis* en el estado fenológico de R5. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

Los tratamientos con las tecnologías de protección MG, VT3P y PWU, tuvieron un bajo porcentaje de plantas atacadas (menor al 10%) y plantas dañadas con presencia de galerías longitudinales (menor al 3%). En los híbridos PW, VIP3, VYHR no se registraron plantas con daños (Figura 5). Todas las tecnologías *Bt* evaluadas demostraron ser eficaces en el control del barrenador del tallo del maíz.

Si bien los eventos biotecnológicos pueden evaluarse considerando el daño de los lepidópteros plaga, estas tecnologías están asociadas a ciertos híbridos comerciales y, por lo tanto, el rendimiento esperado no es consecuencia sólo del evento. Es decir, eventos con alta eficacia de control pueden resultar desfavorecidos al incluirse en híbridos que no se adecuen a ciertas características productivas como la estructura de caña, tolerancia al vuelco, tasa de secado, y ambientales como la interacción del genotipo con el ambiente.



**Tabla 2.** Rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), peso de granos (mg), plantas por hectárea y número de espigas por plantas en los tratamientos evaluados.

Tratamientos	Rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	Peso de mil granos (mg)	Plantas $\text{ha}^{-1}$	Espigas/planta
LT626 Testigo	10,260	286	64.103	0,87
DM2772 VT3P	10,678	294	64.303	0,93
SYN126 VIP3	10,822	299	64.391	0,93
MS7123 PW	11,230	306	64.744	0,90
P1815 VYHR	11,776	275	66.026	0,97
P2021 PWU	11,946	318	70.513	1,00
SRM 6620 MG	12,292	332	65.385	0,93

En el rendimiento no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p=0,2545$ ). El Testigo *No-Bt* presentó el menor valor de rendimiento. En los híbridos P1815 PWU, P2021 VYHR y SRM6620 MG se hallaron valores de rendimiento por encima del promedio del ensayo ( $11.286 \text{ kg ha}^{-1}$ ) (Tabla 2). Al considerar que el híbrido MG tuvo una presión del 57% de plantas con daño de *S. frugiperda* en V6 y del 63% de plantas con daños por *H. zea* en R3, hubiera sido esperable un mayor impacto en detrimento del rendimiento. Sin embargo, debido a las abundantes precipitaciones ocurridas durante enero de 2021, los maíces presentaron una elevada capacidad de compensación frente a los daños y la expresión del rendimiento estuvo determinada, principalmente, por la interacción del genotipo con el ambiente productivo.

En el peso de mil granos, el promedio de plantas por hectárea y el número de espigas por planta tampoco existieron diferencias significativas ( $p=0,2615$ ;  $p=0,3799$ ;  $p=0,4234$ ). El híbrido testigo sin evento, presentó el menor número de plantas  $\text{ha}^{-1}$  y espigas/planta con respecto al resto de los tratamientos (Tabla 2). Esto podría deberse a los daños por *D. saccharalis* del 20% de plantas, donde un porcentaje de los tallos se quebraron y debido al barrenado de la base de las espigas provocaron su caída prematura, en coincidencia con reportes de Iannone y Leiva (1995). En zonas como el centro de Santa Fe con alta presión de lepidópteros, la elección de híbridos con eventos es clave para reducir riesgos de pérdida de rendimiento en los maíces tardíos.

## CONSIDERACIONES FINALES

La expresión de las proteínas Vip3Aa20 en el genoma de los híbridos con las tecnologías VIP3, VYHR y PWU fueron eficaces para controlar los elevados niveles de infestación de lepidópteros reportados en maíces de siembra tardía de la zona centro de Santa Fe.

Los híbridos con las tecnologías MG, PW, VT3P que incluyen las proteínas Cry1A.105 y Cry2Ab, registraron daños por encima de los umbrales de tratamiento y demostraron baja eficacia en el control de *S. frugiperda*. Por esta razón, en presencia de altas densidades, se debería realizar una aplicación foliar de insecticida para reducir las pérdidas de rendimiento. Los híbridos con las tecnologías VIP3, VYHR, PWU fueron eficaces para suprimir la población de *H. zea*, mientras que los materiales VT3P, MG y PW presentaron elevada susceptibilidad.



Los eventos biotecnológicos evaluados, demostraron alta eficacia en el control de *D. saccharalis*.

El uso de los eventos biotecnológicos debe complementarse con el monitoreo del cultivo desde las etapas fenológicas tempranas para detectar oportunamente los umbrales de daño preestablecidos, lograr una densidad y uniformidad de plantas adecuadas a floración y así obtener el rendimiento esperado a cosecha.

## BIBLIOGRAFIA

- Andow, D.A. 2008. The risk of resistance evolution in insects to transgenic insecticidal crops. *Collection of BiosafetyReviews* 4:142-199
- ArgenBio, 2020. Cultivos aprobados y adopción. <http://www.argenbio.org/index.php?action=cultivos&opt=5>. Accedido en Julio de 2021.
- A.S.A. 2016. Preguntas y respuestas sobre cultivos *Bt* y manejo de resistencia de insectos. Programa MRI-ASA. 1° edición.
- Balbi, E.I. y Flores, F. 2015. Evaluación del daño causado por el “Cogollero de maíz” (*Spodoptera frugiperda*) y presencia de la “Isoca de la espiga” (*Helicoverpa zea*) en diferentes híbridos de maíz transgénico. INTA EEA Marcos Juárez, Córdoba. 8p.
- Balbi, E.I. y Flores, F. 2020. Oruga de la espiga (*Helicoverpa zea*) en maíces *Bt*: daños y pérdidas de rendimiento. [https://inta.gob.ar/inta\\_mj\\_maiz\\_orugahzea19\\_20](https://inta.gob.ar/inta_mj_maiz_orugahzea19_20)
- Davis, F.; Ng, S. S. and Williams, W.P. 1992. Visual rating scale for screening whorl stage corn resistance to fall armyworm. *Tech. Bull.* 186, *Mississippi Agric. Forest. Exper. Sta.* 9 pp.
- 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.
- Ianonne, N. y Leiva, P.D. 1995. Bioecología, niveles de daño económico y control de la isoca militar *Spodoptera frugiperda* (Smith) en maíz. *Carpeta de Producción Vegetal, Serie: Maíz, Tomo XIII, Información N° 122*. INTA, EEA Pergamino, 3 p.
- Leiva, P.D y Ianonne. 1994. Manejo de insectos plaga del cultivo de maíz. 1ra Ed. EEA INTA Pergamino. Pergamino, Buenos Aires 73 p.
- Margheritis, A.E y Rizzo, H.F. 1965. *Lepidópteros de Interés Agrícola. Orugas, isocas y otras larvas que dañan a los cultivos*. Editorial Sudamericana, S.A. Buenos Aires. 197 p.
- Massoni, F.A.; Trossero, M.A. y J.E. Frana. 2015. “Evaluación del daño de lepidópteros en híbridos de maíz *Bt* (Maísgard, Hérculex, VT Triple Pro, Powercore, Agrisure Viptera 3), y determinación del impacto sobre el rendimiento”. Publicado en el libro de resúmenes de las XV Jornadas Fitosanitarias Argentinas, organizadas por la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, 9 de Octubre de 2015.
- Massoni, F.A.; Trossero, M.A. y J.E. Frana. 2016. “Evaluación del daño de lepidópteros en híbridos de maíz *Bt*”. *Revista Técnica Aapresid. Red de Innovadores. Revista Técnica Maíz / Edición 2016. Año 23. Julio de 2016, pp. 82-87*
- Massoni, F.A.; Trossero, M.A. y J.E. Frana (2017). Monitoreo del daño del “gusano cogollero” (*Spodoptera frugiperda*) en híbridos de maíz MG, VT3P, PW, Vip3. Campaña 2016/17. *Publicación Miscelanea N°135. Información técnica de cultivos de verano. Campaña 2017-2018*. EEA INTA Rafaela, INTA Ediciones, Octubre de 2017, pp. 70-77.
- Massoni, F.A y Trossero, M.A. 2019. Pérdidas de rendimiento en maíz convencional asociados a diferentes niveles de daño de *Spodoptera frugiperda*. 2° Simposio de Manejo de Problemas Sanitarios de Cultivos Extensivos. FCA, Univ. Nac. de Córdoba. Julio de 2019, 57 p.



- Niccia, E.; Madias, A.; Simon, C.; Casuso, M.; Goujon, M.; Salicia, M. y M.I. Parodi. 2020. Evaluación de biotecnologías para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en maíz para la región NEA. Red de Maiz NEA. Aapresid. pp. 23-29 [www.aapresid.org.ar](http://www.aapresid.org.ar)
- Presello, D.A.; Oviedo, M.S., Fernandez, M.; Iglesias, J.; Copia, P.A. 2016. Resistencia a podredumbres de espiga y acumulación de micotoxinas en maíz. INTA EEA Pergamino. Revista Tecnica Agropecuaria Maíz (10) 32, pp. 29-32
- Ritchie, S. and J.J. Handway. 1982. How a corn plant develops. *Iowa State Univ. Technol. Spec. Rep.*, 48 p.
- Trumper, E.V. 2014, Resistencia de insectos a cultivos transgénicos con propiedades insecticidas. Teoría, estado del arte y desafíos para la República Argentina. *Agriscientia* 31 (2): 109-126
- Willink, E.; Osoreo, V.M; Costilla, M.A. 1993. Daños, pérdidas y niveles de daño económico por *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz. *Revista Industrial Agrícola*. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes, Tucumán, 70 (1-2): 49-52.
- <http://irac-argentina.org/> Accedido en julio de 2021.
- <http://rafaela.inta.gov.ar/agromet> (Estación Agrometeorológica Rafaela, Santa Fe).
- <https://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/approvedeventsin/default.asp?CountryID=AR&Country=Argentina>  
a. International Service for the acquisition of agri-biotech applications. Accedido en julio de 2021.



