

# Información Técnica de cultivos de invierno

## Campana 2019

### Estación Experimental Agropecuaria Rafaela



**INTA** | Ediciones

*Colección*  
**DIVULGACIÓN**



Secretaría  
de Agroindustria



Ministerio de Producción y Trabajo  
Presidencia de la Nación

# **Información Técnica de cultivos de invierno**

## **Campaña 2019**

**Publicación Miscelánea  
Año VII. N° 2**

**ISSN en línea: 2314-3126**

**INTA**

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria  
Centro Regional Santa Fe  
**Estación Experimental Agropecuaria Rafaela**  
*Área de Investigación en Producción Vegetal.*  
Mayo de 2019

**INDICE**

<b>EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE TRIGO 2018 EN RAFAELA .....</b>	<b>- 1 -</b>
<b>EVALUACIÓN DE VARIEDADES COMERCIALES DE TRIGO PAN (<i>TRITICUM AESTIVUM L.</i>) EN VIDELA, SANTA FE. CAMPAÑA 2018. ....</b>	<b>- 14 -</b>
<b>EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE TRIGO Y SU COMPORTAMIENTO FRENTE A ENFERMEDADES FOLIARES. CAMPAÑA 2018/19, SAN FABIÁN (SAN JERÓNIMO – SANTA FE). ....</b>	<b>- 19 -</b>
<b>ALTERNATIVAS DE FERTILIZACIÓN FOLIAR COMPLEMENTARIA EN TRIGO. CAMPAÑA 2018/19 .....</b>	<b>- 31 -</b>
<b>DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTOS TÉCNICOS DE REFORMAS IMPLEMENTADAS A UNA COSECHADORA GLEANER R66 Y EVALUACIÓN EN COSECHA DE TRIGO. ....</b>	<b>- 36 -</b>
<b>EVALUACIÓN DE CULTIVOS DE COBERTURA EN INTA RAFAELA. PERIODO 2015 - 2018 .....</b>	<b>- 48 -</b>
<b>EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA Y PRODUCCIÓN DE BIOMASA PARA DIFERENTES CULTIVOS DE COBERTURA EN EL CENTRO NORTE DE SANTA FE .....</b>	<b>- 58 -</b>
<b>EFFECTO DE LA INOCULACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA DE <i>VICIA VILLOSA</i>, CAMPAÑA 2018 .....</b>	<b>- 67 -</b>
<b>INCIDENCIA DE CULTIVOS DE COBERTURA SOBRE LAS MALEZAS, EN EL CENTRO DE SANTA FE .....</b>	<b>- 71 -</b>
<b>COMPLEMENTACIÓN DE HERBICIDAS RESIDUALES Y CULTIVOS DE SERVICIOS PARA EL CONTROL DE <i>AMARANTHUS HYBRIDUS</i> EN EL CULTIVO DE SOJA. ....</b>	<b>- 81 -</b>
<b>NIVEL FREÁTICO EN EL DEPARTAMENTO SAN JERÓNIMO (SANTA FE- ARGENTINA) .....</b>	<b>- 86 -</b>

## EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE TRIGO 2018 EN RAFAELA

ROSETTI, L.\* y LOZANO CORONEL, A.

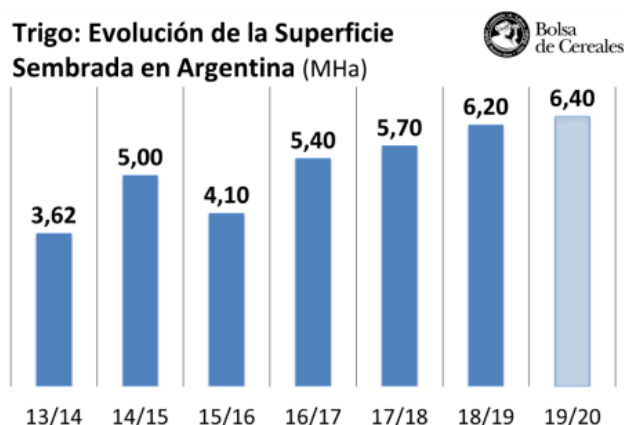
Profesionales de INTA EEA Rafaela

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

### INTRODUCCIÓN

El trigo (*Triticum aestivum* L.) es el cereal de invierno más importante que se produce en la Argentina y el principal cultivo que interviene en las secuencias de la región, caracterizado por su estabilidad de rendimiento (Forján, H. & Manso, L).

La superficie de siembra que ocupó este cultivo en el país, durante la campaña 2018 fue de 6,3 millones de hectáreas (Secretaría de Agroindustria, 2019), presentando una expansión del área nacional del 3,2% en comparación con la campaña anterior. Esta situación se explicaría por un favorable escenario climático, que permitió la recuperación de áreas que, durante el ciclo previo no pudieron producir debido a las condiciones ambientales adversas (PAS, 2019). De acuerdo a estimaciones de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires, durante esta campaña, se podría esperar un ascenso a 6,4 millones de hectáreas, la tercer mayor superficie implantada con el cereal en las últimas 20 campañas (PAS, 2019) (Figura N°1). Esta expansión también responde a un escenario económico positivo, que brinda incentivos a los productores para un nuevo aumento tanto del área, cómo de la inversión en paquetes tecnológicos. Aunque menores a los registrados en la campaña previa, los precios al productor de trigo continúan por encima del promedio de las últimas 5 campañas (PAS, 2019).



**Figura N°1.** Evolución de la superficie sembrada de trigo en Argentina. Estimación campaña 2019. Fuente: PAS 2019.

La provincia de Santa Fe representa la tercera provincia en importancia a nivel país, con 1.111.924 hectáreas sembradas y participa en el 17,7% de la producción nacional. Los rendimientos promedios alcanzados durante la campaña 2018 fueron de 3028 kg ha<sup>-1</sup>

(Ministerio de Agroindustria, Estimaciones agrícolas, 2019) valores similares a la media nacional. En el departamento Castellanos fueron cosechadas 140.458 hectáreas, obteniéndose una producción de 387.028 toneladas y un rendimiento promedio de 2.900 kg ha<sup>-1</sup>.

El cultivo de trigo presenta una marcada importancia como cultivo de invierno en la región, su producción afecta de manera positiva al sector económico de las zonas de influencia como un factor dinamizador de la economía en el sector primario e industrial y de servicios relacionados. Por esta razón, en la EEA Rafaela de INTA, ubicada en la sub-región triguera I, se lleva a cabo la evaluación de cultivares comerciales de trigo, integrando la Red Nacional de Evaluación de Trigo (RET). La misma consiste en la siembra de diferentes materiales en cuatro fechas diferentes y tiene como objetivo evaluar el comportamiento agronómico de los cultivares, la sanidad y el rendimiento en grano.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En la campaña 2018 se evaluaron 18 cultivares de ciclo largo e intermedio-largo, 24 de ciclo intermedio y 38 de ciclo corto distribuidos en cuatro fechas de siembra. Los materiales intermedio-largos se sembraron en las primeras dos fechas de siembra (FS), 28 de mayo y 7 de junio. Los intermedios y cortos se incluyeron en las siembras del 22 de junio y del 5 de julio.

Los ensayos fueron instalados mediante siembra directa sobre un suelo *Argiudol típico*, de adecuada fertilidad potencial (MO: 2,25 %, Nt: 0,132%, pH: 5,86 y P: 52,9 ppm) y baja fertilidad actual (12,2 ppm N-NO<sup>3-</sup>). La fertilidad se corrigió con la aplicación de 70 kg ha<sup>-1</sup> de N (Urea 46% de N), al momento de la siembra e incorporado por debajo y al costado de la semilla. El lote provenía de un cultivo de soja.

Las densidades teóricas de siembra utilizadas variaron de acuerdo al momento de la siembra, siendo de 250, 300, 300 y 350 plantas/m<sup>2</sup>, para la primera, segunda, tercera y última fecha de siembra, respectivamente. Las unidades experimentales fueron de 1,4 m de ancho (7 surcos a 0,20 m) por 5 m de largo.

El agua útil almacenada en el suelo al inicio de la campaña (28 de mayo) hasta un metro de profundidad, al que accede el cultivo en las primeras etapas de crecimiento, era de 97,04 mm, que representa el 45,3% de la capacidad máxima de retención.

Para el control de malezas en presiembra se realizó una aplicación de glifosato, 2,4-D, metsulfurón metil y Dicamba (2500 cm<sup>3</sup>, 1000 cm<sup>3</sup>, 8 g y 150 cm<sup>3</sup> por hectárea, respectivamente) y en post-emergencia se aplicó dicamba (100 cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) + metsulfurón metil (6 g ha<sup>-1</sup>). Para el control de enfermedades, el 21 de septiembre, se realizó una aplicación de fungicida (azoxistrobina) utilizando una dosis de 400 cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

Para la 1<sup>ra</sup> y 3<sup>ra</sup> fecha de siembra se utilizó un diseño experimental de bloques divididos, tratándose con fungicida a una de las subdivisiones y dejando la restante sin tratamiento, ambas con 3 repeticiones. Mientras que para la 2<sup>da</sup> y 4<sup>ta</sup> fechas se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones donde a todas las parcelas se las protegió con fungicida.

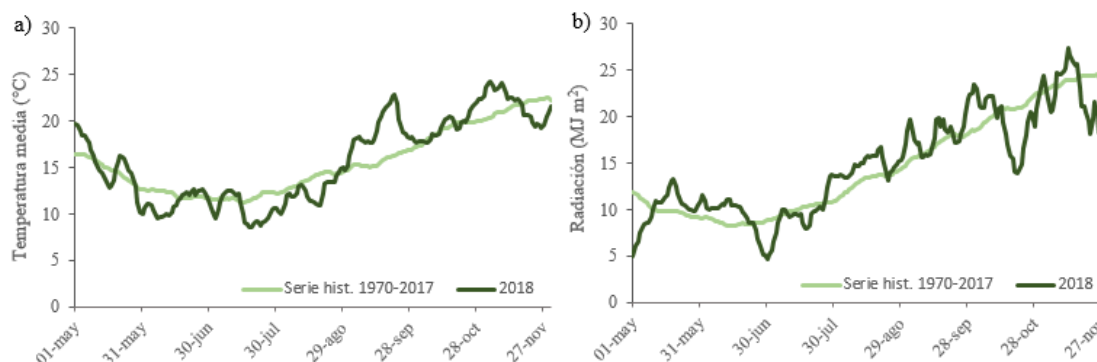
En cada ensayo se registraron la fecha de emergencia, espigazón (Zadoks 5,5), de antesis (Zadoks 6,1), de madurez fisiológica (MF, Zadoks 8,6), altura en MF y vuelco (utilizando una escala de 1-9, donde 1: sin vuelco y 9: mayor nivel de vuelco).

La cosecha se realizó de manera mecánica sobre una superficie de 7 m<sup>2</sup> por parcela. Se estimó el rendimiento de grano (corregido a 14% de humedad) y el peso de 1000 semillas (PMG). Otra variable que se evaluó fue el peso hectolítrico (PH). Este dato es de importancia porque es uno de los componentes que definen el estándar de comercialización contribuyendo a mejorar la rentabilidad del productor (Cuniberti, M, 2011).

Los datos obtenidos fueron analizados 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 2016).

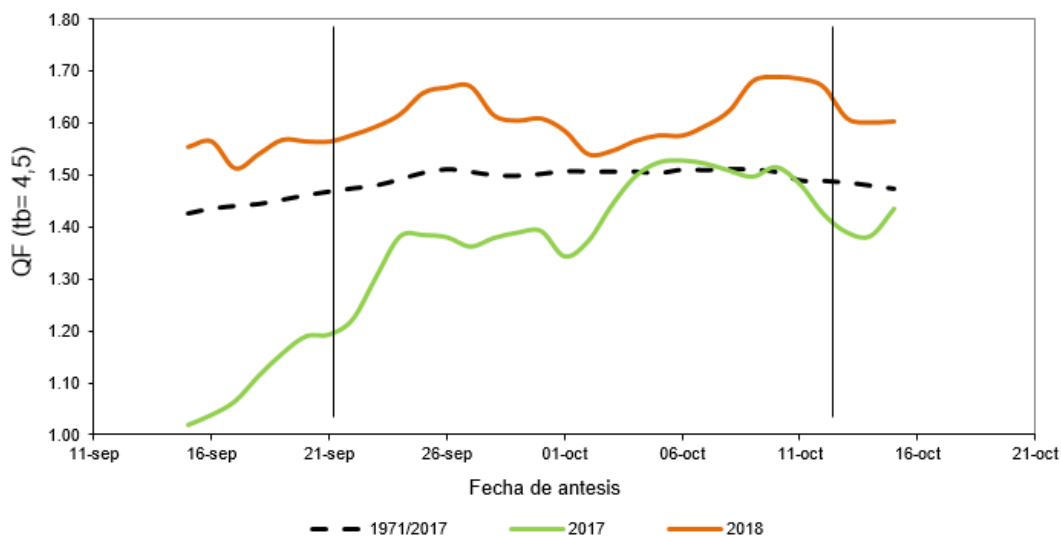
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones foto-termales fueron superiores a las normales para el período de floración recomendado (21 de septiembre al 12 de octubre), con una temperatura en el período crítico de encañazón con valores superiores a los promedios normales y una buena oferta de radiación con respecto a la media. (Figura 2, a y b).



**Figura 2:** a) Evolución de la temperatura media diaria como promedios móviles (10 días) y b) de la radiación incidente durante el ciclo de crecimiento del trigo y sus respectivas series históricas (1971-2017). EEA Rafaela, 2019.

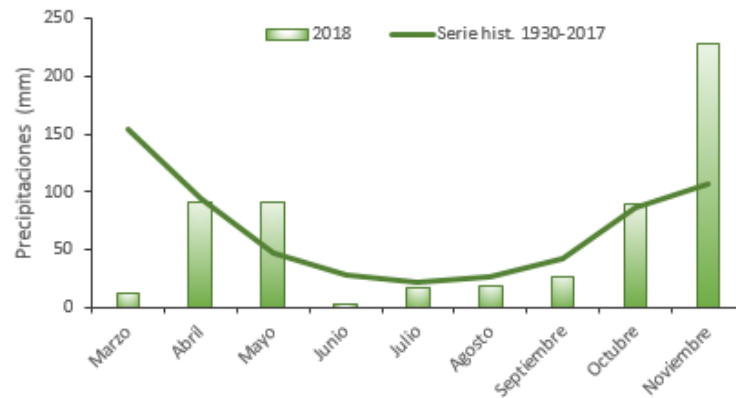
Las condiciones fototermales descritas se reflejan en la evolución de los cocientes foto-termales (QF), con valores superiores a los promedios regionales para las floraciones en septiembre (Figura 3). En consecuencia, las antesis ocurridas en la época adecuada para el período crítico de crecimiento, dispusieron de cocientes fototermales (Q) superiores a los promedios alcanzados la campaña anterior y superiores a la media.



**Figura 3:** Evolución del cociente foto-térmico (radiación global incidente/temperatura media - temperatura base) en el período de 25 días previos a cada fecha de floración para la serie 1971/2017 vs los registrados para las campañas 2017 y 2018. Barras verticales indican la ventana de fechas de floración recomendadas para Rafaela (21 de septiembre al 12 de octubre). EEA Rafaela, 2019.

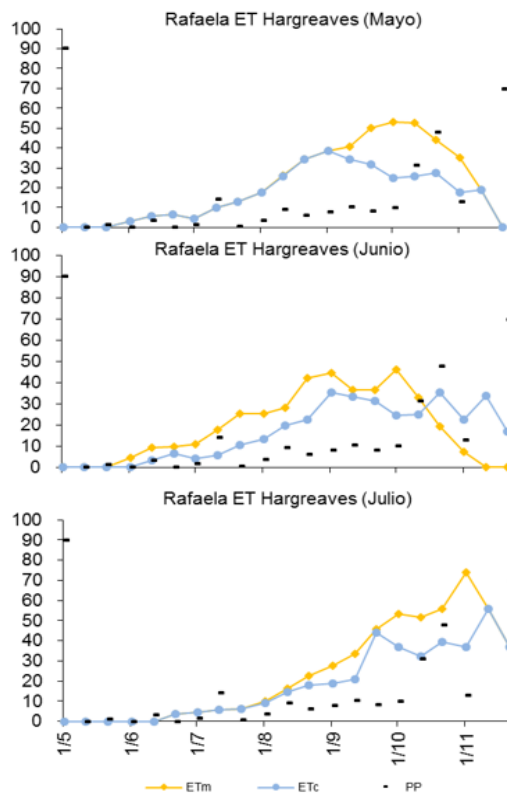
Las temperaturas medias para el período de 35 días posteriores a la floración, coincidente con el llenado de granos, alcanzaron un promedio de 18,9°C, recomendados para asegurar un óptimo llenado de granos.

Las precipitaciones ocurridas en el mes de abril, fueron inferiores a la media, por lo tanto, el agua útil almacenada en el suelo a la siembra (28 de mayo) hasta un metro de profundidad, era de 97,04 mm, lo que representa el 45,3% de la capacidad máxima de retención del suelo. El período de crecimiento de las plantas ocurrió con escasa oferta de lluvias, muy inferior a la media, al igual que el período de encañazón y etapa de llenado (Figura 4). El total acumulado durante todo el ciclo fue de 375.2 mm. Adicionalmente, el día 8 de octubre, ocurrió una caída de granizo que causó daño en los materiales de todas las fechas de siembra.



**Figura 4:** Precipitaciones registradas durante el período de marzo a noviembre de 2018 y la correspondiente serie histórica (1930-2017).

El balance general fue el de un año con una oferta hídrica inferior a la serie histórica y por lo tanto con una demanda del cultivo insatisfecha, en particular en los momentos críticos para la formación de espiga y el llenado de granos (Figura 5).



**Figura 5:** Balance hídrico decádico estimado para la siembra de mayo, junio y julio, respectivamente para el ciclo promedio de cada siembra. EEA Rafaela, 2018. ETm: evapotranspiración máxima, ETc: evapotranspiración del cultivo y PP: precipitaciones.



**Primera y segunda época de siembra**

La primera fecha de siembra fue el 28 de mayo, se evaluaron 18 cultivares correspondientes a ciclos largos e intermedios largos. La emergencia ocurrió 8 días más tarde.

Se realizó una aplicación de clorpirifos (48%), con una dosis de 300 cm<sup>3</sup>/ha, el 18 de septiembre para el control de pulgones.

A continuación, en la Tabla 1, se indican las fechas de las distintas etapas fenológicas, días entre emergencia y antesis, duración en días del llenado de grano y del ciclo total y la altura en madurez fisiológica (MF). La fecha promedio de antesis fue el 26 de septiembre, coincidente con el período objetivo de floración recomendado. La altura promedio fue de 67 cm, con valores máximos de 78 y mínimos de 54 cm, valores muy inferiores a los alcanzados en la campaña anterior. Esto probablemente sea consecuencia de las condiciones a las que el cultivo estuvo expuesto durante sus etapas vegetativas iniciales. El ciclo total alcanzó los 165 días, valor similar al de la campaña anterior (164 días).

**Tabla 1:** Fechas de los distintos estados fenológicos, días de emergencia a antesis, duración del llenado de grano y del ciclo total, altura en MF, % de daño por aves y vuelco (utilizando una escala de 1 a 9, donde 1 es sin vuelco y 9 representa el máximo vuelco) para la primera fecha de siembra.

Cultivar	Ciclo	Grupo calidad	Espigazón Z 5.5	Antesis Z 6.1	MF Z 8.6	Días Emerg- Antesis	Días llenado de grano	Ciclo total (días)	Altura en MF (cm)	Daño (%)	Vuelco 1-9
BUCK BELLACO	CL	2	23-sep	27-sep	08-nov	114	42	164	72		1
ACA 360	CL	1	25-sep	27-sep	08-nov	114	42	164	78		1
Exp ACA 1221.15			26-sep	01-oct	14-nov	118	44	170	62	10	1
KLEIN SERPIENTE	CL	2	25-sep	27-sep	07-nov	114	41	163	67		1
ACA 303 PLUS	CL	2	22-sep	24-sep	13-nov	111	50	169	65		1
SY 120	CI	2	18-sep	23-sep	08-nov	110	46	164	56	15	1
365			26-sep	30-sep	08-nov	117	39	164	72		1
ACA 315	CL	1	22-sep	25-sep	12-nov	112	48	168	66		1
KLEIN MINERVA	CL	1	24-sep	27-sep	08-nov	114	42	164	74		1
BUCK DESTELLO	CL	1	03-oct	05-oct	14-nov	122	40	170	73	5	1
BUCK COLIQUEO	CI	1	20-sep	24-sep	07-nov	111	44	163	64	30	1
KLEIN TITANIO CL	CI	2	22-sep	24-sep	06-nov	111	43	162	77		1
KLEIN HURACAN	CL	3	23-sep	26-sep	07-nov	113	42	163	62	5	1
KLEIN MERCURIO	CL	1	25-sep	27-sep	08-nov	114	42	164	78		1
MS INTA BON 215	CL	2	21-sep	25-sep	07-nov	112	43	163	54	10	1
MS INTA 116	CL	2	23-sep	26-sep	06-nov	113	41	162	63		1
ALGARROBO	CI	2	22-sep	24-sep	06-nov	111	43	162	56		1
Floripan 300	CL	3	25-sep	30-sep	08-nov	117	39	164	66	40	1
Promedio			23-sep	26-sep	08-nov	114	43	165	67		

Los materiales sembrados en esta fecha de siembra (Tabla N°2), presentaron rendimientos muy bajos, mostrando una reducción de casi un 48% con respecto a la campaña anterior. El rendimiento promedio fue de 1899 kg ha<sup>-1</sup>, con un máximo de 2705

kg ha<sup>-1</sup> alcanzado por el cultivar Buck Bellaco, no encontrándose diferencias significativas entre este y ACA 360 (p<0,05). Los materiales Buck Bellaco, ACA 303 plus y Klein Serpiente, vuelven a demostrar un buen comportamiento por tercera campaña consecutiva. El cultivar Algarrobo, que obtuvo el mejor promedio de rendimiento en el año anterior y se destacaba en campañas pasadas (Rosetti y Villar, 2018), este año estuvo por debajo de la productividad media (p<0,05). No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con y sin fungicida.

El PMG fue en promedio 36,3 g, no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos de protección fúngica (p<0,05). En cuanto a los grupos de calidad, los materiales ACA 303 PLUS, ACA 315 y 365 se categorizaron para el grupo 1 del estándar de comercialización (>79 kg hl<sup>-1</sup>), 13 lo hicieron para grupo 2 (>76 kg hl<sup>-1</sup>), solo 2 para grupo 3 (>73 kg hl<sup>-1</sup>) y ningún material estuvo fuera de grado (<73 kg hl<sup>-1</sup>). El peso hectolítrico promedio fue de 77 kg hl<sup>-1</sup>, valor superior al alcanzado la campaña anterior (Rosetti y Villar, 2018) no habiendo diferencias significativas entre los tratados y los no tratados con fungicida (p<0,05).

**Tabla 2:** Rendimiento en grano promedio (corregido al 14% de humedad), con fungicida y sin fungicida. PMG y PH de los materiales correspondientes a la primera fecha de siembra.

Cultivar	Ciclo	Grupo calidad	Rendimiento (kg/ha, 14% H <sub>2</sub> O)			PMG (g)			Peso hectolítrico (kg/hl)		
			Promedio	Con Fungicida	Sin Fungicida	Promedio	Con Fungicida	Sin Fungicida	Promedio	Con Fungicida	Sin Fungicida
BUCK BELLACO	CL	2	2705 A	2934	2477	37.7 B	37.9	37.6	77 C	77	78
ACA 360	CL	1	2618 A	2623	2614	40.7 A	40.4	40.9	77 C	77	78
Exp ACA 1221.15			2405 B	2706	2104	37.9 B	37.9	38.0	79 C	79	78
KLEIN SERPIENTE	CL	2	2313 B	2206	2420	38.6 B	38.8	38.4	78 C	78	78
ACA 303 PLUS	CL	2	2294 B	2356	2233	34.5 C	34.1	34.8	81 A	81	81
SY 120	CI	2	2053 C	2053	2052	35.7 C	35.6	35.7	75 D	75	75
365			2031 C	2093	1969	38.0 B	38.0	38.0	80 B	80	79
ACA 315	CL	1	1996 C	2064	1928	35.7 C	36.0	35.5	80 A	81	80
KLEIN MINERVA	CL	1	1943 C	1955	1932	39.7 A	39.9	39.5	77 C	77	77
BUCK DESTELLO	CL	1	1753 D	1844	1663	36.0 C	36.5	35.5	76 D	76	75
BUCK COLIQUEO	CI	1	1729 D	1832	1625	35.6 C	34.8	36.4	76 D	76	76
KLEIN TITANIO CL	CI	2	1728 D	1645	1811	37.6 B	37.2	38.0	78 C	77	78
KLEIN HURACAN	CL	3	1716 D	1863	1569	35.4 C	35.9	34.9	79 C	79	79
KLEIN MERCURIO	CL	1	1608 D	1450	1767	36.0 C	35.6	36.4	78 C	78	78
MS INTA BON 215	CL	2	1488 D	1608	1368	33.1 D	32.7	33.5	76 D	76	76
MS INTA 116	CL	2	1414 D	1427	1400	32.7 D	33.1	32.3	75 D	76	74
ALGARROBO	CI	2	1394 D	1216	1572	34.4 C	35.7	33.1	75 D	75	74
Floripan 300	CL	3	986 E	984	988	34.7 C	34.5	34.8	76 D	77	76
Promedio			1899	1937	1861	36.3	36.4	36.3	77	77	77
CV (%)			11.68			3.57			1.22		
Fungicida			NS			NS			NS		
Variedad			**			**			**		

Test de Scott & Knott ( $\alpha= 0, 05$ ). Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí. NS: no se encontraron diferencias significativas. \*\*existen diferencias significativas al 5%. %CV: coeficiente de variación

En la segunda fecha de siembra se evaluaron 24 materiales de ciclo largo e intermedio largo. La siembra se realizó el día 07 de junio y la emergencia ocurrió 13 días más tarde. El agua inicial al metro de profundidad al momento de la siembra fue de 83,67

mm, que representa el 38,8% de la capacidad máxima de retención.

En la Tabla 3, se indican las fechas de las distintas etapas fenológicas, días entre emergencia y antesis, duración en días del llenado de grano y del ciclo total y la altura en madurez fisiológica (MF), correspondientes a la segunda fecha de siembra. La fecha promedio de antesis fue el 28 de septiembre, alcanzando una duración promedio del ciclo de 156 días, valor similar al de la campaña anterior (151 días). La altura promedio fue de 57 cm, con valores máximos de 73 y mínimos de 36 cm, valores muy inferiores a los alcanzados la campaña anterior.

**Tabla 3:** Fechas de los distintos estados fenológicos, días de emergencia a antesis, duración del llenado de grano y del ciclo total, altura en MF, % de daño por aves y vuelco (utilizando una escala de 1 a 9, donde 1 es sin vuelco y 9 representa el máximo vuelco) para la segunda fecha de siembra.

Cultivar	Ciclo	Grupo calidad	Espigazón Z 5.5	Antesis Z 6.1	MF Z 8.6	Días Emerg- Antesis	Días llenado de grano	Ciclo total (días)	Altura en MF (cm)	Daño (%)	Vuelco 1-9
SY 120	CI	2	23-sep	25-sep	08-nov	97	44	154	51		1
KLEIN SERPIENTE	CL	2	25-sep	01-oct	08-nov	103	38	154	61		2
BUCK BELLACO	CL	2	04-oct	07-oct	15-nov	109	39	161	56		1
ACA 360	CI	1	24-sep	28-sep	08-nov	100	41	154	49	5	1
KLEINPROMETEO	CIC	1	23-sep	25-sep	12-nov	97	48	158	63	10	1
365	CI	1	30-sep	03-oct	14-nov	105	42	160	65		1
BUCK METEORO	CI	1	05-oct	08-oct	17-nov	110	40	163	69	10	1
BUCK CAMBÁ	CIC	1	26-sep	02-oct	08-nov	104	37	154	49	5	1
ACA 315	CI	1	28-sep	03-oct	14-nov	105	42	160	68	5	1
ACA 303 PLUS	CI	2	27-sep	02-oct	13-nov	104	42	159	58	5	1
KLEIN MINERVA	CL	1	26-sep	01-oct	08-nov	103	38	154	67		1
MS INTA B 516	CI	2	23-sep	28-sep	09-nov	100	42	155	58	10	1
KLEIN TITANIO CL	CL	2	28-sep	02-oct	10-nov	104	39	156	73	20	1
MS INTA 415	CI	3	23-sep	27-sep	08-nov	99	42	154	53		1
KLEIN HURACAN	CL	3	28-sep	02-oct	13-nov	104	42	159	50		1
KLEIN MERCURIO	CL	1	27-sep	03-oct	12-nov	105	40	158	63	10	1
BUCK COLIQUEO	CI	1	22-sep	24-sep	06-nov	96	43	152	55		1
KLEIN LIEBRE	CIC	3	22-sep	24-sep	07-nov	96	44	153	63	10	1
SY 200	CI	2	22-sep	24-sep	06-nov	96	43	152	58	15	1
ALGARROBO	CI	2	27-sep	04-oct	14-nov	106	41	160	36	10	1
MS INTA 617	CI	2	24-sep	27-sep	08-nov	99	42	154	50	20	1
ACA 602	CI	2	18-sep	20-sep	07-nov	92	48	153	49	10	2
GINGKO	CC	3	18-sep	20-sep	08-nov	92	49	154	50	40	2
KLEIN PROTEO	CIC	1	21-sep	25-sep	14-nov	97	50	160	57	70	1
Promedio			25-sep	28-sep	10-nov	101	42	156	57		

Se obtuvo un bajo rendimiento medio para la época (1920 kg ha<sup>-1</sup>) (Tabla 4). Con respecto al comportamiento varietal, se definieron 3 grupos de productividad, en el primer grupo el material SY 120 mostró la mejor productividad (2561 kg ha<sup>-1</sup>), que vuelve a repetir un buen comportamiento con respecto a la campaña anterior. En el segundo grupo de productividad se destacó Algarrobo, que presentó un comportamiento inferior al conseguido la campaña anterior (p<0,05) (Rosetti y Villar, 2018). Por último, en el 3° grupo, se posicionaron los materiales GINGKO y Klein Proteo, esto se atribuye al grave daño causado por aves.

Tanto el peso unitario de los granos como el peso hectolítrico presentaron diferencias significativas entre cultivares ( $p < 0,05$ ). El PMG y PH promedio fueron de 36 g y 79 kg  $hl^{-1}$ , respectivamente. Se destaca el material ACA 360 con un excelente peso unitario y un buen PH.

En cuanto a calidad comercial, 14 materiales categorizaron para grupo 1 ( $>79$  kg  $hl^{-1}$ ), 9 lo hicieron para grupo 2 ( $>76$  kg  $hl^{-1}$ ) y 1 para el grupo 3 ( $>73$  kg  $hl^{-1}$ ) y ningún material estuvo fuera de grado ( $<73$  kg  $hl^{-1}$ ).

**Tabla 4:** Rendimiento en grano promedio (corregido al 14% de humedad), con fungicida. PMG y PH de los materiales correspondientes a la segunda fecha de siembra

Cultivar	Ciclo	Grupo calidad	Rendimiento (kg/ha, 14% H <sub>2</sub> O)	PMG (g)	Peso hectolítrico (kg/hl)
SY 120	CI	2	2561 A	36.3 C	77 C
KLEIN SERPIENTE	CL	2	2450 A	36.9 C	79 B
BUCK BELLACO	CL	2	2426 A	38.5 B	78 C
ACA 360	CI	1	2352 A	42.1 A	79 B
KLEINPROMETEO	CIC	1	2319 A	39.4 B	80 B
365	CI	1	2249 A	35.6 D	80 B
BUCK METEORO	CI	1	2107 A	37.4 C	81 A
BUCK CAMBÁ	CIC	1	2101 A	35.3 D	80 B
ACA 315	CI	1	2078 A	36.4 C	82 A
ACA 303 PLUS	CI	2	2075 A	35.7 D	82 A
KLEIN MINERVA	CL	1	2065 A	38.7 B	79 B
MS INTA B 516	CI	2	1979 A	31.1 E	78 C
KLEIN TITANIO CL	CL	2	1943 A	39.6 B	79 B
MS INTA 415	CI	3	1937 A	31.6 E	77 C
KLEIN HURACAN	CL	3	1908 A	35.2 D	80 B
KLEIN MERCURIO	CL	1	1885 A	37.2 C	79 B
BUCK COLIQUEO	CI	1	1870 A	37.3 C	78 C
KLEIN LIEBRE	CIC	3	1769 A	34.4 D	79 B
SY 200	CI	2	1682 B	38.6 B	80 B
ALGARROBO	CI	2	1600 B	33.3 E	77 C
MS INTA 617	CI	2	1548 B	32.5 E	77 C
ACA 602	CI	2	1518 B	33.7 E	79 B
GINGKO	CC	3	1012 C	34.8 D	75 C
KLEIN PROTEO	CIC	1	660 C	33.0 E	80 B
Promedio			1920	36.0	79
CV (%)			19.2	3.41	1.2
Variedad			**	**	**

Test de Scott & Knott ( $\alpha = 0, 05$ ). Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí.  
 \*\*existen diferencias significativas al 5%. %CV: coeficiente de variación.

### ***Tercera época de siembra.***

La tercera fecha fue sembrada el día 22 de junio, ocurriendo 11 días más tarde su emergencia. Se evaluaron 32 materiales de ciclo corto e intermedio. El agua inicial al metro de profundidad al momento de la siembra fue de 91,23 mm.

A continuación, en la Tabla 5 se indican las fechas de las distintas etapas fenológicas, días entre emergencia y antesis, duración en días del llenado de grano y del

INTA – Estación Experimental Agropecuaria Rafaela.  
 INFORMACIÓN TÉCNICA DE CULTIVOS DE INVIERNO, CAMPAÑA 2019  
 Publicación Miscelánea - Año VII. N° 2

ciclo total y la altura en madurez fisiológica (MF).

La fecha de antesis promedio alcanzada por los materiales fue el 28 de septiembre logrando una duración promedio del ciclo de 142 días, valor que supera al de la campaña anterior (123 días). La altura promedio alcanzada por las variedades fue de 58 cm, no presentando vuelco a cosecha. En esta fecha de siembra se presentaron materiales con daños superiores al 30% causados por aves.