# EVALUACIÓN DE HERBICIDAS PRE EMERGENTES PARA EL CULTIVO DE MAÍZ

PICCO, J.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> INTA EEA Rafaela

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

## INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L.*) es la gramínea estival de mayor importancia en los planteos agrícolas en la Argentina. Su inclusión en las rotaciones es muy importante por su aporte de rastrojos con alta relación C/N que beneficia el balance de materia orgánica y por la masa radicular que desarrolla, la misma que contribuye a la mejora de aspectos físicos del suelo (Rosetti, 2019).

El rendimiento potencial de un cultivo se define como el máximo rendimiento alcanzable en ausencia de limitantes hídricas y nutricionales y cuando las malezas, plagas y enfermedades están controladas (Van Ittersum & Rabbinge, 1997).

Las malezas constituyen un problema en la agricultura moderna, cada vez hay más especies que adquieren resistencia a los herbicidas que se utilizan para su control. La preocupación se basa en que, en un caso extremo de resistencia, los agricultores podrían perder a los herbicidas como su principal herramienta de control.

Sin embargo, los problemas de resistencia se pueden manejar a través del uso integrado de un conjunto de herramientas disponibles y económicamente viables (Maizar, 2014). Este enfoque, denominado manejo integrado, se basa en el empleo de diferentes prácticas agronómicas combinadas con el uso de herbicidas de diferentes modos de acción, para prevenir el desarrollo de malezas de difícil control.

El momento de emergencia de las malezas es importante para el éxito del manejo de las mismas. Los individuos que surgen durante las etapas tempranas del crecimiento de los cultivos tienen mayor capacidad de competir con los mismos (Gibson et al., 2002). Desde este punto de vista, resulta crucial el manejo y control de las malezas en las etapas iniciales del cultivo de maíz.

En el presente trabajo se evaluaron herbicidas pre emergentes en el cultivo de maíz y su posible fitotoxicidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la campaña 2020-21 se realizó un ensayo para evaluar el control de malezas de diferentes herbicidas pre emergentes en el cultivo de maíz

Dicho experimento se llevó adelante en la EEA INTA Rafaela sobre un suelo *Argiudol típico*, serie Rafaela. El 22 de diciembre de 2020 se realizó la siembra del cultivo sobre un barbecho libre de malezas, el híbrido utilizado fue SYN 860 Viptera 3, el mismo se implantó a 0,52 m de espaciamiento entre surcos con una densidad de 65.000 pl ha<sup>-1</sup>.

Se utilizó un diseño en bloques completo al azar. Cada parcela era de 40 m<sup>2</sup>, con 8 surcos a 0,52 m de ancho y 10 m de largo, con tres repeticiones por tratamiento.



Los tratamientos herbicidas se aplicaron el 21 de diciembre de 2020. Las aplicaciones se realizaron con mochila experimental de gas carbónico a presión constante, con un caudal equivalente a 110 litros ha<sup>-1</sup>. Los relevamientos se hicieron a los 15, 30 y 45 días post aplicación. Los tratamientos se presentan en la tabla 1.



**Tabla 1:** Tratamientos evaluados en el ensayo

Tratamiento	Producto / nombre	Dosis	Unidad
1	Glifosato 60%	2.0	l ha <sup>-1</sup>
	Dash MSO Max	0,25	l ha <sup>-1</sup>
	Atrazina 90 %	2000	g ha <sup>-1</sup>
	S - Metolacoloro	2	l ha <sup>-1</sup>
2	Glifosato 60%	2	l ha <sup>-1</sup>
	Heat	35	g ha <sup>-1</sup>
	Dash MSO Max	0,25	l ha <sup>-1</sup>
3	Glifosato 60%	2	l ha <sup>-1</sup>
	Experimental Vo	0,1	l ha <sup>-1</sup>
	Dash MSO Max	0,25	l ha <sup>-1</sup>
4	Glifosato 60%	2	l ha <sup>-1</sup>
	Experimental Vo	0,15	l ha <sup>-1</sup>
	S - Metolacoloro	1,5	l ha <sup>-1</sup>
	Dash MSO Max	0,25	l ha <sup>-1</sup>
5	Glifosato 60%	2	l ha <sup>-1</sup>
	Experimental Vo	0,2	l ha <sup>-1</sup>
	S - Metolacoloro	1,5	l ha <sup>-1</sup>
	Dash MSO Max	0,25	l ha <sup>-1</sup>
6	Glifosato 60%	2	l ha <sup>-1</sup>
	Experimental Vo	0,2	l ha <sup>-1</sup>
	S - Metolacoloro	1,5	l ha <sup>-1</sup>
	Atrazina 90 %	2	g ha <sup>-1</sup>
	Dash MSO Max	0,25	l ha <sup>-1</sup>
7	Glifosato 60%	2,0	l ha <sup>-1</sup>
	S - Metolacoloro	1,5	l ha <sup>-1</sup>
	Flumioxazin	0,15	l ha <sup>-1</sup>
	Dash MSO Max	0,25	l ha <sup>-1</sup>
8	Adengo	0,35	l ha <sup>-1</sup>
	Dash MSO Max	0,25	l ha <sup>-1</sup>
9	Glifosato 60%	2,0	l ha <sup>-1</sup>
	Flumioxazin	0,15	l ha <sup>-1</sup>
	Piroxasulfone	200,0	g ha <sup>-1</sup>
	Dash MSO Max	0,25	l ha <sup>-1</sup>
10	Experimental Vul	0,08	l ha <sup>-1</sup>
	Piroxasulfone	160,0	g ha <sup>-1</sup>
	Dash MSO Max	0,25	l ha <sup>-1</sup>
11	Experimental Vul	0,1	l ha <sup>-1</sup>
	Piroxasulfone	200,0	g ha <sup>-1</sup>
	Dash MSO Max	0,25	l ha <sup>-1</sup>
12	Experimental Vul	0,08	l ha <sup>-1</sup>
	Piroxasulfone	160,0	g ha <sup>-1</sup>
	Atrazina	2	g ha <sup>-1</sup>
	Dash MSO Max	0,25	l ha <sup>-1</sup>



El producto Dash MSO es un aceite vegetal, que se utilizó como coadyuvante. Los productos nombrados como experimentales se encuentran en proceso de desarrollo y no están disponibles de manera comercial.

El efecto de control de los herbicidas sobre las malezas y la fitotoxicidad se evaluó con la escala ordinal (Tabla 2) propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Malezas (EWRS) (Champion, 2000). Los datos fueron evaluados a través del análisis de la varianza. Las diferencias entre las medias de los tratamientos se analizaron con el test de LSD de Fisher con un  $\alpha < 0,05$  (Tabla 5).

**Tabla 2:** Escala ordinal propuesta por la Sociedad Europea en Investigación en Malezas (EWRS) para evaluar el control de malezas y su fitotoxicidad al cultivo, su interpretación agronómica y porcentual.

Valor	Efecto en maleza	Efecto en el cultivo
1	Muy completa	Sin efecto
2	Muy buen control	Síntomas muy ligeros
3	Buen control	Síntomas ligeros
4	Suficiente en la práctica	Síntomas que no se reflejan en el rendimiento
Límite de aceptabilidad		
5	Control medio	Daño medio
6	Regular	Daño elevado
7	Pobre	Daño muy elevado
8	Control muy pobre	Daño severo
9	Sin efecto	Muerte completa

Transformación de la escala EWRS a porcentual		
Valor	Control de maleza %	Fitotoxicidad al cultivo
1	99,0-100	0,0-1,0
2	96,5-99,0	1,0-3,5
3	93,0-96,5	3,5-7,0
4	87,5-93,0	7,0-12,5
5	80,0-87,5	12,5-20,0
6	70,0-80,0	20,0-30,0
7	50,0-70,0	30,0-50,0
8	1,0-50,0	50,0-99,0
9	0,0-1,0	99,0-100

## RESULTADOS

La emergencia del cultivo ocurrió de manera uniforme. En ninguna de las observaciones se registraron síntomas de fitotoxicidad en los tratamientos evaluados.

En la tabla 3 se presentan los controles de cada tratamiento correspondientes a las evaluaciones a los 15, 30 y 45 días de aplicados los herbicidas. La tabla 4 muestra las malezas que se registraron en cada uno de los tratamientos.



**Tabla 3:** Porcentajes de control de cada tratamiento para 15, 30 y 45 días de aplicación

Tratamientos	% control		
	15 DDA	30 DDA	45 DDA
T 1	95	95	95
T 2	90	75	60
T 3	80	65	40
T 4	95	95	90
T 5	95	90	90
T 6	90	80	75
T 7	80	60	35
T 8	95	95	95
T 9	90	85	80
T 10	90	80	75
T 11	90	75	70
T 12	95	85	80
T 13	95	80	80

**Tabla 4:** Malezas que emergieron en cada uno de los tratamientos

Tratamientos	Malezas
T 1	-
T 2	<i>Equinocloa colonum</i>
T 3	<i>Equinocloa colonum, Amaranthus hybridus</i>
T 4	-
T 5	<i>Commelina erecta</i>
T 6	<i>Equinocloa colonum</i>
T 7	<i>Equinocloa colonum</i>
T 8	-
T 9	<i>Equinocloa colonum</i>
T 10	<i>Equinocloa colonum</i>
T 11	<i>Equinocloa colonum</i>
T 12	<i>Equinocloa colonum</i>
T 13	<i>Equinocloa colonum, Chloris sp</i>

Los tratamientos sin malezas ocurrieron porque no había al momento de la evaluación.





**Tabla 5:** Resultado de la comparación de medias Test LSD de Fisher,  $\alpha$ : 0,05

Tratamientos	Medias	
T 8	1	A
T 1	1	A
T 4	1,33	A
T 5	1,33	A
T 9	1,67	A
T 12	2	A
T 10	2	A
T 13	2,67	A
T 6	3	B
T 11	3,33	B
T 2	5,33	C
T 3	6	C
T 7	6,33	C

El análisis estadístico (Tabla 5) muestra que los tratamientos 8, 1, 4, 5, 9, 12, 10 y 13 presentaron los mayores controles sin diferencias significativas entre sí.