**Tabla 5:** Fechas de los distintos estados fenológicos, días de emergencia a antesis, duración del llenado de grano y del ciclo total, altura en MF, % de daño por aves y vuelco (utilizando una escala de 1 a 9, donde 1 es sin vuelco y 9 representa el máximo vuelco) para la tercera fecha de siembra

Cultivar	Ciclo	Grupo calidad	Espigazón Z 5.5	Antesis Z 6.1	MF Z 8.6	Días Emerg- Antesis	Días llenado de grano	Ciclo total (días)	Altura en MF (cm)	Daño (%)	Vuelco 1-9
BUCK CAMBÁ	CIC	1	03-oct	07-oct	15-nov	96	39	146	68		1
KLEINPROMETEO	CIC	1	27-sep	03-oct	08-nov	92	36	139	63		1
KLEIN LIEBRE	CIC	3	25-sep	28-sep	06-nov	87	39	137	63	5	1
KLEIN VALOR	CC	1	25-sep	27-sep	13-nov	86	47	144	56	5	1
DM ÑANDUBAY	CIC	2	30-sep	02-oct	14-nov	91	43	145	40		1
BUCK SAETA	CC	1	23-sep	26-sep	10-nov	85	45	141	51	10	2
KLEIN LANZA	CC	3	25-sep	28-sep	07-nov	87	40	138	57		1
BUCK CLARAZ	CC	1	24-sep	27-sep	13-nov	86	47	144	55		1
SY 300	CC	2	26-sep	01-oct	16-nov	90	46	147	63	10	1
KLEIN PROTEO	CIC	1	26-sep	01-oct	15-nov	90	45	146	64		2
KLEIN POTRO	CC	1	26-sep	03-oct	12-nov	92	40	143	64	10	1
ACA 908	CC	1	22-sep	24-sep	14-nov	83	51	145	64	5	1
MS INTA B 516	CIC	2	01-oct	05-oct	15-nov	94	41	146	66		1
ACA 602	CI	2	26-sep	28-sep	08-nov	87	41	139	57	5	2
MS INTA 415	CIC	3	29-sep	02-oct	10-nov	91	39	141	55	5	1
ACA 909	CC	2	23-sep	25-sep	08-nov	84	44	139	71	10	1
DM AUDAZ			22-sep	24-sep	08-nov	83	45	139	52	5	3
MS INTA 617	CIC	2	03-oct	07-oct	13-nov	96	37	144	58		1
SY 330	CC	2	22-sep	24-sep	10-nov	83	47	141	49	10	1
MS INTA B 817	CC	3	25-sep	28-sep	13-nov	87	46	144	49	15	1
BUCK PLENO	CC	2	23-sep	25-sep	09-nov	84	45	140	51	10	3
MS INTA 815	CC	3	23-sep	26-sep	11-nov	85	46	142	59	15	1
KLEIN NUTRIA	CC	2	22-sep	25-sep	08-nov	84	44	139	56	5	2
BIOCERES 1008	CC	3	25-sep	27-sep	16-nov	86	50	147	69		1
BIOINTA 1006	CC	2	24-sep	27-sep	15-nov	86	49	146	66	20	1
KLEIN TAURO	CC	2	23-sep	26-sep	08-nov	85	43	139	63	20	1
SN 90	CC	2	28-sep	03-oct	12-nov	92	40	143	52	10	1
MS INTA B 816	CC	2	26-sep	02-oct	10-nov	91	39	141	53	30	1
914			22-sep	24-sep	08-nov	83	45	139	51	30	1
GINGKO	CC	3	25-sep	27-sep	14-nov	86	48	145	59	40	1
915	CC	2	20-sep	24-sep	06-nov	83	43	137	67	30	1
Floripan 100	CC	2	28-sep	02-oct	13-nov	91	42	144	60	65	1
Promedio			25-sep	28-sep	11-nov	88	44	142	58		

En esta fecha de siembra, el rendimiento medio fue de 1922 kg ha<sup>-1</sup>, valor muy inferior al obtenido en la campaña 2017 (4922 kg ha<sup>-1</sup>), consecuencia de las mejores condiciones fototermales y de lluvia que ocurrieron durante la misma (Tabla 6). El uso de fungicida generó un comportamiento diferencial en el rendimiento de algunas variedades (p<0,05).

En los materiales tratados con fungicida quedaron definidos 3 grupos de rendimiento siendo el material Buck Cambá el de productividad superior al resto (3368 kg ha<sup>-1</sup>).

Cuatro grupos de rendimiento quedaron definidos en esta época para las variedades no tratadas con fungicida. El de mayor productividad, Buck Cambá, presentó rendimientos de 2724 kg ha<sup>-1</sup>, sin diferenciarse estadísticamente de Klein Prometeo y Floripan 100 presentó el menor rendimiento medio (830 kg. ha<sup>-1</sup>), no diferenciándose estadísticamente de los materiales BIOINTA 1006 y 915 para esta situación. Entre las variedades de mayor productividad se destacan Klein Liebre, Buck Claraz y Klein Lanza, que repiten buen comportamiento. Dos incorporaciones de esta campaña: Klein Potro y Klein Valor, también se destacaron por tener mayor productividad.

Los materiales Klein Potro, MS INTA 415 y BioINTA 1006 presentaron elevadas diferencias en sus rendimientos en lo que refiere a tratamientos con y sin fungicida. Esto se debe a que el efecto de los fungicidas en estas variedades resultó en un control eficaz de las enfermedades, lo que se tradujo en incremento del rendimiento en los tratamientos aplicados.

Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos en los parámetros asociados a la calidad del grano (PMG y PH). El PMG y PH promedio fueron de 36 g y 77 kg hl<sup>-1</sup>, respectivamente.

Los PH fueron variables entre materiales, 4 materiales categorizaron para grado 1 de calidad comercial ( $>79$  kg hl<sup>-1</sup>), 14 lo hicieron para grupo 2 ( $>76$  kg hl<sup>-1</sup>), 14 para grupo 3 ( $>73$  kg hl<sup>-1</sup>) y ninguno estuvo fuera de grado ( $>73$  kg hl<sup>-1</sup>).

**Tabla 6:** Rendimiento en grano promedio (corregido al 14% de humedad), con y sin fungicida. PMG y PH de los materiales correspondientes a la tercera fecha de siembra.

Cultivar	Ciclo	Grupo calidad	Rendimiento (kg/ha, 14% H <sup>2</sup> )			PMG (g)			Peso hectolítrico (kg/hl)		
			Promedio	Con Fungicida	Sin Fungicida	Promedio	Con Fungicida	Sin Fungicida	Promedio	Con Fungicida	Sin Fungicida
BUCK CAMBÁ	CIC	1	3046	3368 A	2724 A	35.3 D	35.7	34.8	78 B	80	77
KLEINPROMETEO	CIC	1	2324	2102 B	2546 A	39.9 B	39.3	40.4	79 A	78	79
KLEIN LIEBRE	CIC	3	2309	2605 B	2014 B	33.1 E	34.4	31.9	78 B	80	76
KLEIN VALOR	CC	1	2289	2375 B	2202 B	36.7 C	36.9	36.5	75 C	76	75
DM ÑANDUBAY	CIC	2	2280	2351 B	2208 B	31.0 F	31.6	30.4	77 B	77	77
BUCK SAETA	CC	1	2265	2182 B	2347 A	34.7 D	35.2	34.3	77 B	77	78
KLEIN LANZA	CC	3	2257	2126 B	2388 A	36.5 C	36.4	36.7	79 A	80	79
BUCK CLARAZ	CC	1	2256	2444 B	2069 B	38.2 C	38.0	38.4	80 A	79	80
SY 300	CC	2	2255	2404 B	2107 B	36.7 C	36.8	36.7	76 C	75	76
KLEIN PROTEO	CIC	1	2236	2348 B	2124 B	35.1 D	34.5	35.6	79 A	79	80
KLEIN POTRO	CC	1	2183	2594 B	1773 C	40.3 B	40.1	40.5	78 B	78	78
ACA 908	CC	1	1969	2057 B	1881 B	33.7 E	34.3	33.2	79 A	79	79
MS INTA B 516	CIC	2	1926	1922 C	1929 B	29.4 G	29.5	29.3	77 B	77	77
ACA 602	CI	2	1910	1833 C	1987 B	32.9 E	32.9	32.8	78 B	78	78
MS INTA 415	CIC	3	1887	2274 B	1501 C	30.8 F	31.3	30.3	77 B	77	76
ACA 909	CC	2	1873	2137 B	1610 C	38.7 C	38.8	38.7	78 B	78	78
DM AUDAZ			1865	2120 B	1610 C	31.9 F	31.6	32.1	76 C	75	76
MS INTA 617	CIC	2	1813	1863 C	1763 C	31.5 F	32.1	30.8	76 C	76	75
SY 330	CC	2	1806	1980 C	1633 C	37.2 C	36.5	37.9	75 C	75	75
MS INTA B 817	CC	3	1795	1799 C	1791 C	41.2 B	40.9	41.4	73 D	73	73
BUCK PLENO	CC	2	1792	1665 C	1918 B	33.7 E	33.1	34.3	76 C	76	77
MS INTA 815	CC	3	1768	1696 C	1841 C	34.8 D	35.2	34.4	74 D	74	74
KLEIN NUTRIA	CC	2	1766	1747 C	1784 C	37.5 C	37.3	37.6	79 A	79	79
BIOCERES 1008	CC	3	1694	1686 C	1701 C	39.9 B	38.4	41.5	73 D	74	72
BIOINTA 1006	CC	2	1621	1988 C	1254 D	38.4 C	38.8	38.0	75 C	74	75
KLEIN TAURO	CC	2	1605	1723 C	1488 C	39.5 B	39.9	39.2	76 C	76	76
SN 90	CC	2	1562	1529 C	1596 C	29.3 G	28.0	30.7	77 B	78	76
MS INTA B 816	CC	2	1557	1559 C	1555 C	36.5 C	34.3	38.8	76 C	76	76
914			1500	1557 C	1443 C	43.6 A	43.2	44.0	74 D	74	74
GINGKO	CC	3	1486	1524 C	1448 C	37.5 C	37.6	37.3	75 C	75	74
915	CC	2	1400	1661 C	1139 D	38.7 C	38.0	39.5	75 C	75	75
Floripan 100	CC	2	898	966 C	830 D	36.7 C	37.3	36.0	75 C	76	74
Promedio			1912	2006	1819	36.0	35.9	36.1	77	77	76
CV (%)			12.5			4.25			1.6		
Fungicida			**			NS			NS		
Variedad			**			**			**		

Test de Scott & Knott ( $\alpha= 0, 05$ ). Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí. NS: no se encontraron diferencias significativas. \*\*existen diferencias significativas al 5%. %CV: coeficiente de variación.

### ***Cuarta fecha de siembra***

La cuarta fecha de siembra, debió ser anulada debido que las condiciones climáticas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo ocasionaron pérdida de plantas y parcelas desuniformes, obteniendo como resultado una mala calidad de la información (elevado % CV), lo que invalida la certeza de los resultados.

### **AGRADECIMIENTOS**

A René Acastello, Alejandro Chiavassa, Germán Eggel, Nicolás Bertolin y Liliana

Aguirre por su colaboración en las labores de campo. Y a las estudiantes avanzadas de la carrera de Ingeniería Agronómica de la FCA, Micaela Acosta y Andrea Franza por la ayuda brindada durante el ensayo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Cuniberti, M. B. 2011. Trigo: Muestreo en pre-cosecha y clasificación calidad industrial de variedades argentinas. INTA Marcos Juárez.  
([https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-trigo\\_muestreo\\_en\\_pre-cosecha\\_y\\_clasificacin-nov\\_2011.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-trigo_muestreo_en_pre-cosecha_y_clasificacin-nov_2011.pdf))
- 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>. (marzo, 2016).
- Forján, H. & Manso, L. Los cereales de invierno en la secuencia de cultivos. Su aporte a la sustentabilidad del sistema de producción. Boletín RIAN.  
[http://rian.inta.gov.ar/Boletines/Articulos/Documentos/Cereales\\_de\\_invierno\\_e\\_n\\_la\\_secuencia\\_de\\_cultivos.pdf](http://rian.inta.gov.ar/Boletines/Articulos/Documentos/Cereales_de_invierno_e_n_la_secuencia_de_cultivos.pdf) (Última revisión marzo, 2018)
- Ministerio de Agroindustria. Estimaciones Agrícolas. 2019.  
<http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones> (Última revisión mayo, 2019)
- PAS (Panorama Agrícola Semanal) Informe pre-campaña N°27. Trigo 2019/20. Bolsa de Cereales, departamento de estimaciones agrícolas.  
<http://www.bolsadecereales.com/ver-informes-precampana-112> (Última revisión mayo, 2019)
- Rosetti, L & Villar, J. 2018. Evaluación de cultivares de trigo 2017 en Rafaela. Información técnica de cultivos de invierno. Campaña 2018. Publ. Miscelánea. EEA Rafaela-INTA. Pág.: 7-22. Año 1, N°6.
- Zadoks J.C; T.T Chang TT & C.F. Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research 14, 415-421.



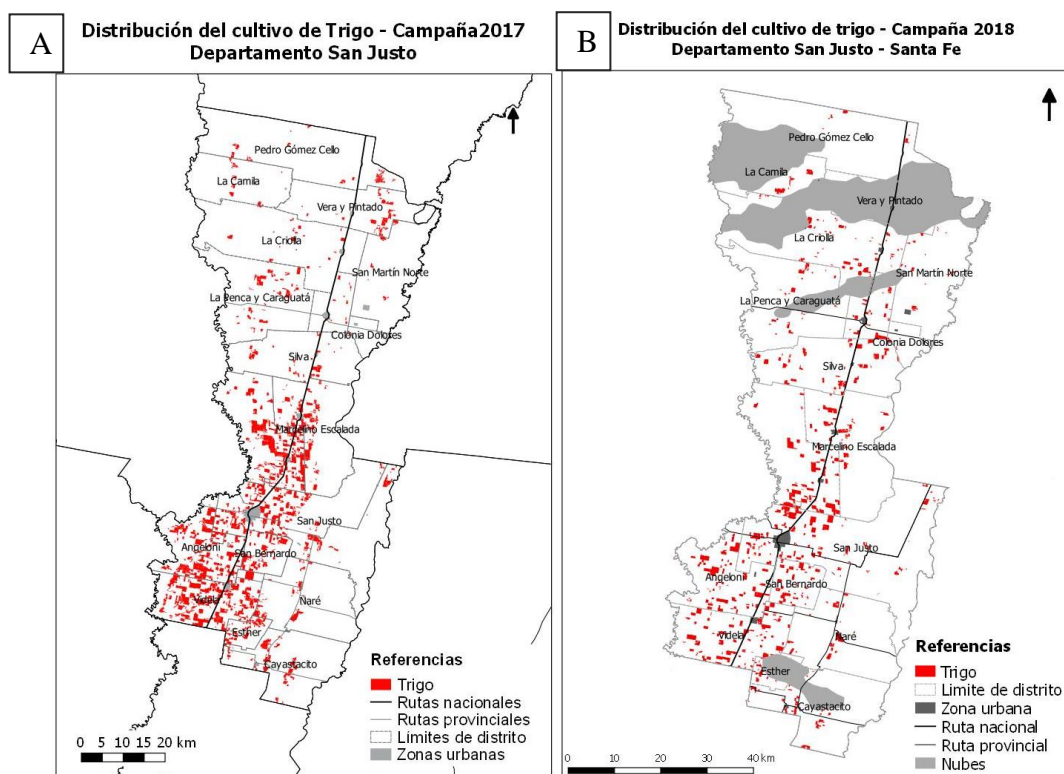
## EVALUACIÓN DE VARIEDADES COMERCIALES DE TRIGO PAN (*Triticum aestivum* L.) EN VIDELA, SANTA FE. CAMPAÑA 2018.

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

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

### INTRODUCCIÓN

En el departamento San Justo, provincia de Santa Fe, el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) representó una superficie sembrada de 43.000 ha durante la campaña 2017 (Figura 1-A). Para el año 2018, se estimó una superficie de 33.288 ha (Figura 1-B). Sin embargo, durante esta última campaña no se contó con imágenes satelitales sin presencia de nubes, por lo que se presume que la superficie sembrada con trigo fue mayor a la estimada (cerca a las 35.000 ha).



**Figura 1.** Ocupación del suelo con cultivo de trigo en el Departamento San Justo, Santa Fe: A: campaña 2017 y B: campaña 2018. Fuente: Chiavassa y Sapino, APV INTA EEA Rafaela (Comunicación personal).

Los rendimientos del cultivo de trigo en el departamento evidencian un incremento en los últimos años. Así, el promedio de rendimiento en el departamento San Justo para la campañas 2014/15 a 2017/18, fue de 27,3 qq/ha y, para la campaña 2018/19, de 31,0 qq/ha (BCSF, 2018). El trigo constituye el cultivo de invierno con mayor presencia territorial y

demuestra un buen comportamiento en esta zona de producción. En el mercado del cultivo, año tras año, se incorporan nuevas variedades, por lo que se considera importante aportar información local sobre su comportamiento productivo.

A partir de la campaña 2015/2016, la AER San Justo del INTA se sumó a la red de evaluación de trigo pan para el centro y sur de Santa Fe, coordinada desde el INTA Oliveros. En este marco, durante el año 2018, se realizó un ensayo de evaluación de variedades con el objetivo de obtener información sobre el comportamiento de genotipos comerciales para ser utilizada como herramienta de análisis al momento de la toma de decisiones en la siembra de trigo en el territorio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En un lote ubicado en la localidad de Videla, se realizó un ensayo comparativo de cultivares de trigo de ciclo corto. El lote tuvo como antecesor un cultivo de girasol. La siembra se efectuó en forma directa el 15/06/18, interviniendo 13 variedades enmarcadas en la Red de Evaluación de trigo pan del centro y sur de Santa Fe, y una variedad más aportada por la Cooperativa Agrícola Ganadera de Videla, quién participó activamente en la realización de este ensayo.

El suelo del lote corresponde a un *Argiudol típico* de la serie San Justo, de clase 1-2 y con un Índice de Aptitud de 75. El muestreo de suelos a 0-20 cm de profundidad, reveló valores bajos y comunes para la zona para: MO (1,61%), N total (0,086%), N-NO<sub>3</sub> (5,1 ppm) y pH de 5,9.

La fertilización del cultivo se realizó mediante una aplicación a la siembra de 100 kg/ha de fosfato diamónico (18% de N y 20% de P). Finalmente, la fertilización se completó el 16/07/2018, con 90 kg/ha de urea (46% de N) aplicada al voleo.

Para la siembra se utilizó una sembradora Monumental 6750. La densidad de siembra fue de 140 kg/ha de semilla. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con dos repeticiones, siendo el tamaño de la unidad experimental de 3,5 m de frente por 200 m de longitud.

Previo a la cosecha se determinó el número de espigas/m<sup>2</sup>, contando las espigas presentes en un metro lineal por dos repeticiones por parcela. Además, se evaluó el tamaño de la espiga, midiendo la longitud de las mismas.

La cosecha se realizó el 9/11/18 sobre la superficie total de la parcela (700 m<sup>2</sup>) descargando los granos de cada parcela en una tolva con balanza. De cada variedad se tomó una muestra y se obtuvo el porcentaje de humedad. El rendimiento se expresó en kg/ha corregido a la humedad comercial (14%). Además, se realizaron la determinación del peso de mil granos (P1000), peso hectolítrico (P.H.), porcentaje de proteína y porcentaje de gluten. Estos últimos parámetros de calidad se determinaron en la EEA INTA Reconquista.

Los rendimientos se analizaron con ANOVA y las medias se compararon con el método LSD de Fisher, con un  $\alpha=0,05$ , empleando el software InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2017).

En el cuadro 1 se indican las precipitaciones de abril a octubre de 2018, tomadas de los datos recopilados por la Cooperativa Agrícola Ganadera de Videla Ltda. Las lluvias durante los meses abril y mayo fueron apropiadas para la recarga del perfil, luego de ello se tuvo un invierno húmedo y una entrada en primavera seca.

**Cuadro 1.** Precipitaciones (mm) mensuales registradas en Videla, Santa Fe durante abril – octubre de 2018.

<i>MES</i>	<i>ABR</i>	<i>MAY</i>	<i>JUN</i>	<i>JUL</i>	<i>AGO</i>	<i>SEP</i>	<i>OCT</i>
<i>mm</i>	168	198	17	74	29	27	68

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se presentan el número de espigas por unidad de superficie, el tamaño de espigas, el rendimiento en grano (kg/ha) ajustado al 14% de humedad, el peso de mil granos (P1000), peso hectolítrico (P.H.), el porcentaje de proteína y el porcentaje de gluten, de variedades de trigo ciclo corto sembradas el 15/06/18 en Videla, Santa Fe.

El rendimiento promedio logrado en el ensayo (4.451,8 kg/ha) resultó un 43,6% superior a los 3.100 kg/ha reportados por el Sistema de Estimaciones Agrícolas de la Bolsa de Comercio de Santa Fe, para el promedio del departamento San Justo (BCSF, 2018). Siete cultivares se destacaron por presentar un rendimiento superior al promedio del ensayo, siendo la variedad Pampero la que obtuvo el mayor rendimiento del ensayo (4.977,7 kg/ha).

Dos variedades se destacaron por su mayor tamaño de semillas, superando ambas los 40 gramos cada 1000 granos de trigo, siendo: Floripan 100 y ACA 909.

En cuanto al parámetro de calidad P.H., sólo la variedad Buck Saeta alcanzó el Grado 1 (>79 kg/hl), la mayoría de los genotipos calificaron en el Grado 2 (>76 kg/hl), mientras que dos variedades obtuvieron el Grado 3 (>73 kg/hl). Este último parámetro de calidad fue superior al reportado en un ensayo similar durante la campaña precedente (Cencig *et al.*, 2018), atribuible a las mejores condiciones ambientales durante el llenado de los granos (elevada radiación y temperaturas moderadas).

El porcentaje de proteína del grano, no alcanzó el estándar comercial de 11% en ninguna variedad, atribuible a un efecto de dilución producido por los elevados rendimientos y valores de P1000. Así, los porcentajes de proteína obtenidos presentarían descuentos comerciales entre un 2 y un 4%. Por su parte, el porcentaje de gluten mostró un comportamiento variable entre los genotipos evaluados.

**Cuadro 2.** Rendimiento, peso de mil granos (P1000), peso hectolítrico (PH), porcentaje de proteína y porcentaje de gluten, de variedades de trigo ciclo corto sembradas el 15/06/18 en Videla, Santa Fe.

Semillero	Variedad	Espigas /m <sup>2</sup>	Tamaño espiga *	Rendimiento ** (kg/ha, 14% H <sup>o</sup> )	P1000 (g)	P.H. (Kg/hl)	% Proteína	% Gluten
SANTA ROSA	Pampero	481	3	4977,7 a	34,5	76,8	8,7	18,2
DON MARIO	Ceibo	479	2	4778,0 ab	38,5	76,0	8,38	17,53
ACA	ACA 909	426	1	4618,6 ab	41,0	76,7	8,22	17,13
KLEIN	Klein Potro	445	3	4583,6 ab	37,3	78,9	9,40	20,67
DON MARIO	Ñandubay	448	1	4569,9 ab	32,5	75,3	9,00	19,25
BUCK	SY 330	429	3	4504,9 ab	33,0	75,6	9,67	21,24
MACROSEED	MS INTA 617	517	3	4489,9 ab	35,3	76,3	8,97	18,71
BIOCERES	BioINTA1006	443	3	4410,5 ab	38,0	76,8	8,69	17,48
AGSEED	Floripan 100	348	1	4394,0 ab	43,0	77,0	9,18	20,17
BUCK	Buck Cambá	350	2	4343,3 ab	30,3	74,7	8,72	18,10
BUCK	Buck Saeta	526	3	4247,7 ab	33,3	81,0	9,31	20,95
NIDERA	Baguette 450	345	2	4227,5 ab	31,5	77,9	9,81	23,42
SURSEM	SN 90	452	3	4181,4 ab	30,5	76,9	8,38	17,53
MACROSEED	MS INTA 415	452	3	3998,4 b	33,0	78,0	8,96	18,98
PROMEDIO		439		4451,8	35,11	77,00	8,95	19,24
DMS				1004,0				
CV (%)				10,1				

\* Tamaño Espiga: Escala visual 1: 8-8,9 cm; 2: 7-7,9 cm; 3: 6-6,5 cm

\*\* Rendimiento: Valores seguidos de una letra distinta indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ). Test: LSD de Fisher, Alfa=0,05

## CONSIDERACIONES FINALES

La campaña de trigo 2018, en el departamento San Justo, fue de buenos rendimientos en general.

El ensayo realizado en la localidad de Videla refleja lo ocurrido en el departamento, mostrando la existencia de genotipos con mejor desempeño.

Debido a la aparición en el mercado de nuevas variedades de trigo, resulta importante la realización de ensayos como el presente para verificar su adaptación a las distintas condiciones agroecológicas sobre los parámetros de interés productivo.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Sr. Tomás Reeh, por la buena predisposición y facilitar tanto el sitio del ensayo como las tareas de siembra, fertilización, control de malezas y cosecha, todas necesarias para la obtención de resultados confiables y extrapolables.

También agradecen al Ing. Agr. Andrés Grioni por facilitarnos la tolva con balanza,

indispensable en la cosecha. Finalmente, agradecen a la Cooperativa Agrícola Ganadera de Videla Ltda. por el valioso acompañamiento en la realización de este ensayo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- BCSF. 2018. Resultado económico de la campaña 2018/2019 de trigo en el centro-norte de la provincia de Santa Fe. Diciembre de 2018. [en línea] <https://www.bcsf.com.ar/ces/informes-especiales.php>. Verificado, 18/03/2019
- Cencig, G; Angeloni, L; Daccaro, B. y Enría, M. 2018. Evaluación del comportamiento de cultivares de trigo pan (*Triticum aestivum* L.) en Videla, Santa Fe. Campaña 2017/2018. En: Información técnica de cultivos de invierno. Campaña 2018. Año 1 N°6. EEA INTA Rafaela. Pág. 1-6.
- Cooperativa Agrícola Ganadera de Videla Ltda. 2018. [en línea] <http://coopvidela.com.ar/portal/index.php/registro-lluvias>. Verificado, 18/03/2019
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

**EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE TRIGO Y SU  
COMPORTAMIENTO FRENTE A ENFERMEDADES FOLIARES.  
CAMPAÑA 2018/19, SAN FABIÁN (SAN JERÓNIMO – SANTA FE).**  
BOERO, L.<sup>1\*</sup>; CALCHA, J.<sup>1</sup>; MARTINS, L.<sup>1</sup>; LIEBER, B.<sup>2</sup>; SCHLIE, G.<sup>3</sup>; SANMARTI, N.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>AER INTA Gálvez; <sup>2</sup>Asesor Privado; <sup>3</sup>EEA INTA Rafaela; <sup>4</sup>EEA INTA Oliveros  
\* Autor de contacto: boero.leandro@inta.gob.ar

## INTRODUCCIÓN

Desde hace 17 años, la Agencia de Extensión Rural INTA Gálvez realiza ensayos de trigo en el establecimiento agropecuario Miraflores S.A., que se encuentra en el distrito San Fabián del departamento San Jerónimo (provincia de Santa Fe). De la misma manera, por décimo primer año consecutivo, se lleva adelante un ensayo compuesto por distintos cultivares que integran la Red INTA de Trigo del centro-sur de Santa Fe y cuyos objetivos son evaluar nuevos cultivares para la zona, relevar el comportamiento sanitario y productivo de los mismos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El lote en el cual se implantó el ensayo se ubica al sur de la localidad de San Fabián, lindante a la autopista Santa Fe-Rosario.

El suelo es *Argiudol Típico* serie Maciel, de clase de aptitud 1, con un índice de aptitud (IAT) de 82 (GeoINTA). El ensayo se diseñó en parcelas divididas en bloques, con dos repeticiones aleatorizadas por cultivar. Cada parcela tuvo una dimensión de 22 surcos de ancho por 60 metros de largo (231 m<sup>2</sup>). La siembra se realizó a 17,5 cm entre sí, con fertilización en la línea. El 8 de junio se sembraron los cultivares de ciclo intermedio-largo y el 14 de junio se sembraron los cultivares de ciclo corto, con una densidad de 160 kg ha<sup>-1</sup> de semilla. En la Tabla 1 se detallan los tratamientos químicos realizados para el control de malezas y para el control de enfermedades realizado a la mitad de cada parcela (quedando la mitad de cada parcela sin tratamiento químico (115 m<sup>2</sup>).

**Tabla 1.** Tratamientos químicos utilizados para el control de malezas y enfermedades del ensayo de Trigo. Campaña 2018/19.

Control de Malezas	
03/05/2018	1,80 l ha <sup>-1</sup> de sulfosato; 0,80 l ha <sup>-1</sup> de 2,4D; 0,10 l ha <sup>-1</sup> de banvel y 8 g ha <sup>-1</sup> de metsulfurón
Control de Enfermedades a la mitad de las parcelas	
12/09/2018	0,400 l ha <sup>-1</sup> de una suspensión concentrada compuesta por los principios activos Azoxistrobina 20 g + Cyproconazole 8 g.

Se realizó el muestreo de suelo (0-20 cm de profundidad), para determinar los parámetros químicos (Tabla 2). Además, días antes de la siembra se aplicó fertilizante

líquido a razón de 185 l ha<sup>-1</sup> de Sol UAN, a la siembra se fertilizó en la línea con 110 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato monoamónico y el 25 de julio, en macollaje, se fertilizó con 80 l ha<sup>-1</sup> de UAN.

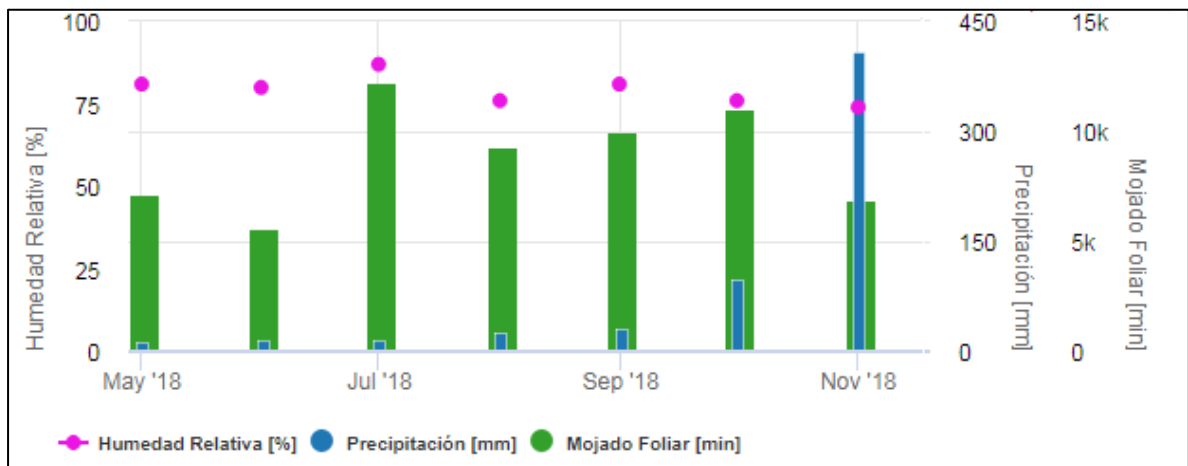
**Tabla 2.** Resultado del análisis de suelo. Ensayo de Trigo. Campaña 2018/19. Referencias: ppm (partes por millón).

Materia Orgánica (Walkley - Black)	Fósforo (Bray - Kurtz I)	Nitratos (Harper mod.)	Sulfatos (Turbidimétrico)	pH actual (en agua)
2,37 %	14,7 ppm	18,9 ppm	12,5 ppm	6

Antes de la siembra, se realizaron tres determinaciones de humedad del suelo hasta una profundidad de 2 m, extrayendo muestras en el punto medio de cada horizonte. Asimismo, en el establecimiento donde se realizó el ensayo, se registró la evapotranspiración de referencia, las lluvias diarias (Tabla 3), la humedad relativa promedio mensual (Figura 1) y la profundidad del nivel freático, con lo cual se elaboró la distribución mensual del año 2018. A partir de esto, se calculó y se graficó el balance de agua en el suelo en forma diaria, estimado a partir del software de Balance hídrico de cultivos (BAHÍCU 1.02) (Andriani, 2012). En el gráfico se muestra, en forma diaria, la disponibilidad de agua para la planta y las precipitaciones ocurridas durante el ciclo del cultivo.

**Tabla 3.** Precipitaciones registradas (en mm) en San Fabián (Santa Fe). Ensayo de Trigo. Campaña 2018/19.

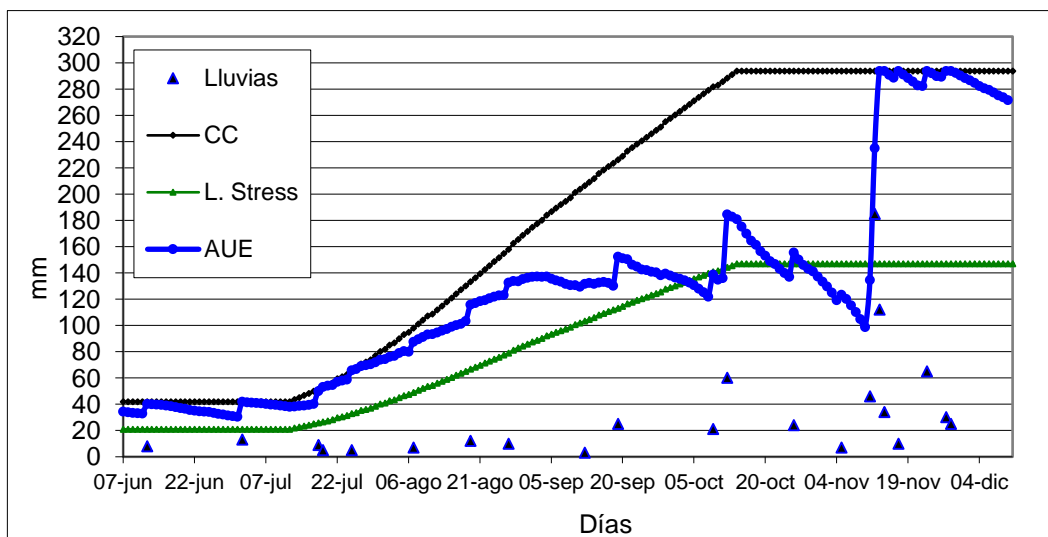
Año / Meses	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Acumulado
<b>2018</b>	8	32	29	28	105	514	<b>716</b>
<b>Histórica</b>	23	29	28	53	114	129	<b>376</b>



**Figura 1.** Humedad relativa (%) promedio mensual, precipitación media mensual (mm) y mojado foliar (min). Casilla meteorológica AER INTA Gálvez.