## CONCLUSIÓN

Durante el ensayo se pudo comprobar que ninguno de los tratamientos evaluados presentó fitotoxicidad sobre el cultivo de maíz.

Los tratamientos 8, 1, 4, 5, 9, 12, 10 y 13 son los que mejor control residual expresaron sin diferencias significativas entre sí.

*Equinocloa coloum* fue la maleza que presentó escapes en diferentes tratamientos, siendo los tratamientos 2, 3 y 7 los que evidenciaron un comportamiento significativamente menor.

## BIBLIOGRAFÍA

- Champion, G. T. 2000. Bright and the field scale evaluations herbicides tolerant. G M Trails. AICCNwslleter.
- Gibson K.D., Fisher A.J., Foin T.C. and J.E. Hill. 2002. Implications of delayed Echinochloa spp. Germination and duration of competition for integrated weed management in water-seeded rice. Weed Research 42:351-358.
- Maizar.2014. <http://www.maizar.org.ar/vertext.php?id=466> . Fecha de consulta: 19 de Julio de 2021
- Rosetti, L. 2019, Evaluación de híbridos de maíz en fechas de siembra temprana y tardía en Inta Rafaela durante la campaña 2018/19 información técnica de cultivos de verano, campaña 2018-19 Publicación Miscelánea - Año VII N° 3.
- Van Ittersum, M.K & Rabbinge, R. 1997. Concepts in production ecology for analysis and quantification of agricultural input-output combinations. Field Crops Research 52:197-208.



# EVALUACIÓN DE FITOTOXICIDAD DE HERBICIDAS EN SORGOS IGROWTH

PICCO, J.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> INTA EEA Rafaela

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

## INTRODUCCIÓN

El sorgo (*Sorghum bicolor*) es un cultivo que posee la habilidad de crecer en áreas donde las condiciones de suelo y de precipitaciones son limitantes para otros cultivos de verano.

La provincia de Santa Fe genera alrededor del 19% de lo que se produce en el país con un rendimiento promedio de 4.965 kilos por hectárea (MINAGRI, 2018).

El éxito del cultivo depende de un adecuado manejo que comienza con la elección del cultivar mejor adaptado a la región en que se lo siembra. El mejoramiento provee una cantidad diversa de cultivares, muchos de ellos con adaptabilidad específica. Esta característica hace que sea una alternativa interesante en planteos tanto agrícolas como agrícolas ganaderos (Angeloni, 2012).

Una de las tecnologías desarrolladas para este cultivo es la Igrowth. Los sorgos Igrowth fueron desarrollados por la empresa Advanta Seeds ® a través de métodos de mutagénesis, lo que confiere tolerancia a herbicidas de la familia de las imidazolinonas (Boletín, 2018). Dicha tecnología permite el uso de herbicidas registrados sin causar efectos dañinos sobre el cultivo, tanto en pre como en post emergencia.

En nuestro país, el problema de las malezas no es una novedad, las características propias de las mismas hacen que tengan la capacidad de evolucionar y adaptarse a aquellas prácticas que se repiten en el tiempo (AAPRESID, 2017). Por esta razón, la implementación de prácticas culturales, rotación de cultivos y nuevas tecnologías en cultivos y herbicidas favorecerán el control y manejo de las malezas-problema.

El siguiente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el uso de herbicidas y su posible fitotoxicidad en sorgos con tecnología Igrow.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la campaña 2020-21 se realizó un ensayo para determinar si existe fitotoxicidad de herbicidas del grupo de las imidazolinonas sobre el cultivo de sorgos Igrowth. Dicho experimento, se llevó adelante en la EEA INTA Rafaela sobre un suelo argiudol típico, serie Rafaela. El 4 de noviembre de 2020 se sembraron dos híbridos, Advanta 1350 IG y Nuseed 441 IG. Previo a la siembra se realizó control de malezas con 2 litros ha<sup>-1</sup> de glifosato, 0,5 litros ha<sup>-1</sup> de 2,4 D (50 %) y 0,100 litros ha<sup>-1</sup> de dicamba. Al momento de la siembra el lote se encontraba en barbecho y libre de malezas.

El experimento se realizó con un diseño en bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones por tratamiento. Cada parcela fue de 40 m<sup>2</sup> (4 m de frente por 10 m de largo). La siembra se realizó a 0,52 m de espaciamiento entre surcos, con una densidad de 200.000 semillas ha<sup>-1</sup>.

Los herbicidas fueron evaluados en dos momentos de aplicación: i) pre emergencia del cultivo, aplicado el 6 de noviembre; y ii) post emergencia, aplicado el 15 de diciembre del 2020. Se realizaron 5 tratamientos, que se detallan a continuación:



- T: Testigo, sin herbicidas residual
- T 1: Imazetapir: 1 l ha<sup>-1</sup>
- T 2: Imazetapir 52,5 % + Imazapir 17,5 % (Interfield): 140 gr ha<sup>-1</sup>
- T 3: Imazapic 26,2 % + Imazapir 8,7 % (Onduty-Mayoral): 85 gr ha<sup>-1</sup>
- T 4: Atrazina 90%: 1,5 kg ha<sup>-1</sup>

Cabe aclarar, que el herbicida atrazina no corresponde a la familia de las imidazolinonas, pero igualmente se lo incluyó como tratamiento residual ya que se utiliza en el cultivo que no posee la tecnología Igrowth.

Las aplicaciones se realizaron con una mochila experimental de gas carbónico a presión constante, con un caudal equivalente a 110 litros ha<sup>-1</sup>.

La fitotoxicidad se evaluó a campo de manera visual según la escala de la asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM, 1974) (Tabla 1).

**Tabla 6:** Escala de fitotoxicidad ALAM

% Control	Descripción del daño
0	Ningún daño. Ningún efecto, apariencia similar al testigo
10-19	Leve clorosis, retardo en el crecimiento
20-29	Daño leve. Leve clorosis, retardo en el crecimiento
30-39	Clorosis más pronunciadas. Manchas cloróticas, malformaciones
40	Clorosis intensa, necrosis y malformaciones más pronunciadas. La planta se recupera
50	Daño moderado. Los síntomas son más marcados. La planta se recupera, pero con dificultad
60	La fitotoxicidad se manifiesta, la planta por lo general no desarrolla bien
70	Severo daño, pérdidas de plantas
80	Daño severo. Significativa muerte de plantas, pocas logran sobrevivir
90	Muerte casi total de las plantas
100	Muerte total, destrucción de la planta

Los relevamientos se realizaron a los 7, 15, 23, 30 y 45 días post aplicación para ambos momentos (pre y post emergencia).

## RESULTADOS

La emergencia del cultivo de sorgo fue uniforme, ocurriendo el 13 de noviembre en ambos híbridos.

En la aplicación de pre emergencia (i), a los 15 días de aplicación (20/11/20), en el sorgo Advanta el tratamiento T 3 presentó 35% de daño (Figura 1), mientras que para los tratamientos T 1 y T 4 evidenciaban un daño del 20 % (Figura 2). Para el tratamiento T2 no se registraron síntomas y el desarrollo fue igual que el T1 (Figuras 3 y 4, respectivamente).

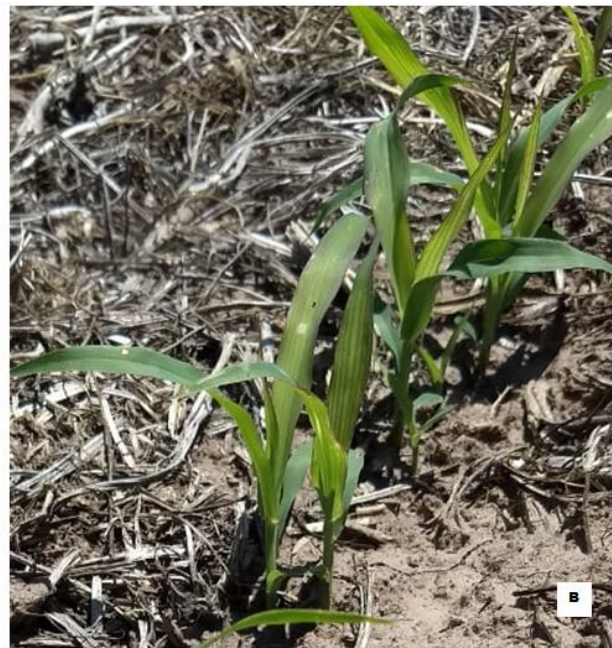
Por su parte, el material Nuseed no presentó fitotoxicidad en ninguno de los tratamientos.



**Figura 1:** Sorgo Advanta, fitotoxicidad en tratamiento T 3



**Figura 2:** Sorgo Advanta, fitotoxicidad en los tratamientos A) T 1 y B) T 4



**Figura 3:** Sorgo Advanta, tratamientos sin fitotoxicidad. A) T 2 y B) T.



En las observaciones siguientes, a los 23, 30 y 45 días de aplicados los tratamientos de pre emergencia (i) en el material Advanta no presentaban ningún grado de fitotoxicidad, habiéndose recuperado aquellos que sí poseían en los primeros relevamientos (Figura 4).



**Figura 4:** Tratamientos Advanta sin síntomas de fitotoxicidad. A) T 3; B) T 1; C) T.

En el material Nuseed, no se registraron síntomas de fitotoxicidad durante el ciclo del cultivo, en ninguno de los tratamientos.

En las aplicaciones de post emergencia del cultivo de sorgo, en ninguno de los tratamientos para ambos materiales se evidenciaron síntomas de fitotoxicidad.

## **CONCLUSIÓN**

A raíz de esto, se puede concluir que los herbicidas evaluados no presentaron efectos negativos en el desarrollo de los sorgos con tecnología Igrowth (Advanta 1350 IG y Nuseed 441 IG).

En el sorgo Advanta 1350 IG, la aplicación de pre emergencia de los tratamientos T 3, T 1 y T 4 presentaron leve grado de fitotoxicidad a los 15 días post aplicación, pero a los 7 días posteriores se recuperaron y no presentaban síntoma alguno.



## BIBLIOGRAFÍA

Aapresid 2017. <http://www.aapresid.com.ar/rem>

ALAM (Asociación Latinoamericana de Malezas), 1974. Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas. P.6-38. Resumen del panel de métodos de evaluación de control de malezas en Latinoamérica

Angeloni, L; Gerster, G; Malmantile, A.; Pagani, R.; Prieto, G.; Rossi, J; Varisco, I. Red de evaluación de híbridos de Sorgo Granífero de INTA Oliveros. Campaña 2011-2012.

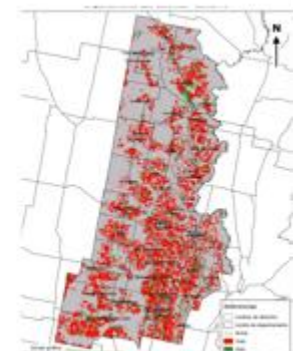
Boletín Advanta 2018.

<https://www.advantasemillas.com.ar/sites/default/files/Tecnolog%C3%ADa%20igrowth%20-%20Bolet%C3%ADn.pdf>

MINAGRI.2018 Estimaciones Agrícolas. Ministerio de Agroindustria de la Nación. Dirección de estimaciones agrícolas y delegaciones. [www.datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones](http://www.datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones)



# RECURSOS NATURALES







# DINÁMICA DEL NIVEL FREÁTICO PARA EL DEPARTAMENTO LAS COLONIAS (SANTA FE). CAMPAÑA 2020-21

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

<sup>1</sup>INTA AER Esperanza. <sup>2</sup>INTA EEA Rafaela.  
\*Autor de contacto: martins.luciano@inta.gob.ar

## INTRODUCCIÓN

En Argentina los estudios sobre el efecto del nivel de la napa freática sobre la producción de los cultivos se han incrementado en los últimos 20 años debido al aumento de los niveles freáticos y de la frecuencia de las inundaciones (Berhongaray *et al.*, 2019).

Particularmente, en la región central de Santa Fe, la escasa pendiente regional limita la evacuación de los excesos hídricos ocasionales, propios de un clima subhúmedo, favoreciendo la existencia de napas freáticas muy cercanas a la superficie (< 5 metros de profundidad) en la mayor parte del paisaje. A medida que el agua de la freática se aproxima a la zona de raíces, un cultivo puede incrementar su rendimiento hasta un límite de altura de freática, a partir del cual el rendimiento se reduce (Nosetto *et al.*, 2009). Por ejemplo, para el cultivo de alfalfa, Berhongaray *et al.* (2019) observaron que la productividad y la persistencia se ven afectadas cuando la napa freática se encuentra a menos de 4 m de profundidad.

Siendo que los niveles freáticos presentan variaciones más lentas y predecibles que las precipitaciones, el conocimiento de la relación entre ambos permite estimar el escenario freático que enfrentará un cultivo y, en función de ello, plantear las estrategias de manejo del mismo (Jobbágy y Nosetto, 2009).

En este sentido, en el departamento Las Colonias se registraron excesos hídricos en los últimos años, con consecuentes anegamientos en establecimientos productivos. Debido a esto, 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).

El objetivo de este trabajo fue conocer la dinámica del nivel freático durante el período junio 2020 a junio 2021 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 INTA Rafaela. Se establecieron 37 puntos de monitoreo distribuidos en el centro y sur del departamento Las Colonias, a saber: distritos: 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 y Santa Clara de la Buena Vista.

Los mismos se ubican en molinos en desuso, aljibes, pozos y freatímetros; en su mayoría en lotes agrícolas en los que no existen variaciones por consumo animal. Se excluyeron los puntos de monitoreo 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.

La medición del nivel freático se realizó mediante sonda graduada, soga graduada o cinta métrica, dependiendo del tipo de punto de monitoreo. En este trabajo sólo se presentan las mediciones realizadas en junio, septiembre y diciembre 2020 y en marzo y junio 2021. 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).

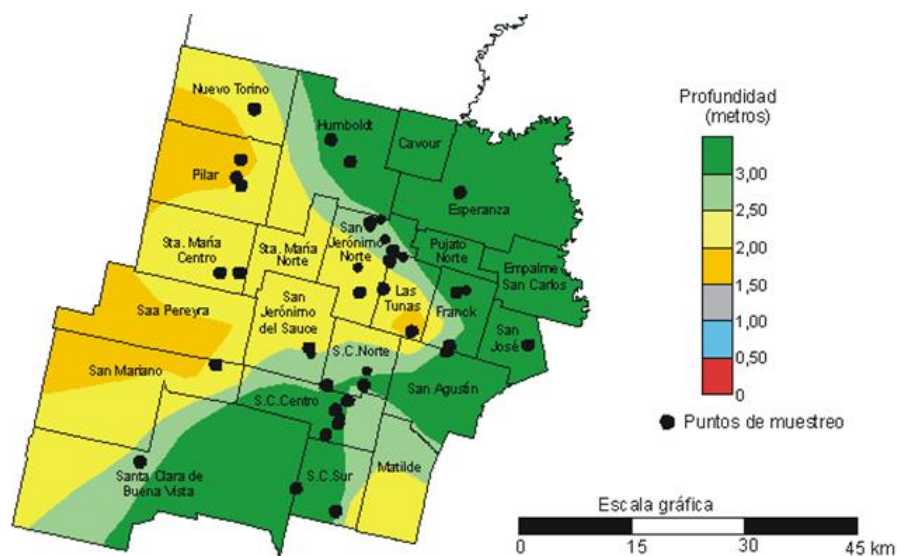
Mediante el programa SURFER 7.0, se estimó y graficó el nivel freático sobre el mapa del departamento Las Colonias. Los mapas reflejan la profundidad del nivel freático independientemente de la posición topográfica, es decir que los valores no están corregidos en función de la altura sobre el nivel del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

Además, se presenta el registro de las precipitaciones previas a los monitoreos de la napa. El registro se realizó para cuatro localidades del departamento Las Colonias (Esperanza, Pilar, San Carlos Sur y San Carlos Centro), por medio del INTA AER Esperanza, de la Cooperativa Guillermo Lehmann, del productor agropecuario Ricardo Stettler y de la Rural San Carlos, respectivamente.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

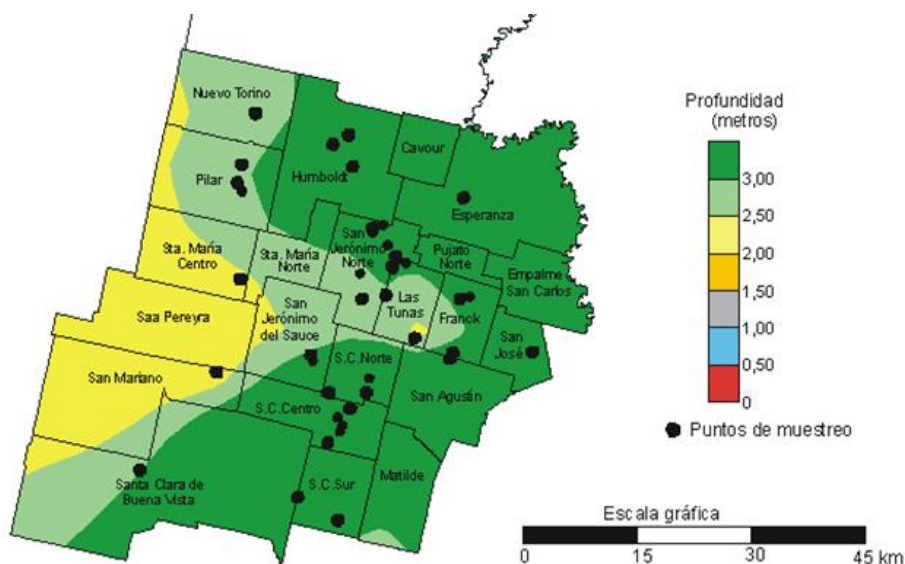
Cada medición del nivel freático se presenta junto al dato de precipitaciones previas ocurridas y a la imagen del nivel freático del centro - sur del departamento Las Colonias y sus distritos.

En el periodo comprendido entre enero 2020 y mayo 2020, las precipitaciones acumuladas fueron de 344 mm para Esperanza, 378 mm para Pilar, de 402 mm para San Carlos Sur y de 538 mm para San Carlos Centro, y los valores medios del nivel freático tendieron a disminuir respecto a las mediciones realizadas con anterioridad (Martins *et al*, 2020) (Figura 1). En el centro y sur del departamento se registraron ambientes en los cuales la profundidad del nivel freático osciló entre 1,50 y 2,50 m. En otros sectores, hubo ambientes con independencia de la napa con niveles por debajo de los 2,50 m, por lo tanto, el aporte hídrico depende exclusivamente de las precipitaciones y del agua acumulada en el perfil (Cisneros *et al.*, 2014).



**Figura 1.** Nivel freático estimado en el departamento Las Colonias, en el centro de la provincia de Santa Fe. Puntos negros: puntos de medición. Junio de 2020.