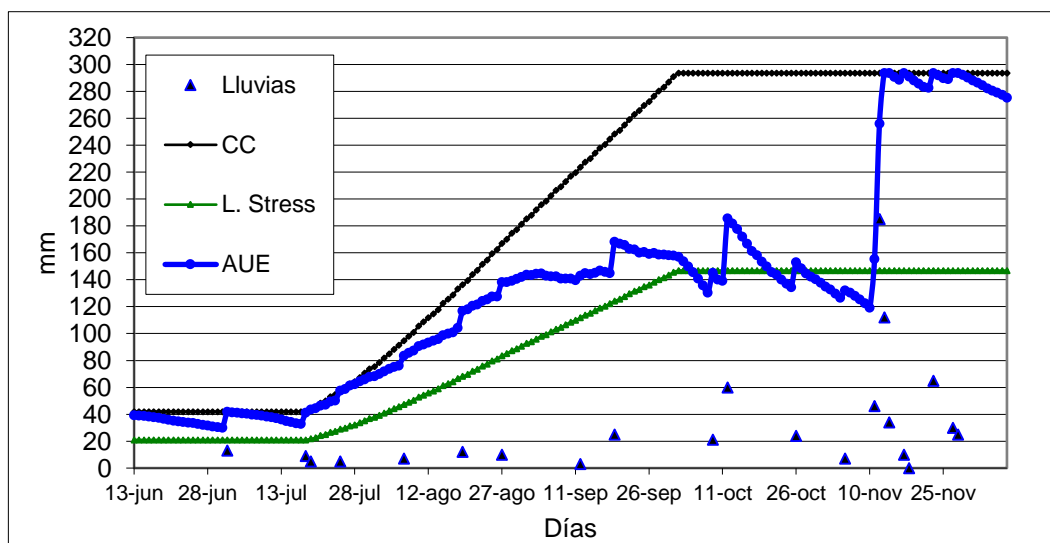
En las Figuras 2 y 3, para los cultivares de ciclo intermedio-largo y ciclo corto respectivamente, se observa que la disponibilidad hídrica durante los primeros cuatro meses de cultivo estuvo ubicada entre la capacidad de campo y el límite de estrés.

Desde comienzo de octubre y hasta mediados de noviembre, el agua útil existente en el suelo estuvo alrededor del límite de estrés. Si bien las precipitaciones registradas en este período fueron escasas, el cultivo de trigo se vio influenciado positivamente por el nivel freático presente en la zona donde se implantó el ensayo. Zona en la cual la profundidad de la freática presentó valores entre 1 a 2 metros de profundidad (Martins *et al.*, 2018)



**Figura 2.** Balance de agua en el suelo durante el ciclo de cultivo de los cultivares de ciclo intermedio-largo. Campaña 2018/19. Referencias: CC (capacidad de campo), L. Stress (límite de estrés hídrico), AUE (agua útil existente).





**Figura 3.** Balance de agua en el suelo durante el ciclo de cultivo de los cultivares de ciclo corto. Campaña 2018/19. Referencias: CC (capacidad de campo), L. Stress (límite de estrés hídrico), AUE (agua útil existente).

La evaluación de enfermedades foliares en los cultivares se realizó el 29/09/2018 y el 16/10/2018. Se determinó la severidad, expresada en porcentaje de afectación del área foliar, en hoja bandera (HB) y hoja bandera menos uno (HB-1), para roya anaranjada o de la hoja (*P. triticina*) (RH), roya amarilla (*Puccinia striiformis f. sp. tritici*) (RA), mancha amarilla (*Drechslera tritici repentis*), septoria (*Septoria tritici*) y mancha borrosa (*Bipolaris sorokiniana*). A partir del porcentaje de hojas afectadas se determinó la incidencia para cada cultivar.

Para el análisis, las enfermedades fueron agrupadas según el tipo de supervivencia de los microorganismos patógenos, necrótrofos y biótropos, mencionando al primer grupo como Manchas Foliares (MF).

Se realizaron diez evaluaciones por repetición solamente en los tratamientos donde no tuvieron aplicación de fungicida, a fin de determinar el comportamiento sanitario de cada cultivar.

La cosecha se efectuó el 6 de diciembre de 2018, con una cosechadora experimental (ancho de corte de 1,20 m por 12 m de largo). Los rendimientos se expresan en kg ha<sup>-1</sup> al 14 % de humedad. Los resultados referentes al rendimiento se analizaron estadísticamente mediante el análisis de la varianza y las comparaciones de las medias entre tratamientos se realizaron mediante el Test LSD de Fisher al 5% con el programa INFOSTAT (Di Rienzo, 2010).

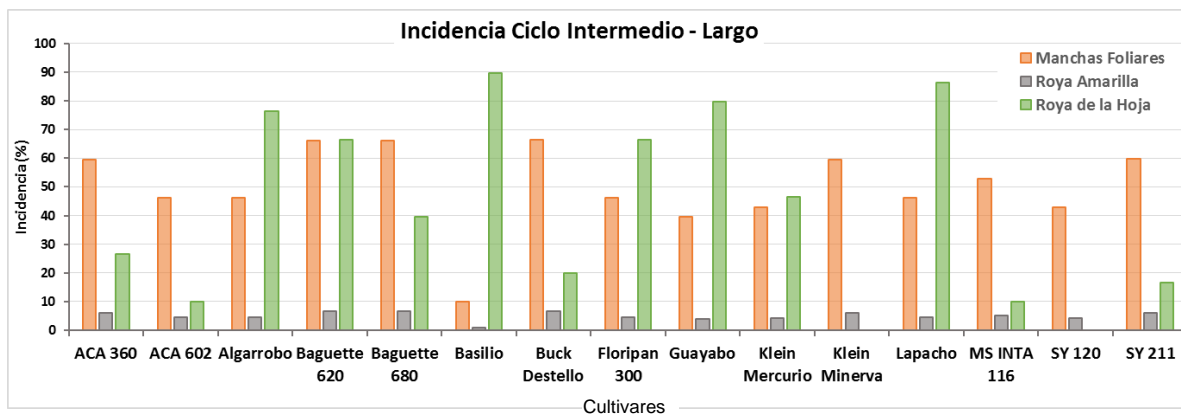
## RESULTADOS

A continuación, se visualizan los resultados de las evaluaciones de enfermedades, los rendimientos (Figuras 4 y 5), peso de 1000 granos (P1000) y peso hectolítrico (PH), logrados para los cultivares de ciclo intermedio-largo y ciclo corto (Tabla 4).

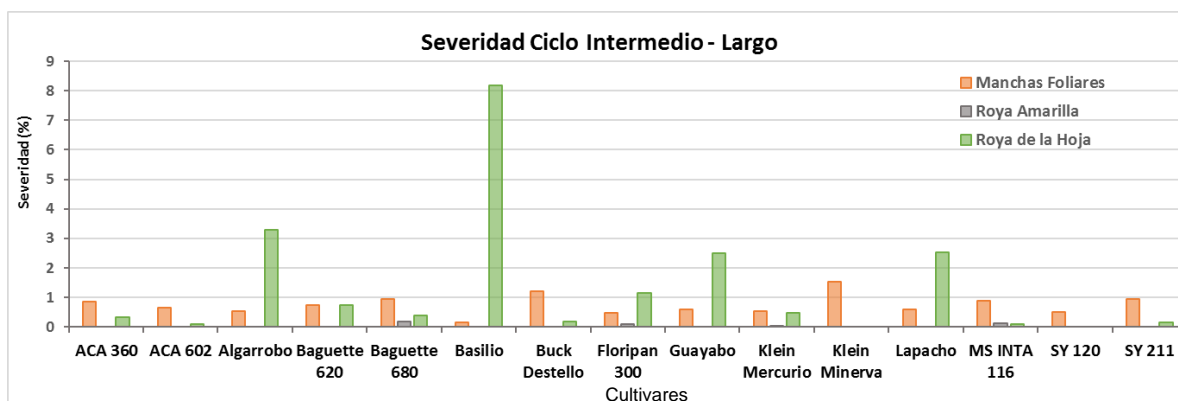
### **CULTIVARES DE CICLO INTERMEDIO-LARGO:**

#### **Evaluación de enfermedades:**

Se muestran las evaluaciones de incidencia y severidad para cada uno de los cultivares de ciclo intermedio-largo (Figuras 4 y 5). Se puede observar que, tanto MF y RH se detectaron en los estratos medio y superior (HB -1 y HB -2). Sin embargo, si se toma como referencia el umbral de acción para Mancha amarilla propuesto por McLean y col. (2010), donde se define con una incidencia del 30% y una severidad del 15 – 20% y el umbral para RH propuesto por Alberione *et al.*, (2016), que se sitúa con una incidencia menor o igual al 10% y una severidad menor o igual al 5%, se ve que la mayoría de los cultivares presentaron incidencia para MF y RH mayores al 30% y 10%, respectivamente. Solamente se destacó Basilio por su baja incidencia de MF y Klein minerva para RH. Cuando se analiza la severidad, tanto para MF como para RH, se ve que ningún material presentó elevados valores de severidad para MF y solamente Basilio presentó una severidad de RH que supero el 8%, seguido por Algarrobo superando el 3% y más abajo Guayabo y Lapacho que rondaron el 2.5%.



**Figura 4.** Incidencia en la hoja bandera, hoja bandera -1 y hoja bandera -2, para Roya Amarilla, Roya de la Hoja y Manchas Foliares en cultivares de ciclo intermedio-largo. Campaña 2018/19. San Fabián, Santa Fe.



**Figura 5.** Severidad en la hoja bandera, hoja bandera -1 y hoja bandera -2, para Roya Amarilla, Roya de la Hoja y Manchas Foliares en cultivares de ciclo intermedio-largo. Campaña 2018/19. San Fabián, Santa Fe.

### Rendimientos, P1000 y PH:

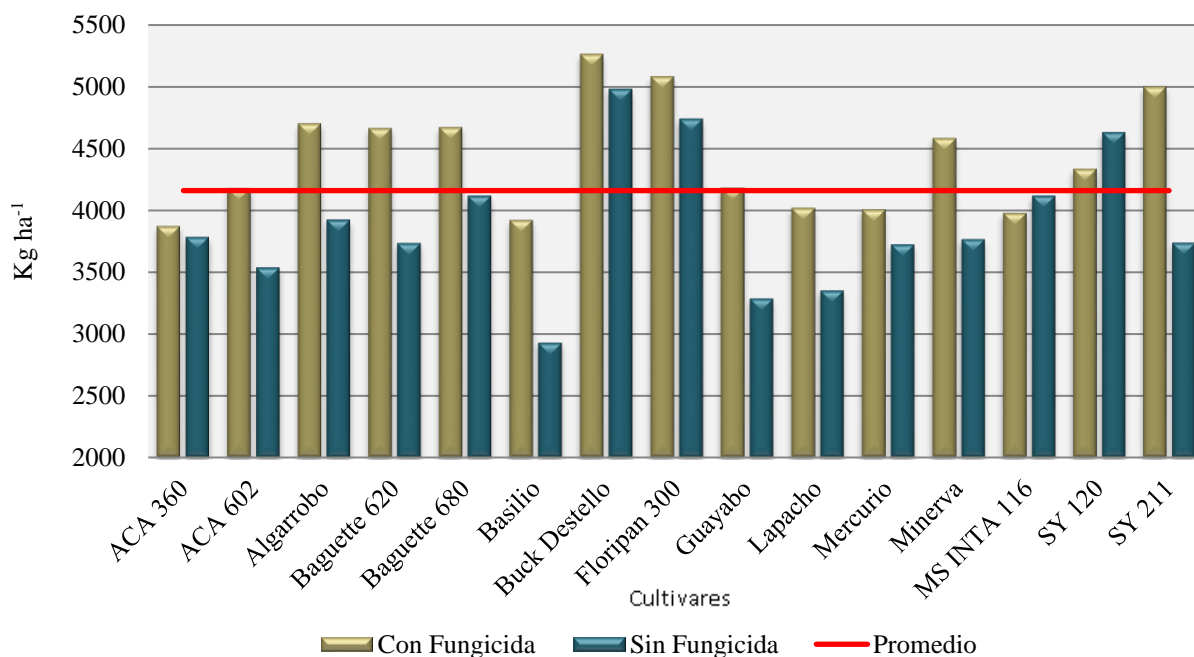
En los cultivares de ciclo intermedio-largo que recibieron una aplicación de fungicida, el rendimiento medio fue de 4429 kg ha<sup>-1</sup>. Se destacaron por lograr los mejores rendimientos: Buck Destello (5263 kg ha<sup>-1</sup>), Floripan 300 (5083 kg ha<sup>-1</sup>) y SY 211 (5000 kg ha<sup>-1</sup>). En los que no recibieron aplicación de fungicidas, el rendimiento medio fue de 3891 kg ha<sup>-1</sup>. Los materiales que se destacaron fueron: Buck Destello (4981 kg ha<sup>-1</sup>), Floripan 300 (4740 kg ha<sup>-1</sup>) y SY 120 (4630 kg ha<sup>-1</sup>).

A continuación se detallan los resultados, ordenados de mayor a menor, según el rendimiento con fungicida.

**Tabla 4.** Resultados de Rendimiento, P1000 y PH de los cultivares ciclo intermedio-largo en San Fabián (Santa Fe). Campaña 2018/19.

Ciclo	Cultivar	Rendimiento (Kg ha <sup>-1</sup> )		P1000 (gr)		Peso hectolítrico (Kg.hl <sup>-1</sup> )	
		Con Fungicida	Sin Fungicida	Con Fungicida	Sin Fungicida	Con Fungicida	Sin Fungicida
Largo	Buck Destello	5263 A	4981 A	37	37	74	76
	Floripan 300	5083 A	4740 AB	37	36	76	76
	SY 211	5000 AB	3738 CD	45	44	75	75
	Algarrobo	4702 ABC	3925 CD	34	35	73	73
	Baguette 680	4669 ABC	4118 BC	31	30	73	75
	Baguette 620	4662 ABCD	3734 CD	39	40	70	71
	Minerva	4581 ABCDE	3766 CD	36	38	74	75
	SY 120	4333 BCDE	4630 AB	36	36	72	72
	Guayabo	4180 CDE	3286 DE	32	32	74	73
	ACA 602	4179 CDE	3537 CDE	40	40	75	76
	Lapacho	4017 CDE	3353 CD	32	31	74	73
	Mercurio	4005 CDE	3725 CD	34	33	76	78
	MS INTA 116	3976 CDE	4118 BC	33	32	73	73
	Basilio	3920 DE	2930 E	33	31	72	71
	ACA 360	3869 E	3783 CD	40	40	75	76
	<b>Promedio</b>	<b>4429</b>	<b>3891</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>74</b>	<b>74</b>
<b>CV %</b>	<b>7.82</b>	<b>8.12</b>					

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05). Test: LSD de Fisher, Alfa=0,05



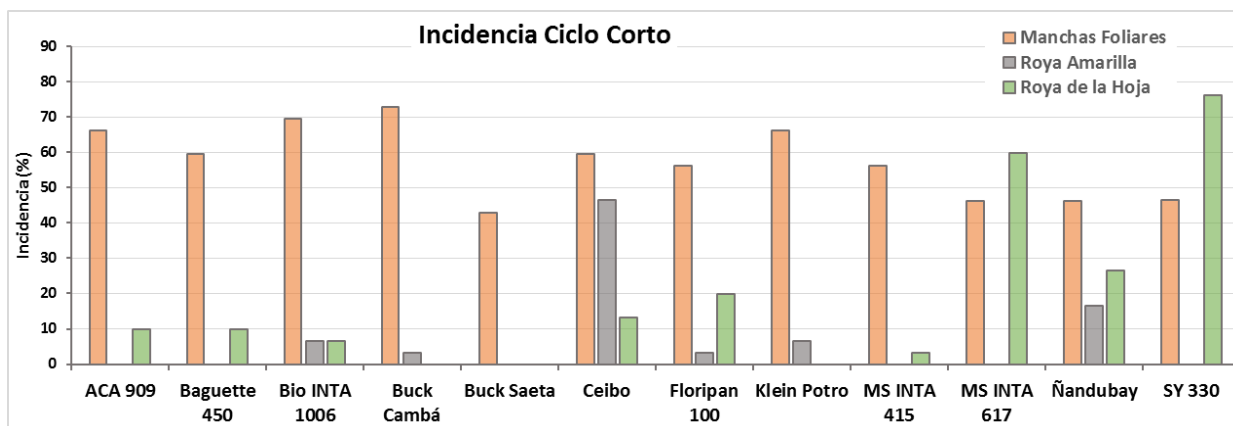
**Figura 6.** Rendimiento de grano de los cultivares de ciclo intermedio-largo, con y sin aplicación de fungicida. Campaña 2018/19. Referencias: kg (kilogramos), ha (hectárea).