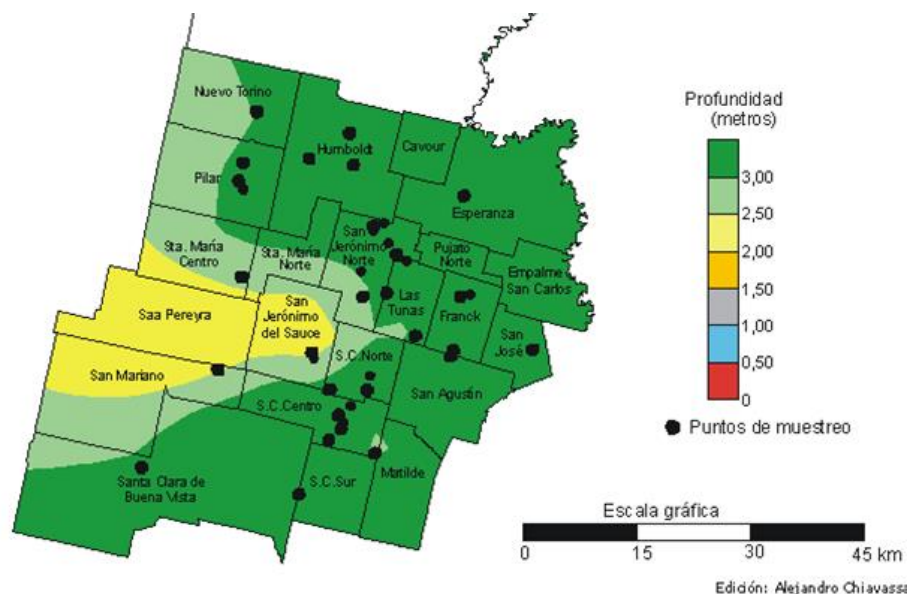
Entre los meses de junio y agosto, las precipitaciones fueron de 38 mm para Esperanza, 48 mm en Pilar, 28 mm para San Carlos Sur y de 26 mm para San Carlos Centro. De esta manera, en la mayoría de los distritos del centro y sur del departamento, el nivel freático se posicionó por debajo de los 2 m de profundidad (Figura 2).



**Figura 2.** Nivel freático estimado en el departamento Las Colonias, en el centro de la provincia de Santa Fe. Puntos negros: puntos de medición. Septiembre de 2020.



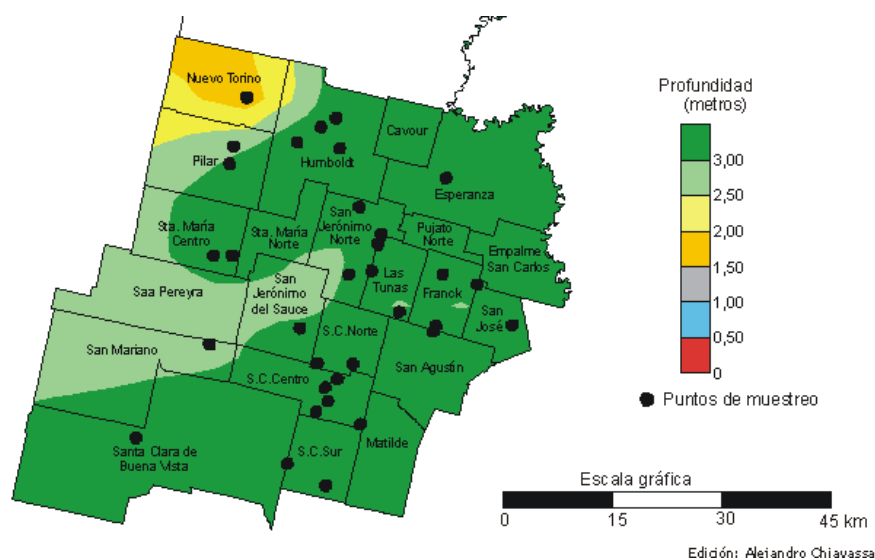
Entre los meses de septiembre y noviembre de 2020, las precipitaciones fueron de 231 mm para Esperanza, 257 mm en Pilar, 168 mm para San Carlos Sur y de 188 mm para San Carlos Centro. Sumando las precipitaciones de diciembre de 2020 (94 mm para Esperanza, 107 mm para Pilar, 59 mm para San Carlos Sur, 80 mm para San Carlos Centro), los valores acumulados para el 2020 fueron de 598 mm, 790 mm, 657 mm y 832 mm para Esperanza, Pilar, San Carlos Sur y San Carlos Centro, respectivamente. Con valores por debajo de los promedios históricos (1200 mm), los niveles freáticos fueron descendiendo progresivamente en este sector del departamento y manteniéndose un área comprendida por cinco distritos del suroeste en donde los niveles estuvieron en el rango de 2 a 2,50 m de profundidad (Figura 3).



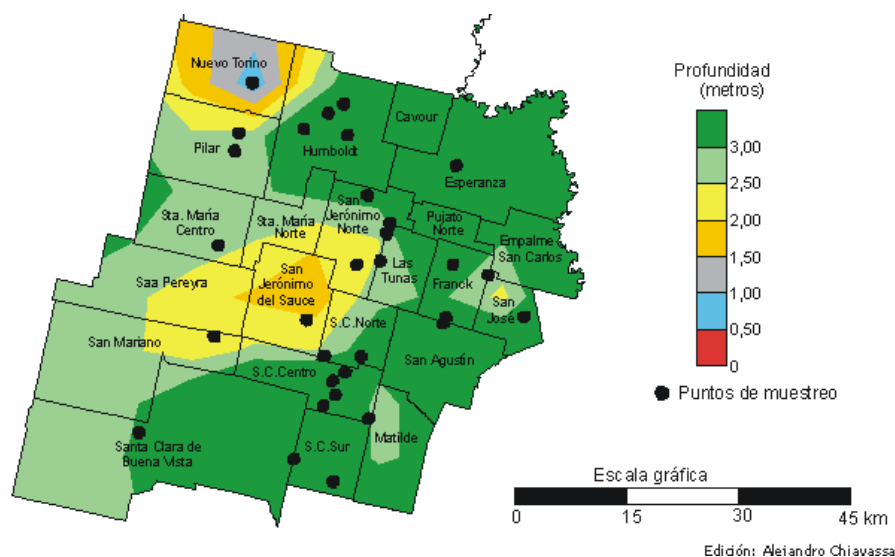
**Figura 3.** Nivel freático estimado en el departamento Las Colonias, en el centro de la provincia de Santa Fe. Puntos negros: puntos de medición. Diciembre de 2020.

Para el primer semestre de 2021, las lluvias pudieron alcanzar un 51 % de los valores promedios anuales históricos (1200 mm), pero asimismo los niveles freáticos siguieron descendiendo (Figura 4).

Entre abril y junio de 2021, las lluvias alcanzaron valores de 250 mm para los distritos del centro y sur del departamento, lo que generó en este sector la recarga de agua en los suelos y el ascenso del nivel freático, llegando a valores de entre 1,50 a 2,00 m de profundidad en ciertos distritos y a valores de 0,50 a 1,50 m puntualmente en el distrito de Nuevo Torino (Figura 5).



**Figura 4.** Nivel freático estimado en el departamento Las Colonias, en el centro de la provincia de Santa Fe. Puntos negros: puntos de medición. Marzo de 2021.



**Figura 5.** Nivel freático estimado en el departamento Las Colonias, en el centro de la provincia de Santa Fe. Puntos negros: puntos de medición. Junio de 2021.

## CONCLUSIONES

En el departamento Las Colonias el nivel freático evidenció una disminución entre junio de 2020 y junio de 2021, debido principalmente a la escasez de precipitaciones durante este período. Por lo tanto, se pudieron realizar las distintas labores con la obtención de rendimientos normales sobre una amplia zona productiva, sectores que en años anteriores y con precipitaciones marcadamente superiores al promedio histórico, habitualmente tuvieron cierta recurrencia de anegamiento.



## AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto 034 INTA por el financiamiento. A los productores que permiten realizar la medición del nivel freático en sus establecimientos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Berhongaray, G., Basanta, M., Jauregui, J.M. 2019. Water table depth affects persistence and productivity of alfalfa in Central Argentina. *Field Crops Research* (54-58).
- 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). Disponible en: <http://www.proinunrc.com.ar/pdf/pdf/Informe%20Inundacion%20SeCyOT%202014.pdf>.
- Jobbágy, E.G.; Noretto, M.D. 2009. Napas freáticas: pautas para comprender y manejar su impacto en la producción. Grupo de Estudios Ambientales – IMASL - CONICET & Departamento de Agronomía - FICES - Universidad Nacional de San Luis.
- Martins, L.; Chiavassa, A.; Tosolini, R. 2020. Dinámica del nivel freático en el departamento Las Colonias. (Santa Fe - Argentina). Información técnica Producción vegetal. Publicación Miscelánea. Año VIII. N° 3. ISSN en línea: 2314-3126. Pp. 228. Octubre 2020. Disponible en: [https://repositorio.inta.gov.ar/bitstream/handle/20.500.12123/8202/INTA\\_CRSantaFe\\_EEARrafaela\\_Sapino\\_Publicacion\\_tecnica\\_produccion\\_vegetal\\_2020.pdf?sequence=1](https://repositorio.inta.gov.ar/bitstream/handle/20.500.12123/8202/INTA_CRSantaFe_EEARrafaela_Sapino_Publicacion_tecnica_produccion_vegetal_2020.pdf?sequence=1)
- Martins, L.; Guerra, S.; Chiavassa, A.; Tosolini, R. 2019. Nivel freático en el departamento Las Colonias. (Santa Fe - Argentina). Pp. 109. Disponible en: [http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/misc\\_online/INTA\\_Rafaela\\_Publicacion\\_cultivos\\_VERANO\\_2019.pdf](http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/misc_online/INTA_Rafaela_Publicacion_cultivos_VERANO_2019.pdf)
- Noretto, 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).



# MAPA DE CULTIVOS EXTENSIVOS (SOJA Y MAÍZ) - CAMPAÑA DE VERANO 2020-2021

SAPINO, V.<sup>1\*</sup>; CHIAVASSA, A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IDICAL (INTA-CONICET), <sup>2</sup>INTA EEA Rafaela  
\* Autor de contacto: [sapino.veronica@inta.gob.ar](mailto:sapino.veronica@inta.gob.ar)

## INTRODUCCIÓN

Conocer la distribución geográfica y la superficie que ocupan los cultivos en una región resulta de suma importancia para la planificación del territorio y la toma de decisiones.

Por ello, en la EEA del INTA Rafaela se realizan desde hace más de 20 años estudios de la ocupación de las tierras utilizando sensores remotos. Los sensores remotos son equipos que permiten obtener información de un objeto sin estar en contacto físico con el mismo. En el caso de la observación de la tierra, son instrumentos que, estando a bordo de aviones o satélites, brindan información sobre la superficie terrestre (información meteorológica, oceanográfica, sobre la cubierta vegetal, etc).

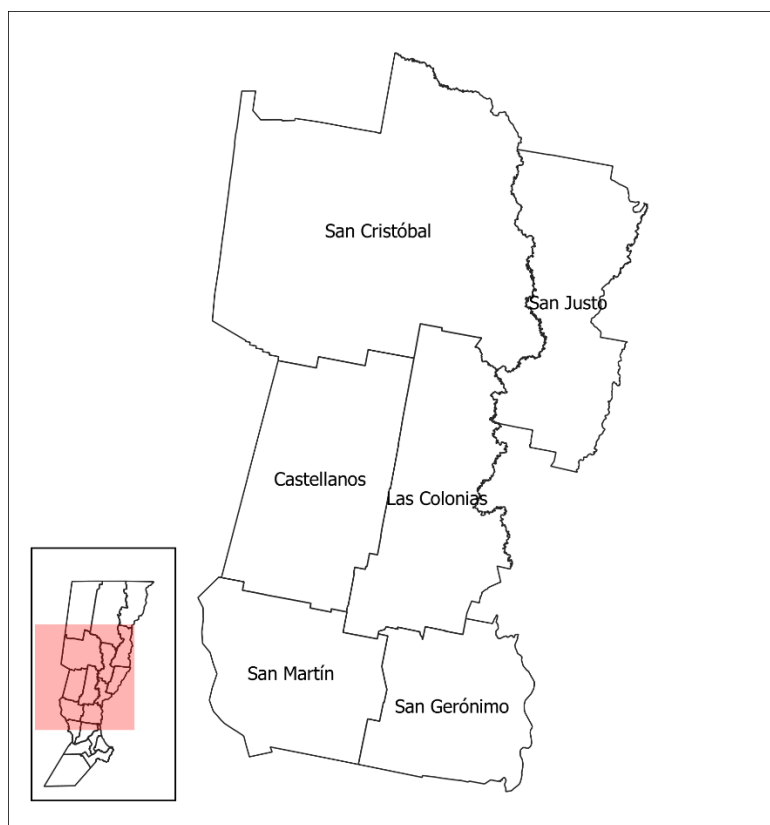
En esta oportunidad, se presentan los mapas de distribución geográfica de los cultivos soja y maíz en 5 departamentos del centro de la Provincia de Santa Fe (Castellanos, Las Colonias, San Cristóbal, San Jerónimo, San Justo y San Martín) y el inventario de las superficies ocupadas por cada cultivo. Esta información incluye la estimación del error del modelo con el objetivo de que la información sea utilizada dentro del marco de las limitaciones lógicas de todo modelo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio fue el centro de la provincia de Santa Fe, región de influencia de la EEA Rafaela (Figura 1).

Los departamentos incluidos fueron Castellanos, Las Colonias, San Cristóbal, San Jerónimo, San Justo y San Martín.

El departamento La Capital no fue analizado debido a que tiene muy baja proporción de tierras con aptitud para cultivos agrícolas (Giorgi, R. et al. 2010).



**Figura 1.** Área de estudio

La metodología utilizada fue la clasificación no supervisada de imágenes satelitales con control de campo.

En primer lugar, se clasificaron imágenes Landsat 8 OLI. Estas imágenes son obtenidas por el sensor Operational Land Imager (OLI) a bordo del satélite Landsat 8. Todas las bandas del sensor OLI se pueden adquirir en 12 bits de resolución radiométrica, ocho bandas tienen 30 metros de resolución espacial (las que incluyen el visible, el infrarrojo cercano y el infrarrojo de onda corta) y una de las bandas, la banda pancromática, es de 15 metros. El período de revisita, o resolución temporal, es de 16 días.

Las fechas utilizadas se consignan en la tabla 1. Las imágenes fueron descargadas desde el sitio <https://earthexplorer.usgs.gov>.

Luego se realizó el control de campo, el mismo se llevó a cabo mediante el relevamiento de la ocupación de la totalidad de los lotes a lo largo de transectas representativas que abarcan aproximadamente el 3% del territorio de cada departamento. Este trabajo es realizado por el personal de las Agencias de Extensión de INTA distribuidas en los cinco departamentos.

La estimación del error se realizó con una matriz de confusión, comparando los datos de campo con las imágenes clasificadas.

Para el desarrollo de la metodología y la elaboración de los mapas se utilizaron los softwares QGIS (<https://qgis.org/es/site/index.html>) y SAGA (<http://www.saga-gis.org/en/index.html>).





**Tabla 1:** Fechas de las imágenes satelitales utilizadas por departamento de la región centro de Santa Fe

Departamento	Fecha de las imágenes
Castellanos	26-feb-21 y 07-mar-21
Las Colonias	07-mar-21
San Cristóbal	26-feb-21 y 07-mar-21
San Jerónimo	07-mar-21
San Justo	17-dic-20 y 07-mar-21
San Martín	26-feb-21 y 07-mar-21

## RESULTADOS

A continuación, se presentan los mapas de distribución de los cultivos soja y maíz por departamento (Figuras 2, 3, 4, 5, 6 y 7).

La categoría “Otros usos” corresponde a tierras de muy baja aptitud agrícola, ocupadas con pastizales naturales, y a lotes con pasturas implantadas. Esta categoría adquiere mayor relevancia en el centro norte de la región estudiada debido a que la proporción de tierras de baja aptitud aumenta en ese sentido (Giorgi, R. et al. 2010).

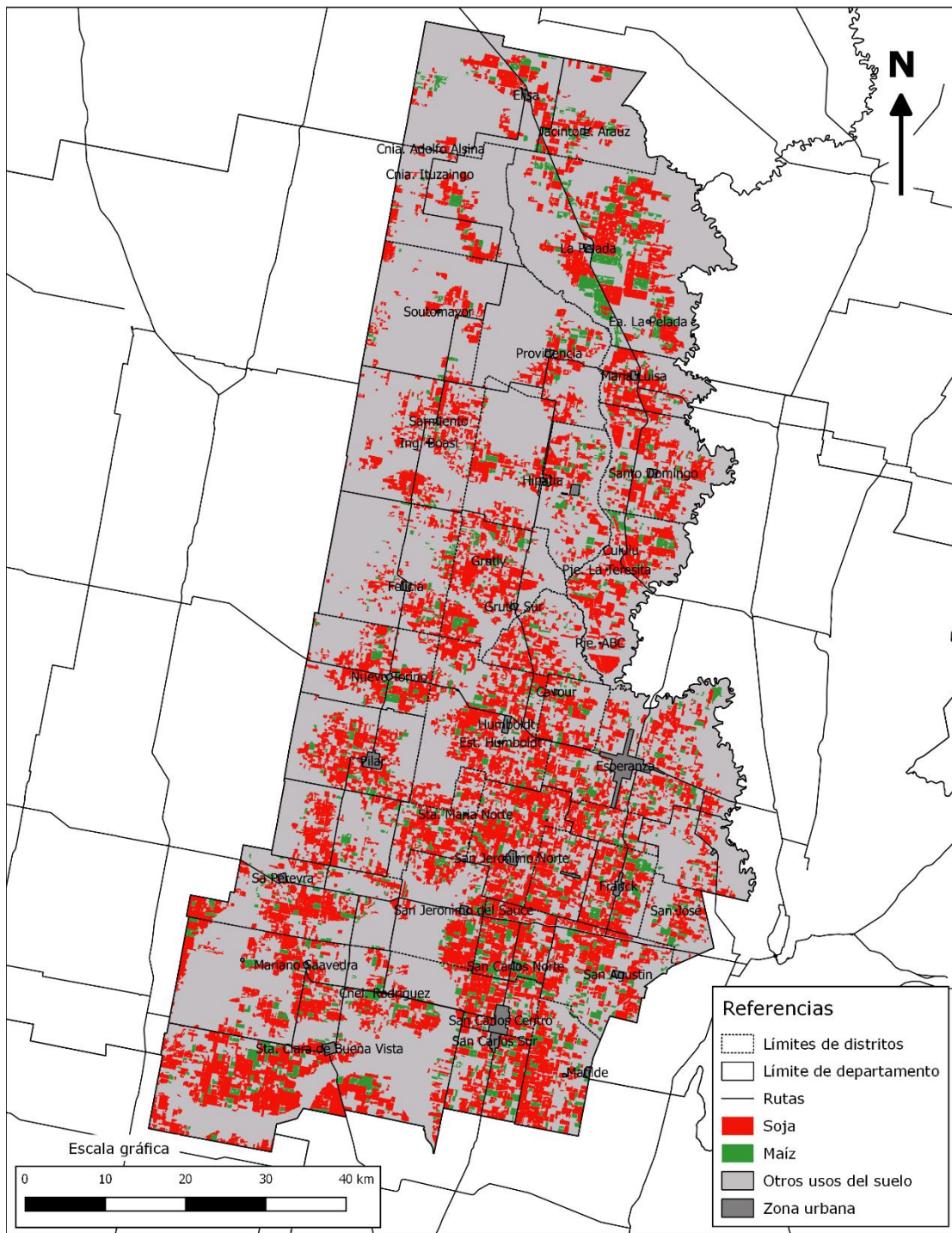
En la tabla 2 se consignan los errores de la estimación de la superficie ocupada por cada cultivo en cada uno de los departamentos. Se observa que en los departamentos con mayor heterogeneidad en lo que respecta a la calidad de las tierras para uso agrícola (San Cristóbal, San Justo y Las Colonias) el error de la estimación tiende a ser algo mayor. En los departamentos San Martín, San Jerónimo y Castellanos, los errores rondan el 10%. En cuanto al cultivo, las estimaciones de maíz presentan errores mayores debido a que es un cultivo que, además de tener un rango muy amplio de fechas de siembra, también se destina a distintos usos (cosecha de grano o confección de silos para reserva de forraje) que requieren la cosecha del mismo en distintos estados fenológicos, lo que dificulta su identificación espectral.