**CULTIVARES DE CICLO CORTO:**

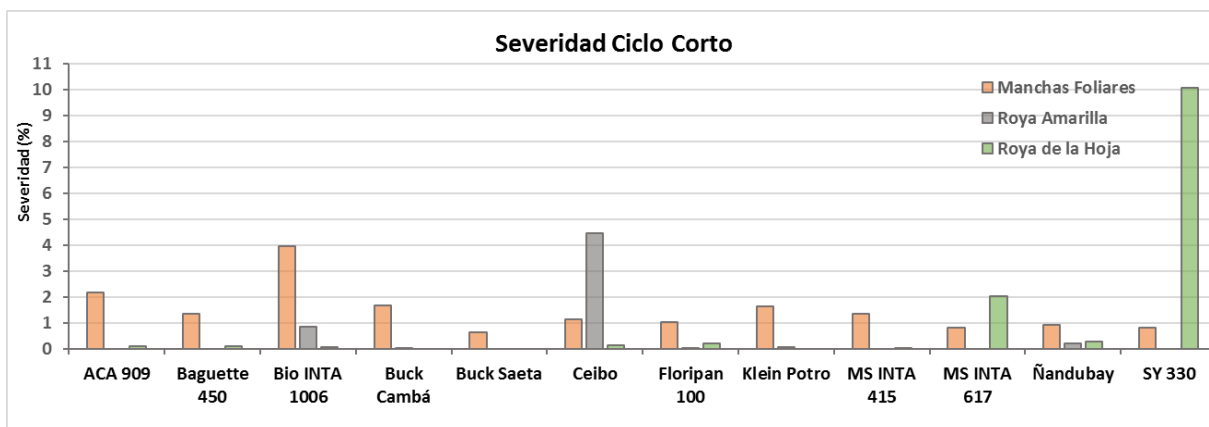
**Evaluación de enfermedades:**

En las figuras 7 y 8 se presentan los resultados de las evaluaciones sanitarias de incidencia y severidad de los cultivares de ciclo corto. Los cultivares de ciclo corto presentaron una incidencia promedio de MF de 60%, además se destacaron los materiales MS INTA 617 y SY 300 que mostraron valores de incidencia de RH del 60% o más, junto con Ceibo y Ñandubay evidenciaron valores mayores al 10% de incidencia para RA.

Teniendo en cuenta que el umbral de acción para RA propuesto por Alberione *et al.*, (2016), incluye valores de incidencia del 10% y severidad del 1%, solamente Ceibo llegó a umbral con severidad cercana al 5%, seguido por el material BIO INTA 1006 con 0.8%.



**Figura 7.** Incidencia en la hoja bandera, hoja bandera -1 y hoja bandera -2, para Roya Amarilla, Roya de la Hoja y Manchas Foliares en cultivares de ciclo Corto. Campaña 2018/19. San Fabián, Santa Fe.



**Figura 8.** Severidad en la hoja bandera, hoja bandera-1 y hoja bandera-2, para Roya Amarilla, Roya de la Hoja y Manchas Foliares en cultivares de ciclo corto. Campaña 2018/19. San Fabián, Santa Fe.

En cuanto al comportamiento general de las enfermedades, las condiciones agronómicas en el ensayo fueron poco favorables para el desarrollo de las enfermedades. Sin embargo, en las figuras 4 y 7 donde se muestran la incidencia de las distintas enfermedades, se observa que los diferentes patógenos estuvieron presentes en prácticamente todos los materiales evaluados.

#### **Rendimientos, P1000 y PH:**

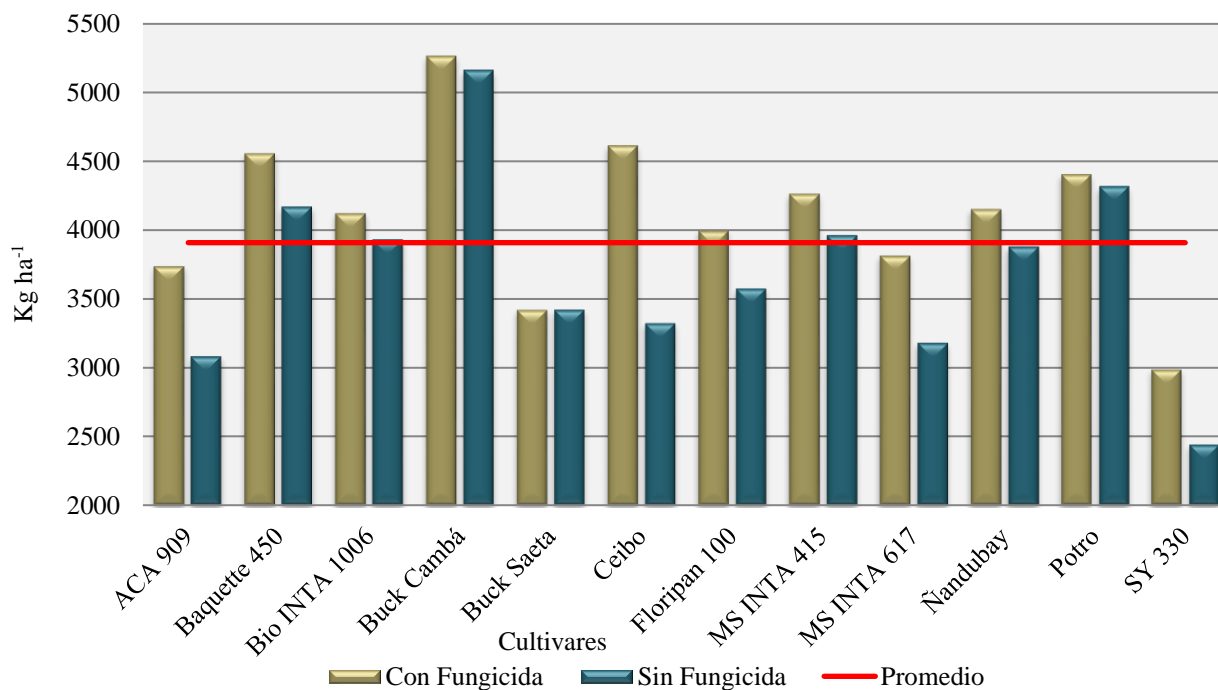
En los cultivares de ciclo corto, con aplicación de fungicida, el rendimiento medio fue de 4113 kg ha<sup>-1</sup>, destacándose los cultivares Buck Cambá (5266 kg ha<sup>-1</sup>); Don Mario Ceibo (4617 kg ha<sup>-1</sup>) y Baguette 450 (4559 kg ha<sup>-1</sup>). En los cultivares de ciclo corto sin aplicación de fungicida, el rendimiento medio fue de 3705 kg ha<sup>-1</sup>. Se destacaron: Buck Cambá (5161 kg ha<sup>-1</sup>), Klein Potro (4318 kg ha<sup>-1</sup>) y Baguette 450 (4170 kg ha<sup>-1</sup>).

A continuación, se detallan los resultados ordenados de mayor a menor según el rendimiento con fungicida.

**Tabla 5.** Resultados de Rendimiento, P1000 y PH de los cultivares ciclo corto en San Fabián (Santa Fe). Campaña 2018/19.

Ciclo	Cultivar	Rendimiento (Kg ha <sup>-1</sup> )		P1000 (gr)		Peso hectolítrico (Kg.hl <sup>-1</sup> )	
		Con Fungicida	Sin Fungicida	Con Fungicida	Sin Fungicida	Con Fungicida	Sin Fungicida
<b>Corto</b>	Buck Cambá	5266 a	5161 a	35	33	75	76
	Ceibo	4617 ab	3324 def	40	41	73	71
	Baquette 450	4559 ab	4170 bc	35	36	74	76
	Potro	4409 bc	4318 b	41	41	76	75
	MS INTA 415	4266 bc	3963 bcd	35	35	75	75
	Ñandubay	4154 bcd	3882 bcde	33	34	74	73
	Bio INTA 1006	4125 bcd	3932 bcd	41	44	72	72
	Floripan 100	3999 bcd	3577 cdef	43	45	77	77
	MS INTA 617	3817 cd	3184 ef	38	36	76	74
	ACA 909	3739 cd	3085 fg	44	43	77	77
	Buck Saeta	3422 de	3423 def	38	36	77	77
	SY 330	2990 e	2444 g	40	41	74	73
	<b>Promedio</b>	<b>4113</b>	<b>3705</b>	<b>39</b>	<b>39</b>	<b>75</b>	<b>75</b>
<b>CV %</b>	<b>8.19</b>	<b>8.69</b>					

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05). Test: LSD de Fisher, Alfa=0,05



**Figura 9.** Rendimiento de grano de los cultivares de ciclo corto, con y sin fungicida. Campaña 2018/19. Referencias: kg (kilogramos), ha (hectárea).

## CONSIDERACIONES FINALES

Las enfermedades estuvieron presentes en el campo, con prevalencias mayores de MF y en menor medida de RH y RA. Sin embargo, su desarrollo no se vio favorecido por las condiciones ambientales, que limitaron la infestación e infección de nuevos tejidos por parte del patógeno. Estas condiciones fueron las bajas precipitaciones y las pocas horas de mojado foliar (Figura 1) durante los meses de cultivo, que no fueron suficientes para generar condiciones propicias para la infección. Esto se evidenció cuando se analizaron las evaluaciones de severidad (porcentaje de área foliar afectada), donde en muy pocos casos se llegó a valores que, combinados con la incidencia, alcancen el umbral de acción.

Los umbrales de acción son un criterio más que ayuda al manejo de las enfermedades, pero no es el único. Debe complementarse con el estado del cultivo, el comportamiento varietal, la logística con la que cuenta el productor, y las condiciones ambientales previas y futuras (Carmona & Sautua, 2017).

Si bien todos los cultivares manifestaron un desempeño favorable en cuanto a rendimiento, para esta campaña los cultivares de ciclo intermedio-largo tuvieron un mejor desempeño productivo que los cultivares de ciclo corto.

La utilización de un fungicida para el control de las enfermedades que se presentaron durante el ciclo productivo, en promedio, evitó la pérdida de 473 kg ha<sup>-1</sup>.

Este ensayo es parte de una actividad realizada en red, donde se siembran las mismas variedades de acuerdo a un protocolo común, en distintos sitios del sur y centro de



Santa Fe. Los rendimientos medios de todos los sitios, tanto de trigo como de otros cultivos, pueden encontrarse en <http://inta.gov.ar/documentos/oliveros-informa-ya-resultados-de-experiencias-en-red>.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al establecimiento Miraflores SA por permitirnos realizar el ensayo en su establecimiento, al Laboratorio Agropecuario El Terruño por colaborar con los análisis de suelo y a los semilleros por haber colaborado con la entrega de los distintos cultivares.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- ANDRIANI, J. 2012. Desarrollo y validación del software de balance hídrico de cultivos extensivos “BAHÍCU”. XIX Congreso Latinoamericano y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Actas del Congreso, Mar del Plata, Argentina.
- CARMONA, M.; SAUTUA, F. Capítulo VIII: Criterios para el manejo integrado de las enfermedades del cultivo de trigo. En: DIVITO, G.; GARCIA, F. Manual del Cultivo de Trigo. 224 p. - 1ª ed. - Acassuso: International Plant Nutrition Institute, 2017.
- DI RIENZO, J. A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M. G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C. W. 2010. InfoStat versión. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- GEOINTA. En: <http://geointa.inta.gov.ar/visor/?p=83>
- GIMÉNEZ PECCI M DE LA PAZ *et al* 2018. Talleres sobre herramientas para la toma de decisiones en el manejo integrado de enfermedades de cereales y oleaginosas. 76 p. - 1a ed. - Córdoba: Ediciones INTA, ISBN 978-987-521-890-1
- MARTINS, L.; CALCHA, J.; BOERO, L.; YACONANGELO, L.; CHIAVASSA, A.; TOSOLINI, R. 2018. Comportamiento del nivel freático en el departamento San Jerónimo (Santa Fe-Argentina). Pp. 169. Disponible en: [http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/inta\\_rafaela\\_cultivos\\_de\\_verano\\_18-19\\_v3.pdf](http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/inta_rafaela_cultivos_de_verano_18-19_v3.pdf).

## ALTERNATIVAS DE FERTILIZACIÓN FOLIAR COMPLEMENTARIA EN TRIGO. CAMPAÑA 2018/19

BOERO, L.<sup>1\*</sup>; MARZETTI, M.<sup>2</sup>; CALCHA, J.<sup>1</sup>; MARTINS, L.<sup>1</sup>; LIEBER, B.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> AER INTA Gálvez; <sup>2</sup> Asesor Privad.

\* Autor de contacto: boero.leandro@inta.gob.ar

### INTRODUCCIÓN

Las continuas demandas de información local debido a la incertidumbre en las respuestas de las tecnologías de insumos actuales, dan lugar a la necesidad de realizar evaluaciones del comportamiento del cultivo de trigo frente al agregado de distintos insumos (fertilizantes, curasemillas, insecticidas y fungicidas) para optimizar su producción.

En el departamento San Jerónimo, la fertilización nitrogenada a la siembra o en macollaje es una práctica frecuente, no así la fertilización en estadios posteriores, principalmente por no tener certeza de que el nitrógeno aplicado sea incorporado inmediatamente al suelo, o por no ver un retorno económico al finalizar el cultivo.

El fraccionamiento de la fertilización nitrogenada es una práctica válida y factible que se adapta a las demandas del cultivo y aporta una nutrición balanceada sin adicionar riesgos ambientales (Havlin *et al.*, 2004; Loewy, 2004).

La aplicación complementaria de fertilizantes foliares en estadios posteriores a macollaje, puede utilizarse como estrategia en mezclas con otros agroquímicos (herbicidas, fungicidas, insecticidas), para reducir los costos de aplicación del tratamiento (Vigna y López, 2001).

Si bien las experiencias de fertilización foliar en el cultivo de trigo presentan una gran variación de resultados sobre las variables de rendimiento y contenido de proteínas, distintos autores indican que con el aporte de nitrógeno en aplicaciones foliares a partir de la aparición de hoja bandera hasta antesis, mejoran la productividad y calidad del cultivo de trigo (Arango *et al.*, 1991; Gooding y Davies, 1992; Bergh *et al.*, 2003; Loewy, 2004; Ventimiglia y Torrens Baudrix, 2015).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización foliar complementaria en el cultivo de trigo mediante la utilización de distintas dosis y fuentes de nitrógeno.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó durante la campaña 2018-19 en la localidad de San Fabián (Departamento San Jerónimo), sobre un suelo *Argiudol típico*, serie Maciel, de clase de aptitud 1, con un índice de aptitud (IAT) de 82 (GeoINTA).

El diseño experimental fue en bloques completos aleatorizados con tres repeticiones, con un tamaño de parcela de 24 m<sup>2</sup>.

Previo a la siembra, se realizó un muestreo de suelo de 0-20 cm de profundidad con la finalidad de caracterizar el sitio experimental (Tabla 1). La siembra se realizó el 14 de junio con una sembradora a chorrillo de 45 surcos a 17,5 cm entre líneas, y se utilizó una densidad de semillas de 160 Kg ha<sup>-1</sup> de un cultivar ciclo intermedio-largo (Guayabo) del semillero Bioceres.

**Tabla 1.** Resultado del análisis de suelo. Campaña 2018/19.

<b>Materia Orgánica (Walkley - Black)</b>	<b>Fósforo (Bray - Kurtz I)</b>	<b>Nitratos (Harper mod.)</b>	<b>Sulfatos (Turbidimétrico)</b>	<b>pH actual (en agua)</b>
2,37 %	14,7 ppm	18,9 ppm	12,5 ppm	6

El manejo de la fertilización del cultivo fue definido por el productor, empleando 185 l ha<sup>-1</sup> de Sol UAN en forma anticipada, 110 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato monoamónico (MAP) en línea a la siembra y 80 l ha<sup>-1</sup> de UAN en macollaje.

En la Tabla 2 se presentan las precipitaciones ocurridas durante el ciclo del cultivo.

**Tabla 2.** Precipitaciones ocurridas durante el ciclo del cultivo. Campaña 2018-19

<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Total</b>
8	32	29	28	105	514	<b>716</b>

La aplicación en los tratamientos (Tabla 3), se realizó cuando el cultivo se encontraba en aparición de hoja bandera (Zadoks 37). Se utilizó una mochila de CO<sup>2</sup> de 4 picos a 52 cm de distancia, provista de pastillas AP 110-015 a presión constante con un caudal de 110 l ha<sup>-1</sup>. Al momento de aplicar, las condiciones ambientales fueron las siguientes: 25,7 °C de temperatura; 8,5 Km/h de velocidad del viento; 69 % de humedad relativa.

**Tabla 3.** Tratamientos, fuentes y dosis empleadas. Campaña 2018/19.

<b>Tratamientos</b>	<b>Kg N</b>
<b>1 – Testigo</b>	0
<b>2 - 20 kg Urea disuelta en agua</b>	9.2
<b>3 - 40 kg Urea disuelta en agua</b>	18.4
<b>4 - 45 l de FoliarSol U</b>	10
<b>5 - 90 l de FoliarSol U</b>	20

En los tratamientos 2 y 3, como fuente de nitrógeno se empleó urea granulada previamente disuelta en agua hasta lograr la total disolución del fertilizante. En el caso de los tratamientos 4 y 5 se utilizó un producto comercial FoliarSol U® de la empresa Bunge.

El ensayo se mantuvo libre de plagas, malezas y enfermedades para evitar posibles interacciones.

La cosecha se realizó con una máquina experimental, sobre los 6 surcos centrales por 10 metros de largo para cada parcela. El rendimiento obtenido, expresado en Kg ha<sup>-1</sup>, fue corregido al 14 % de humedad. Además, de cada parcela se sacó una muestra de granos para determinar el peso de mil granos, peso hectolítrico y el contenido de proteína expresado en porcentaje (Tabla 4).

Los resultados se analizaron estadísticamente mediante el análisis de la varianza y las comparaciones de las medias entre tratamientos se realizaron mediante Test LSD de Fisher (Di Rienzo, 2010).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Las precipitaciones ocurridas durante el período junio-octubre fueron marcadamente inferiores a la media histórica de la zona, incrementándose sustancialmente en noviembre. De los 716 milímetros registrados durante el ciclo del cultivo, 490 mm ocurrieron en el último mes.

Si bien las precipitaciones registradas durante los primeros cuatro meses del cultivo de trigo fueron escasas, el nivel freático de la zona - que registró valores entre 1 a 2 metros de profundidad (Martins et al., 2018) - influyó positivamente sobre el mismo.

Los cuatro tratamientos evaluados versus el testigo, registraron un impacto positivo sobre el rendimiento, sin embargo, estadísticamente no mostraron diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 4). Se observó la mayor diferencia en los tratamientos 3 y 5, que son los de mayor contenido de N, superando los 200 Kg ha<sup>-1</sup> de respuesta en comparación con el testigo de referencia. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Bergh *et al.*, 2003; Ventimiglia y Torrens Baudrix, 2015.

Si bien los porcentajes de proteínas son bajos, en la mayoría de los casos en los que se incorporó nitrógeno foliar se observó una respuesta positiva en el contenido proteico, excepto en el tratamiento 5 que igualó al testigo. Solo se vio diferenciado estadísticamente el tratamiento 3, con un incremento de 0.6 % por sobre el testigo (Tabla 4)

No se detectaron diferencias estadísticas significativas en las variables peso de 1000 granos y peso hectolítrico.

**Tabla 4.** Rendimiento, proteína, peso de mil granos y peso hectolítrico. Campaña 2018/19.

Tratamiento	Rendimiento (Kg ha <sup>-1</sup> )	Proteína (%)	P1000 (gr)	PH (Kg hl <sup>-1</sup> )
1 – Testigo	3512 a	9.9 b	36.0 a	73.5 a
2 - 20kg Urea disuelta en agua	3669 a	10.2 ab	36.3 a	72.6 a
3 - 40kg Urea disuelta en agua	3715 a	10.5 a	36.1 a	72.3 a
4 - 45 l (50Kg) Foliar Sol U	3520 a	10.1 ab	34.9 a	73.2 a
5 - 90 l (100Kg) Foliar Sol U	3774 a	9.9 b	35.4 a	72.6 a
<b>DMS</b>	363	0.57	1.71	1.88
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	5.30	2.99	2.54	1.37

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## CONSIDERACIONES FINALES

Se debe tener en cuenta que los distintos tratamientos aplicados o evaluados son fertilizaciones complementarias y no sustituyen a las fertilizaciones nitrogenadas.

La aplicación foliar de urea disuelta en agua resultó ser una práctica factible de realizar a campo sobre el cultivo de trigo y con resultados prometedores. Se debe tener en cuenta la correcta disolución de la urea para no tener problemas de obstrucción de filtros y picos.

Los tratamientos evaluados produjeron un impacto positivo sobre el rendimiento del cultivo de trigo, con relevancia en los de mayor nivel de N.

Es importante continuar con este tipo de ensayos, que tienden a profundizar el conocimiento de la conveniencia o no de su aplicación para profesionales, productores y empresas del agro que comercializan y venden estos productos.

## AGRADECIMIENTOS

Al establecimiento Miraflores SA por permitirnos realizar el ensayo en su establecimiento y al Laboratorio Agropecuario El Terruño por colaborar con los análisis de suelo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arango, M. C.; Gianibelli, M. C.; Sarandon, S. J. 1991. Fertilización foliar en trigo: efectos de las aplicaciones de N, en espigazón y anthesis sobre el contenido de proteínas del grano. Revista de la Facultad de Agronomía. Tomos 66/67: 31
- Bergh, R.; Zamora, M.; Seghezzo, M. L.; Molfese, E. 2003. Fertilización Nitrogenada Foliar en Trigo en el Centro-sur de la Provincia de Buenos Aires. Informaciones agronómicas del cono sur, N° 19.

- Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; González, L.; Tablada, M.; Robledo, C. W. 2010. InfoStat versión. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- GEOINTA. En: <http://geointa.inta.gov.ar/visor/?p=83>
- Gooding, M. J.; Davies, W. P. 1992. Foliar urea fertilization of cereals: a review. *Fertiliser Research* 32: 209-222.
- Havlin, J. L.; Beaton, J. D.; Tisdale, S. L.; Nelson, W. H. 1999. Soil Fertility and Fertilizers. An introduction to Nutrient Management. Prentice Hall, Inc
- Keller, O.; Fontanetto, H. 2010. Fertilización foliar en trigo - Área de Investigación en Agronomía. EEA Rafaela. INTA. Disponible en: <https://www.agrositio.com.ar/noticia/10523-fertilizacion-foliar-en-trigo>.
- Loewy, T. 2004. Fraccionamiento del nitrógeno y fertilización foliar en trigo. En “Taller 1: Tecnología de fertilización nitrogenada: formas de aplicación y fuentes”. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Paraná; 22 al 25 de junio.
- Martins, L.; Calcha, J.; Boero, L.; Yaconangelo, L.; Chiavassa, A.; Tosolini, R. 2018. Comportamiento del nivel freático en el departamento San Jerónimo (Santa Fe-Argentina). Pp. 169. Disponible en: [http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/inta\\_rafaela\\_cultivos\\_de\\_verano\\_18-19\\_v3.pdf](http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/inta_rafaela_cultivos_de_verano_18-19_v3.pdf).
- Ventimiglia, L.; Torrens Baudrix, L. 2015. Trigo: Fertilización foliar complementaria con urea. Efecto de la dilución, momento, dosis de aplicación y mezcla con fungicida. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_9\\_de\\_julio\\_trigo\\_fertilizacion\\_foliar\\_complementa.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_9_de_julio_trigo_fertilizacion_foliar_complementa.pdf).
- Vigna, M. R.; López, R. L. 2001. Control de malezas en trigo con mezclas de herbicidas y fertilizantes líquidos. Mesa de Protección Vegetal (7) .V Congreso Nacional de Trigo y II Simposio Nacional de Cereales de siembra otoño invernal. Villa Carlos Paz. Córdoba.

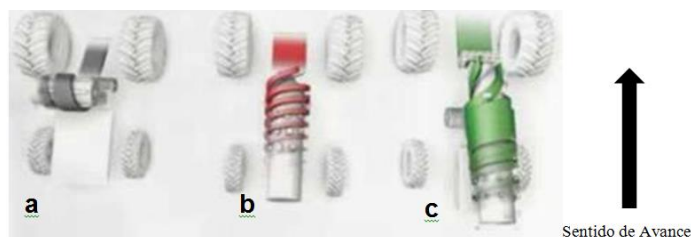
## DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTOS TÉCNICOS DE REFORMAS IMPLEMENTADAS A UNA COSECHADORA GLEANER R66 Y EVALUACIÓN EN COSECHA DE TRIGO.

GIORDANO, J. M.\*

\*Profesional del INTA EEA Rafaela  
Autor de contacto: giordano.juan@inta.gob.ar

### INTRODUCCIÓN

La cosechadora Gleaner es fabricada desde 1960 por Allis-Chalmers en EE.UU y dicha marca introduce una nueva tecnología de cosecha axial con rotor transversal. Este es reconocido como sistema de procesamiento “Natural Flow”, el cual mantiene su dirección al entrar y salir del rotor de trilla y de esta manera, todo el material sigue su dirección de avance (Buescher, 1991).



**Figura 1.** a) Esquema del sistema de procesamiento transversal “Natural Flow”, de los modelos de cosechadoras de granos Gleaner (Allis-Chalmers); y de procesamiento longitudinal de los modelos de cosechadoras CASE (b) y John Deere (c). (Fuente: AGCO Corporation, 2016).

En Argentina, la cosechadora Gleaner llega a través de concesionarios oficiales AGCO Allis – Deutz y Challenger entre 1997/98, junto con líneas de tractores, motores y grupos electrógenos (Hijos de Luis Zuqueli S.R.L., 2019).

Sin embargo, el ingreso inicial del modelo Gleaner a nuestro país se realiza a través de importaciones directas, por parte de empresas particulares argentinas en los inicios de la década de los años 80, a partir de la apertura de importaciones promovida desde el Ministerio de Economía conducido por Martínez de Hoz, con la baja de los aranceles de importación a un 26% (Viguera, 1998). Así, comenzaron a tener presencia en el Sur de nuestra zona triguera tradicional (Sur de la Prov. de Bs. As), adaptándose bien a este cultivo, debido a la similitud de los trigos de ciclos largos y candeales, con los del norte de EEUU y Canadá.

Luego, a partir de 1997, se introdujeron en la zona maicera de la pampa húmeda y hace unos cinco años, comenzaron a utilizarse en el área central santafesina. A partir de ese momento, se comienzan a recibir consultas respecto de problemas durante la trilla de soja, trigo y girasol; especialmente en condiciones de presencia de plantas verdes en soja,

o muy secas luego de varias heladas. También se reportaron reclamos en cosecha de girasol, por excesiva molienda de los capítulos.

En todos los casos, las pérdidas de granos eran elevadas en el sector de separación y limpieza, aun trabajando a velocidades de avance reducidas. Sin embargo, sus propietarios destacaban la calidad de los granos cosechados y el bajo nivel de mantenimiento requerido por las unidades.

En este contexto, se delinearon una serie de propuestas de reformas a la cosechadora Gleaner R66, tendientes a mejorar el flujo interno del material. De esta forma, se buscó evitar un exceso de molienda de la paja y reducir las pérdidas por separación y limpieza, aumentando la capacidad de trabajo de la cosechadora y manteniendo la calidad de los granos de trigo recolectados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para mejorar la cosechadora Gleaner R66 se realizaron las siguientes reformas:

### A) Sector de alimentación:

1. Obturado de la trampa de piedras.
2. Reducción de la apertura superior de la boca de alimentación de la rastra, al rotor de trilla-separación.
3. Modificación del cierre lateral izquierdo de la embocadura de alimentación.



**Figura 2.** Vista interior del sector alimentación al rotor de trilla-separación, de la cosechadora Gleaner R66.

1. La obturación de la trampa de piedras, evitaría generar retenciones de paja compactada que suele ingresar en montones (panes compactos) hacia la zona de trilla (Fig. 2).
2. La reducción superior de la boca de alimentación de la rastra en 90 mm (Fig. 3b), evitaría que el material que ha dado su primera vuelta en el sector de trilla (Fig. 3a) reingrese a dicha rastra (en su sector de giro contrario).

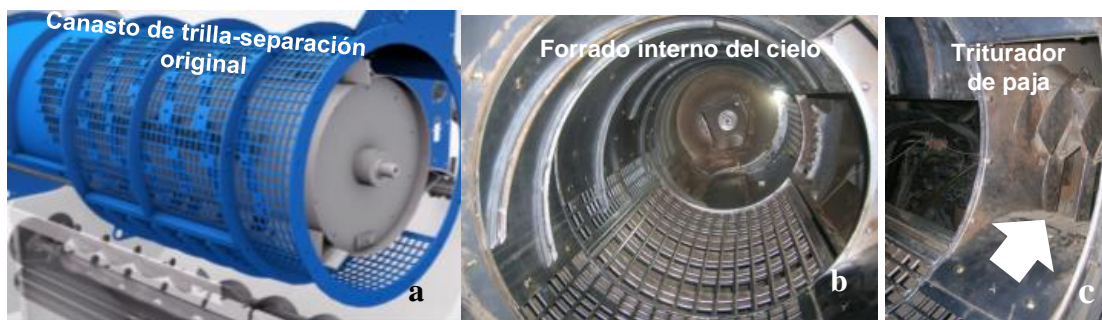


3. La modificación del cierre lateral izquierdo de la embocadura-según puede observarse en la figura 3b- evitaría la formación de una cuña de material compactado, proveniente de la rastra de alimentación en dicho extremo inferior.



**Figura 3.** a) Vista externa y en transparencia, de un dibujo esquemático en 3D (Butler AGCO. 2014) de la boca de alimentación al rotor de trilla-separación. En la parte central se muestra el sentido de giro de la rastra que acarrea el material a trillar (flecha inferior) y en la parte superior se indica el sentido de caída del material que ya tuvo su primera acción de trilla. b) Vista interna del sector izquierdo de la boca de alimentación, donde se indican en líneas de puntos los límites de la chapa de cierre original de ese sector. Se indica con una flecha la zona de obstrucción del material antes generado. También se destaca la reducción superior de la boca de alimentación.

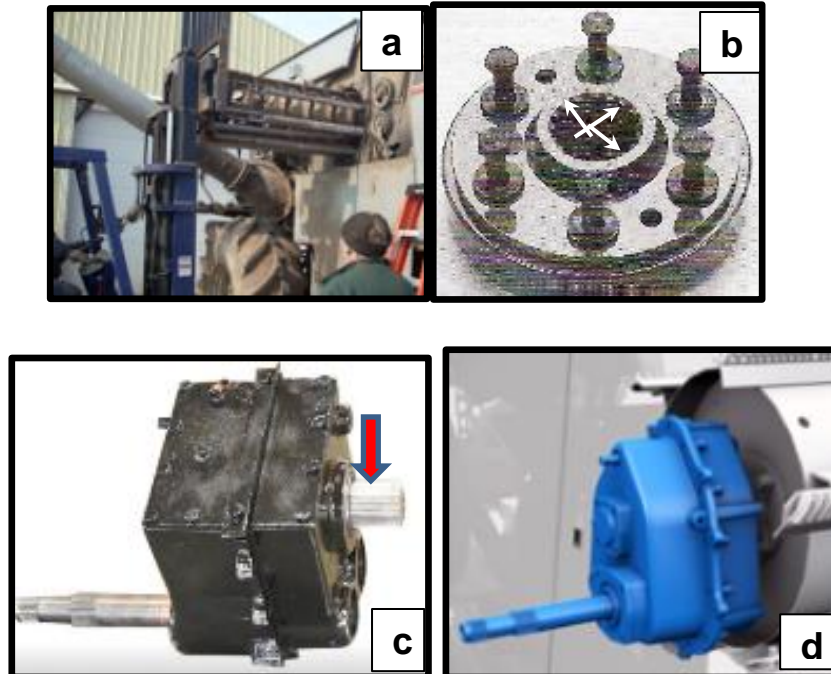
B) Forrado interior del sector superior (cielo) del canasto de trilla-separación en unos 100° (Fig. 4.b), además el forrado del canasto en su sector de expulsión, antes del triturador (Fig. 4.c).



**Figura 4.** a) Vista de un dibujo esquemático en 3D (Butler AGCO. 2014), del canasto de trilla-separación original y su rotor interior. b) Vista del forrado interno de dicho canasto en su área superior. c) La flecha indica el sentido de ingreso del material al triturador de paja y el forrado en el sector de expulsión.

Cabe mencionar que al retirar el rotor de trilla-separación para el cambio de su configuración (Fig. 5a), se observó que las estrías del buje fijado a dicho rotor (Fig. 5b) estaban excesivamente gastadas. Esta es una muestra cabal de sobrecargas puntuales, las cuales generan un efecto de “golpe de ariete” en dichas estrías, con las del eje de mando de

la caja de transmisión de velocidades (alta y baja) (Fig. 5c), produciendo con el tiempo un desgaste prematuro de sus dientes.



**Figura 5.** a) Vista de un montacargas autopropulsado, retirando el rotor de trilla-separación. b) Buje de fijación al rotor, con estrías internas. c) Caja de transmisión para el mando del rotor, indicándose las estrías que acoplan con el buje antes mencionado. d) Vista de un dibujo esquemático en 3D, con el ensamble de las tres piezas mencionadas (Butler AGCO. 2014).

C) Cambio de la configuración original en la disposición de las barras batidoras, del rotor de trilla-separación.



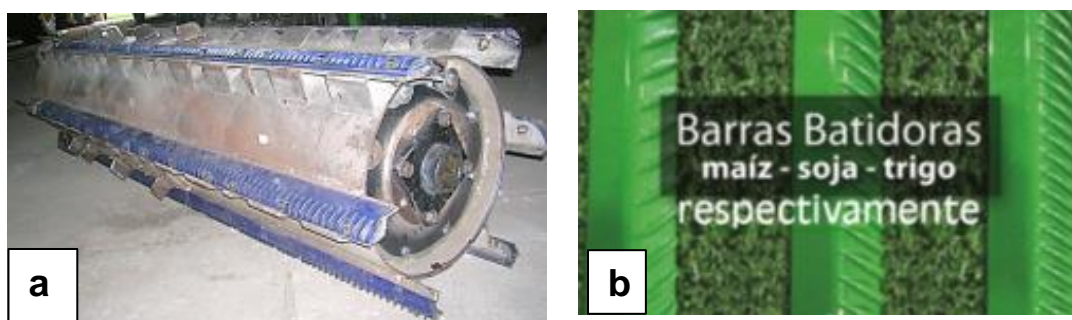
**Figura 6.** a) Vista del rotor de trilla-separación-expulsión, con su configuración original (las barras horizontales en negro ejemplifican la disposición de sus estrías en sentido contrario a la de giro). b) Esquema del sentido de giro y avance del material, durante el proceso mencionado.

El rotor contaba originalmente con barras para cosecha de maíz: estrías de 16 mm de altura y 23 mm de separación entre ellas. Por otra parte, poseía una configuración

comúnmente utilizada en los países del norte de América (Fig. 6a), con mayor humedad en el grano y paja, dado que al final del otoño comienza a nevar.

Estas barras de trilla intercaladas de “mano contraria”, demoran el desplazamiento del material y, por ende, aumentan el efecto de la trilla puntual. Además, en el sector de separación posee dientes o cuchillas de barrido para mover material a través del canasto de colado.

A este rotor se le cambió su configuración original con batidores nacionales realizados para este modelo de cosechadora, pero colocando los 6 batidores integrales de 2 m de longitud con sus estrías en un mismo sentido; manteniendo las tres cuchillas inclinadas que se observan en el sector separación (Fig.7a).



**Figura 7.** a). Vista rotor modificado con barras batidoras nacionales, b) Foto de barras batidoras, donde pueden observarse los tres tipos de estrías.