Finalmente, en la tabla 3 se presenta el inventario de las superficies ocupadas por cada cultivo en cada departamento.





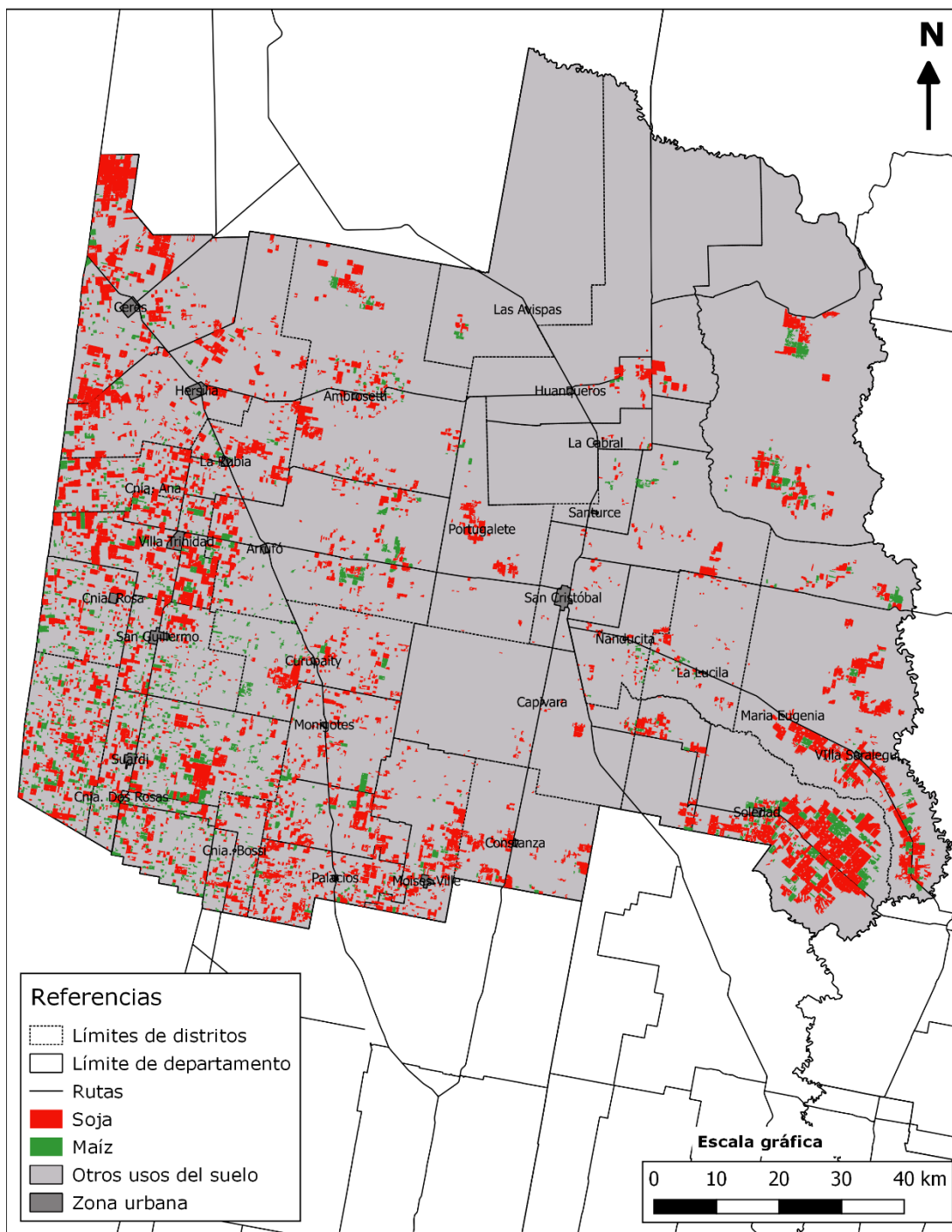
**Ocupación de la tierra - Campaña 2020/2021**  
**Departamento Las Colonias - Santa Fe**



**Figura 3.** Mapa de distribución de los cultivos soja y maíz en el departamento Las Colonias– Campaña 2020-2021



### Ocupación de la tierra - Campaña 2020/2021 Departamento San Cristóbal - Santa Fe

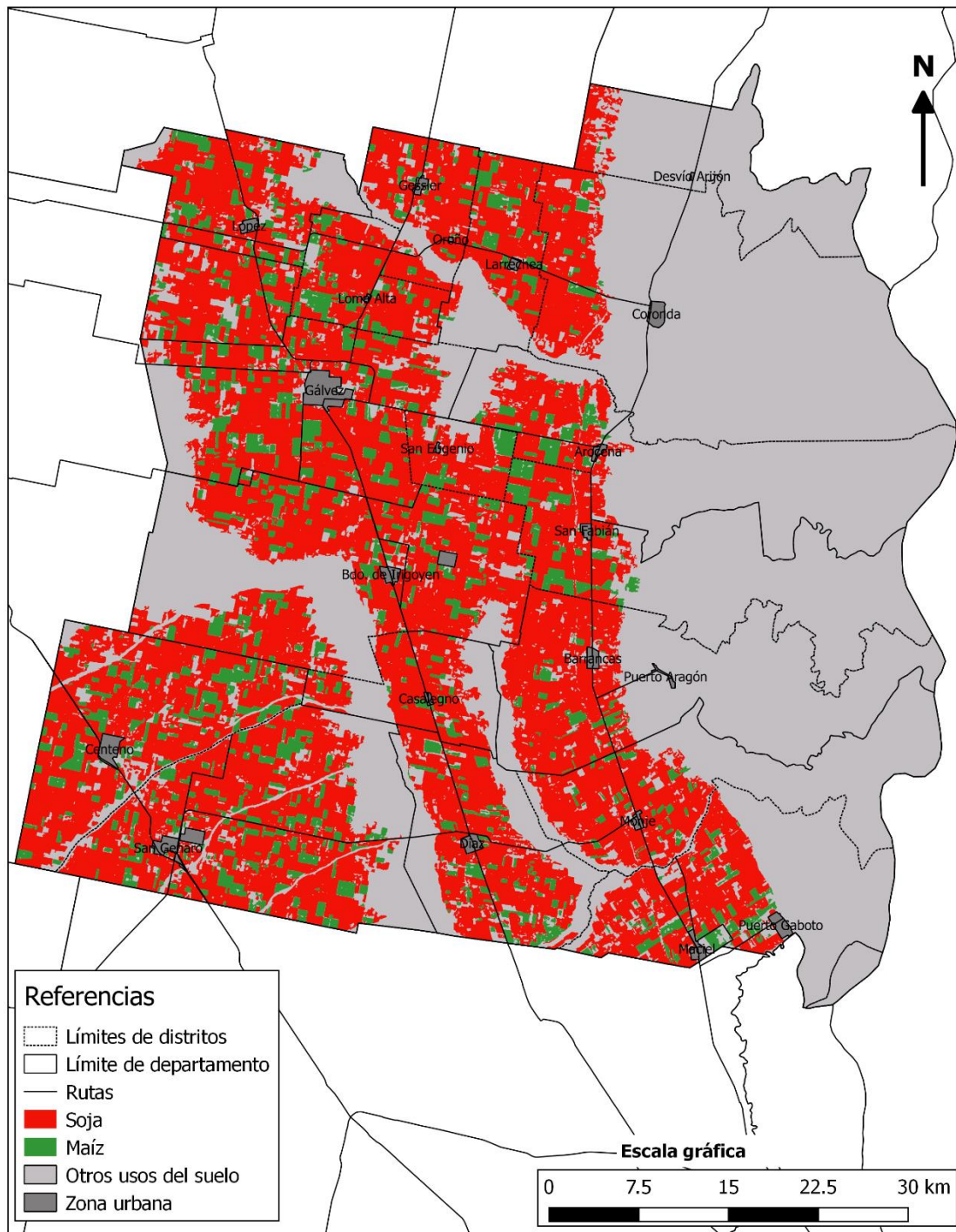


Alejandro Chiavassa - Verónica Sapino  
Inta EEA Rafaela  
Mayo 2021

**Figura 4.** Mapa de distribución de los cultivos soja y maíz en el departamento San Cristóbal – Campaña 2020-2021



### Ocupación de la tierra - Campaña 2020/2021 Departamento San Jerónimo - Santa Fe

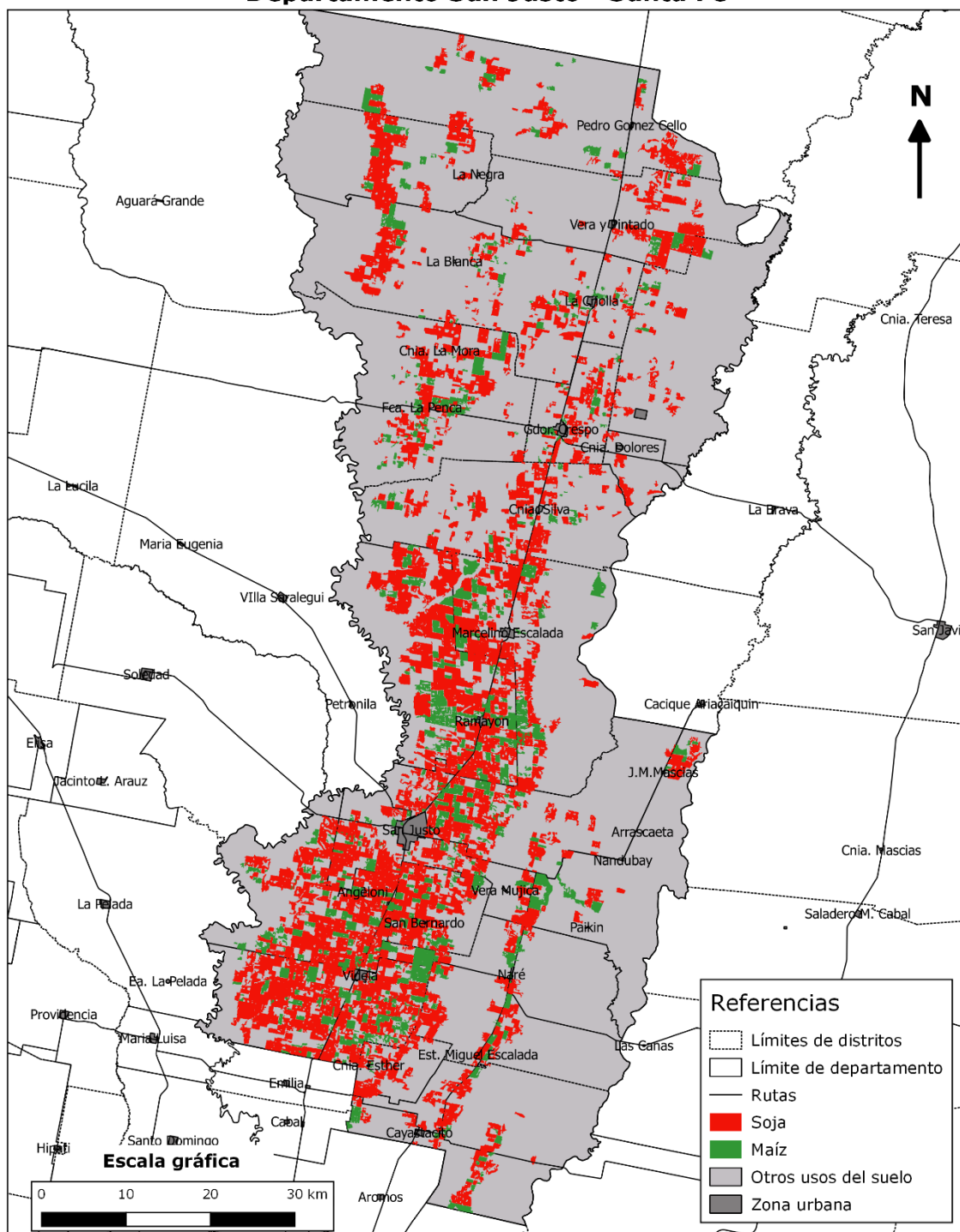


Alejandro Chiavassa-Verónica Sapino  
INTA EEA Rafaela  
Mayo 2021

**Figura 5.** Mapa de distribución de los cultivos soja y maíz en el departamento San Jerónimo – Campaña 2020-2021



**Ocupación de la tierra - Campaña verano 2020/2021**  
**Departamento San Justo - Santa Fe**

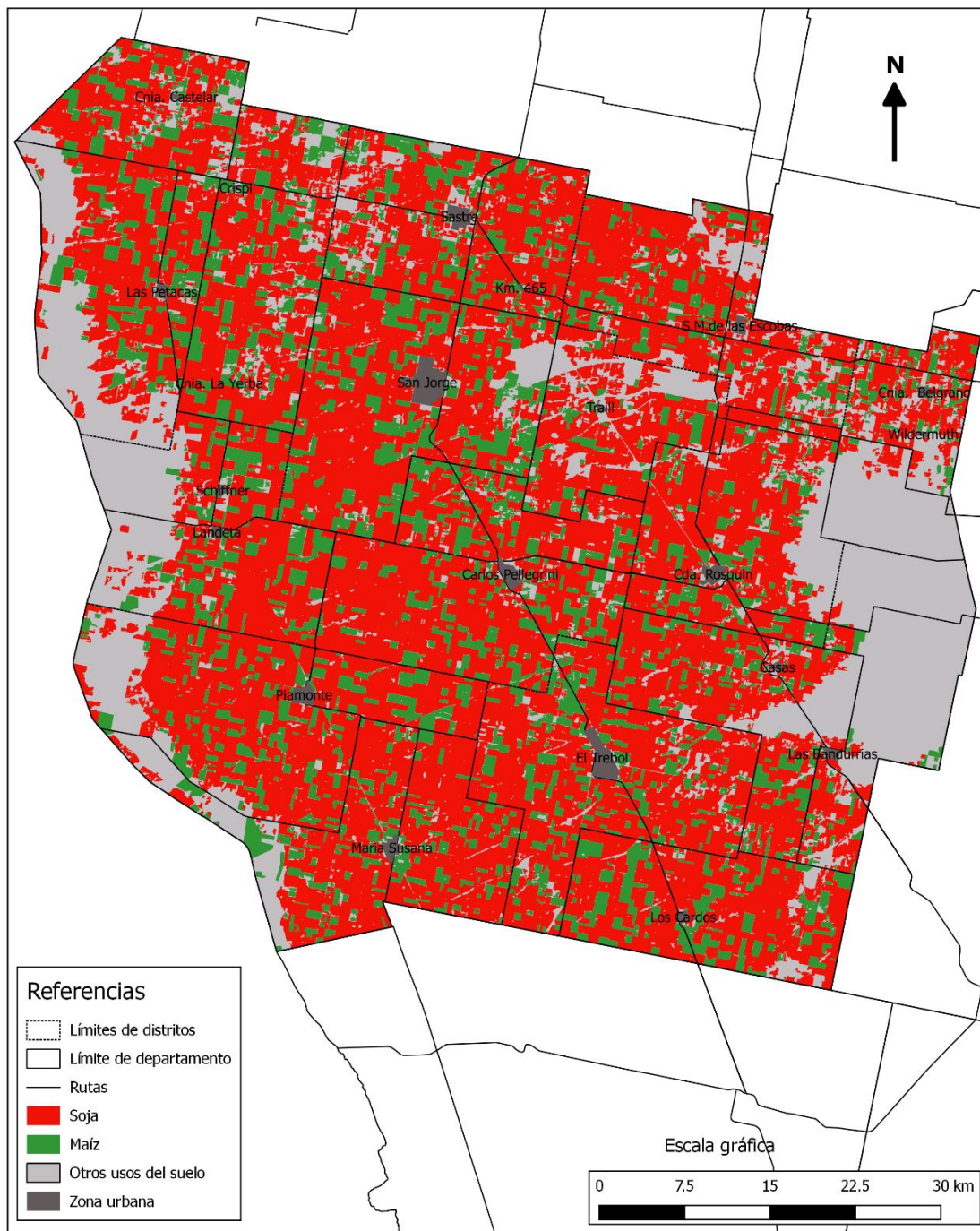


Autores: Alejandro Chiavassa - Verónica Sapino  
 INTA EEA Rafaela  
 Julio 2021

**Figura 6.** Mapa de distribución de los cultivos soja y maíz en el departamento San Justo – Campaña 2020-2021



### Ocupación de la tierra - Campaña 2020/2021 Departamento San Martín - Santa Fe



Alejandro Chiavassa - Verónica Sapino  
INTA EEA Rafaela  
Julio 2021

**Figura 7.** Mapa de distribución de los cultivos soja y maíz en el departamento San Martín - Campaña 2020-2021.

**Tabla 2:** Errores de la estimación, por exceso y por defecto, para los dos cultivos en cada departamento.

Departamento	SOJA		MAIZ	
	Error por exceso (%)	Error por defecto (%)	Error por exceso (%)	Error por defecto (%)
Castellanos	7	3	11	11
Las Colonias	14	10	7	27
San Cristóbal	22	18	16	23
San Jerónimo	10	7	7	8
San Justo	4	7	16	17
San Martín	7	2	7	9

**Tabla 3:** Inventario de superficies ocupadas por los cultivos soja y maíz en los departamentos del centro de Santa Fe.

Departamento	SOJA (ha)	MAÍZ (ha)
Castellanos	287 609	75 815
Las Colonias	173 328	31 916
San Cristóbal	139 184	32 366
San Jerónimo	177 151	36 923
San Justo	104 898	30 110
San Martín	287 685	91 513

## CONSIDERACIONES FINALES

En general, las estimaciones han dado errores aceptables, por debajo o cercanos al 10%.

A excepción del departamento San Cristóbal, en el cual el error fue de aproximadamente el 20 %. Esto se debe a que, al ser una región marginal para la agricultura, los lotes agrícolas presentan una respuesta espectral que se confunde con otras coberturas (generalmente pastizales).

Se recomienda utilizar con precaución los datos de inventario y distribución de los cultivos cuando el error es mayor al 15%.

Esta metodología, desarrollada por el grupo Recursos Naturales de la EEA Rafaela, ha demostrado a lo largo de los años ser muy confiable para la evaluación de los principales cultivos extensivos en la provincia de Santa Fe.





## BIBLIOGRAFÍA

- Boca, T., Rodriguez, G. Métodos estadísticos de la evaluación de la exactitud de productos derivados de sensores remotos. INTA - Instituto de Clima y Agua, [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta- mtodos est sensores.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-mtodos-est-sensores.pdf)
- Chuvieco, E. 1996. Fundamentos de Teledetección Espacial. 3º Edición revidada. Ediciones RIALP, S.A. Madrid.
- Giorgi, Raúl, R. Tosolini, V. Sapino, C. León y A. Chiavassa. 2002. Ocupación de la tierra bajo uso agrícola o pastoril durante la campaña 2001/2002. Ejemplos de algunos distritos de la zona central de Santa Fe. En: Información técnica de cultivos de verano. Campaña 2002. Publicación miscelánea N° 97 – Informe técnico N° 18, 11p. ISSN 0325-9137.
- Giorgi, Raúl, R. Tosolini, V. Sapino, C. León y A. Chiavassa. 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) (última consulta 23/09/2021)