El modelo de estrías utilizado para este ensayo es de 18 mm de altura y 16 mm de separación entre ellas (Fig.7a) indicadas para soja, según se destaca en la figura 7b). Este diseño de estrías también se aplica en las cosechadoras convencionales en Argentina, las cuales son utilizadas para todos los cultivos del área central pampeana, NOA y NEA. Cabe aclarar que para trabajar en la zona Sur de la región pampeana, en trigos de alto rendimiento y del tipo candeal, las cosechadoras convencionales suelen utilizar barras batidoras con estrías de menor tamaño, 14 mm de altura y separación (Fig.7b), debido a la mayor necesidad de generar fricción por contar con espigas más compactas y glumas envolventes más tenaces.

Por último, se realizó un mantenimiento general a toda la cosechadora y a su cabezal de corte (puntos y cuchillas nuevos), pero especialmente se reemplazaron los dos rodillos de poliuretano dentados del sistema de limpieza (Fig.8) dado que se encontraban con desgaste prematuro debido a la gran cantidad de granza y paja que habían tenido que procesar junto a los granos en los cuatro años de trabajo hasta la fecha.



**Figura 8.** Vista de dibujos esquemáticos en 3D de rodillos dentados que generan una caída de los granos y granza en cascada (Butler AGCO, 2014).

Estos rodillos, generan una caída en cascada de los granos sucios (con granza de la trilla), sobre una corriente de aire que sale de un “cuello de ganso” (garganta superior del ventilador) (Fig. 9), en todo el ancho de la bandeja horizontal de preparación.



**Figura 9.** Vista de dibujos esquemáticos en 3D de la intersección de la caída en cascada de los granos sucios, con una corriente de aire proveniente del “cuello de ganso” (ventilación forzada por una turbina de velocidad constante) (Butler AGCO, 2014).

Este procedimiento estratifica el material, separando los granos de la granza y pequeñas pajas. Posteriormente los granos se deslizan casi limpios sobre la zaranda superior, sobre la cual circula una corriente de aire ascendente que termina de limpiar las impurezas, logrando de esta manera mejorar la calidad de los granos recolectados en la tolva.

La evaluación de la cosechadora AGCO Gleaner R66 (300 hp motor) de 5 años de antigüedad, equipada con su cabezal convencional de 30 pie (9 m) de ancho de corte, se realizó el día 16 de Noviembre de 2018 en Colonia Belgrano (Santa Fe).

La cosechadora está provista con un sistema integrado de monitoreo de rendimiento FieldStar® Live el cual utiliza sensores de rendimiento, humedad y posicionamiento global. Posee además otros sensores que permiten medir, entre otros parámetros, el consumo de combustible y la potencia erogada (geo posicionándola) a medida que avanza la cosechadora.

El ensayo se realizó en un lote de 19 ha, donde las precipitaciones ocurridas hasta una semana antes de la fecha del ensayo, fueron de 67 mm en el mes de octubre y 303 mm en noviembre (INTA Rafaela, 2017). A pesar de esto, se pudieron realizar las evaluaciones

debido a que este lote está ubicado en una loma con buena pendiente (Sur-Norte), lo que permitió un rápido escurrimiento, encontrándose muy pocos sectores “faltos de piso”, que fueron evitados.

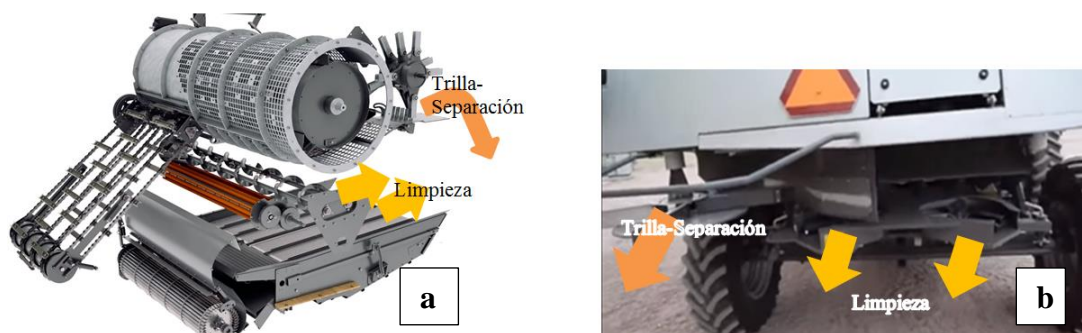
Dicho lote, fue sembrado con trigo Algarrobo (semillero Don Mario), tuvo un rendimiento promedio de 3.500 kg/ha y la humedad del grano en el momento de la cosecha fue de 14%. La altura del cultivo fue uniforme (0,95 m) y no se observaron tallos quebrados ni revolcados, mientras que las pérdidas naturales no fueron significativas. A pesar de ello, se decidió realizar el corte del cultivo a 10 cm de altura (Fig. 10), para aumentar las dificultades al sistema trilla-separación y comprobar la eficacia de las reformas implementadas.



**Figura 10.** Cosechadora Gleaner R66, trabajando sobre el cultivo de trigo. Obsérvese la correcta regulación del molinete, sobre un cultivo bien erecto y de espigas uniformes.

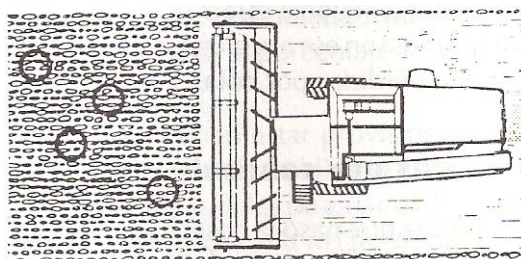
Los datos de rendimiento de los cultivos evaluados y los Índices de Alimentación de Granos (IAG), se obtuvieron de los monitores de rendimientos, que posee como equipamiento de línea. Estos elementos fueron testeados previamente, ajustándose según los controles de pesaje previo a las pruebas, hasta un error aceptable menor al 5%.

El método de evaluación de pérdidas de granos propuesto por el INTA (Bragachini *et al.*, 2012) fue adaptado a la particular forma de expulsión de sus residuos de cosecha (Figura 11. a y b), para ello se retiró el único plato desparramador de residuos proveniente de la acción de trilla-separación y también se lo hizo con el desparramador de granza, proveniente del sistema de limpieza (Figura 11b).



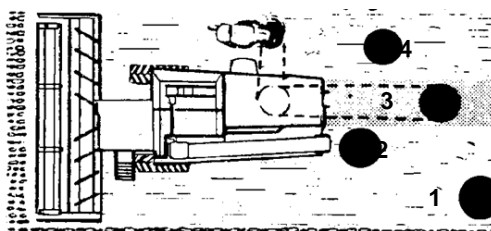
**Figura 11.** a) Vista en 3D del sistema de trilla-separación y de limpieza de las cosechadoras Gleaner (Butler AGCO. 2014), destacándose las direcciones de expulsión de los residuos de cosecha, de cada uno de sus sistemas. b) Vista trasera de la misma cosechadora con los distintos desparramadores de residuos.

Para las mediciones de pérdidas de cosecha se utilizaron cuatro aros forrados de 0,56 m de diámetro. Sobre la parte superior se evaluaron las pérdidas por cola (trilla, separación y limpieza) y en la inferior (sobre el rastrojo), se contaron los granos provenientes de las pérdidas por cabezal, descontándose las naturales. Dichas pérdidas fueron evaluadas con anterioridad en el área, arrojando cuatro aros no forrados (también de 0,56 m) según muestra la figura 12, tal cual lo indica el método de evaluación difundido por INTA (Bragachini et al. 2012).



**Figura 12.** Esquema indicando la metodología para la evaluación de las pérdidas naturales de granos (previo al paso de la cosechadora). Aro no forrado ○

Pero, debido a la forma de distribución de los residuos de cosecha, tal como se puede observar en la figura 11 a y b, se debió evaluar en forma independiente las pérdidas de trilla-separación, de las provenientes del sistema de limpieza (zarandas). Para ello, se arrojó un aro forrado detrás de la rueda trasera izquierda, de forma tal de captar el material expulsado por el picador del rotor (figura 13, aro 2). Luego, se lanzó otro aro forrado por debajo de la cosechadora (figura 13, aro 3), para muestrear las posibles pérdidas de granos provenientes de la limpieza y finalmente se arrojaron otros dos aros forrados por detrás del paso del cabezal, hacia ambos lados de la cosechadora (Figura 13, aros 1 y 4).



**Figura 13.** Esquema descriptivo del método propuesto, adaptado del utilizado por INTA  
Aro forrado. Aro forrado ●

Según el método INTA, se considera que aproximadamente 333 granos de trigo (10 g) por m<sup>2</sup> equivalen a 100 kg/ha, donde la tolerancia máxima de pérdida total admisible

(cabezal más cola) es 80 Kg/ha; dicha tolerancia es independiente del rendimiento del cultivo cosechado (Bragachini et al. 2012).

Para el cálculo de las pérdidas del rotor (trilla-separación), se contaron los granos captados sobre el correspondiente aro forrado (Figura 13, aro 2), el cual concentró las pérdidas generadas en una superficie de 5 m<sup>2</sup>, correspondiente al ancho del cabezal (9 m) por el avance de la cosechadora en 0,56 m (diámetro del aro); posteriormente se extrapolan a kg/ha.

Para el cálculo de las pérdidas del sistema de limpieza, se contaron los granos sobre el correspondiente aro forrado (Figura 13, aro 3), pero finalmente al valor obtenido se lo multiplicó por dos; dado que un solo aro forrado de muestreo detrás de la cola de la cosechadora no logra abarcar el total del ancho de la zaranda. Operativamente para el evaluador, correr al costado de la cosechadora, entre el rodado delantero y trasero con cinco aros forrados entre sus manos, se tornaba dificultoso.

Respecto de las pérdidas por cabezal, se contaron los granos encontrados en el rastrojo, debajo de los cuatro aros forrados y extrapolados a kg/ha, tal como lo expresa el método de evaluación difundido por INTA (Bragachini et al. 2012).

La calidad de los granos se determinó efectuando un promedio de un pool de muestras de un litro de capacidad, recolectadas durante la descarga en el carro granelero. Dicho muestreo se realizó pasando un envase en forma diametral al chorro de descarga, de forma tal de recolectar los granos tanto de la periferia como de su sector central.

## **RESULTADOS**

Se comenzó a trabajar a las 13.30 h, observándose dificultades en el ingreso del material por el acarreador, ya que no se podía superar los 4 km/h de velocidad de avance y la pérdida por cabezal ascendía a 45 kg/ha aproximadamente. Esta pérdida era principalmente originada por espigas voleadas delante del cabezal en la zona central (embocadura). Posteriormente se determinó que era por dos causas: la presencia de óxido en las paredes internas; la cual fue eliminándose en la medida que trabajó la cosechadora y la posición cerrada del tambor delantero de la rastra, el cual estaba calibrado para la cosecha de semillas de pasturas. Dicho tambor posee cuatro puntos de regulación, el más abierto es para cosecha de maíz (100 mm aproximadamente), mientras que el más cerrado tiene una apertura de 40 mm aprox. A esta velocidad de avance, si bien las pérdidas por cola eran aceptables, las totales de la cosechadora superaban las admisibles (Tabla 1).

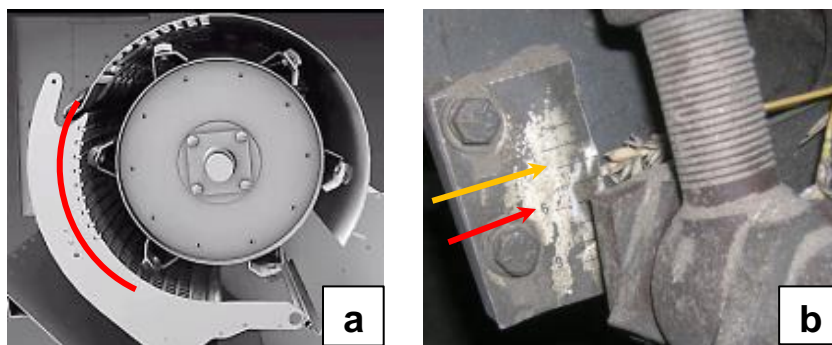
Corregida la posición de la rastra en el segundo punto (apertura 60 mm), comenzó a normalizarse el ingreso por la embocadura del acarreador y se llegó a trabajar con una velocidad de avance de 6 km/h, con pérdidas por cabezal de sólo 15 kg/ha. Los granos recolectados en la tolva estaban limpios (libre de polvo y granza), pero se destacaba la presencia de trozos de paja de trigo, entre 4 y 5 cm de longitud. A esa velocidad, el nivel de pérdidas de granos por zaranda era de 40 kg/ha y las del rotor, 42 kg/ha (Tabla 1).

**Tabla 1.** Resumen de las pérdidas promedio evaluadas y los índices de alimentación obtenidos a diversas velocidades de avance con la cosechadora Gleaner R66.

Velocidad en km/h	Pérdidas en kg/ha						IAG en t/h
	Naturales	Cabezal	Rotor	Zaranda	Cola	Cosechadora	
4	0	45	35	32	67	112	12,6
6	0	15	42	40	82	97	18,9
7	0	18	60	18	78	96	22,0
9	0	22	34	22	56	78	28,3

Como la turbina de ventilación del sistema de limpieza es de velocidad de giro fija (2600 rpm) y solo permite la regulación de una válvula interna (fig. 9) en su área de succión, se redujo su apertura de 1/2 a 1/3 de su máximo y se abrieron dos puntos ambas zarandas (superior e inferior). Como resultado de estas regulaciones se comenzaron a reducir las pérdidas por el sistema de limpieza.

A continuación, se aumentó la velocidad de avance a 7 km/h y las pérdidas por zaranda evaluadas fueron 18 kg/ha. Los granos en la tolva se mantenían igualmente limpios pero continuaban observándose los palitos de 4-5 cm entre los granos limpios. También se midieron pérdidas por separación (provenientes del rotor de trilla-separación) de 60 kg/ha. Por esto se detuvo el avance de la cosechadora y se decidió aumentar la luz del cóncavo de trilla, de 10 a 18 mm y en el cóncavo de separación se redujo de 60 mm a 40 mm (Fig. 14 a y b).



**Figura 14.** a) Dibujo esquemático en 3D, área resaltada donde se mide la luz de trilla entre el cóncavo de trilla y el rotor (Butler AGCO. 2014). b) Vista del registro graduado de regulación del cóncavo de separación.

Con este ajuste en la regulación de los cóncavos de trilla y separación se redujo el desmenuzamiento de la paja, aumentando la posibilidad de colado de granos en estos sectores.

Posteriormente a estas regulaciones, se comenzó a observar que la paja de trigo salía entera (entre 0,40 a 0,60 m de longitud), manteniendo solo las glumas adheridas (Fig.15), por ello se comenzó a aumentar la velocidad de avance hasta 9 km/h. Como consecuencia de todas las regulaciones implementadas, la cosechadora redujo su pérdida por cola manteniéndose en unos 56 kg/ha, con lo que el IAG logrado fue de aproximadamente 28 t/h.





**Figura 15.** Espigas de trigo trilladas, con sus glumas adheridas y los tallos intactos.

También se observó en el monitor que el motor solo utilizaba un 70% de toda su potencia disponible. El propietario reconoció una reducción del consumo de combustible de 15 litros por hora respecto de las campañas anteriores con la configuración original, cuando trabajaba a 4 km/h. Debe aclararse que en esas condiciones se escuchaba un rumor en el rotor de trilla (originado al desmenuzarse la mies por el exceso de fricción con el rotor) y se observaban graves pérdidas por el desparramador de paja, proveniente del rotor de trilla-separación (dentro de montones de paja).

Cabe mencionar que también se realizaron pruebas a mayor velocidad de avance, pero se notaban dificultades en la barra de corte, dejando plantas acostadas y/o arrancadas. Además el productor se daba por satisfecho con la capacidad de trabajo logrado.

Se propuso realizar otras evaluaciones en lotes con mayor rendimiento, pero las constantes lluvias en el área central santafesina, dilataron el período de cosecha y degradaron la calidad de los cultivos. Además, se estimó la posibilidad de realizar otras mejoras en pruebas posteriores en cultivos como girasol y soja.

## CONCLUSIONES

Las mejoras implementadas en el sector de alimentación, el forrado interior del canasto de trilla-separación y el cambio de la configuración en la disposición de las barras batidoras del rotor de trilla-separación, permitieron duplicar la capacidad de trabajo de la cosechadora AGCO Gleaner R66, respecto de la configuración original. Estas mejoras mantuvieron la calidad de los granos recolectados y las pérdidas por cola dentro de los límites aconsejados por INTA para el cultivo de trigo.

## AGRADECIMIENTOS

Al Sr. Omar Pincioli de la localidad de López (Sta. Fe), propietario de la cosechadora Gleaner R66, y al Sr. Juan Junco por permitirnos intervenir en su taller de reparaciones y compatibilizar las reformas probadas.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

- AGCO Corporation. 2016. Gleaner combines: Transverse vs. Axial Comparison. Feeder house. Pag. 22. Accedido 1/03/2019.  
[http://www.gleanercombines.com/content/dam/public/gleaner/en-us/pdf/literature-brochures/2016-gleaner-transverse-vs-axial-competitive-comparison-GL14P008ST.pdf/jcr\\_content/renditions/original](http://www.gleanercombines.com/content/dam/public/gleaner/en-us/pdf/literature-brochures/2016-gleaner-transverse-vs-axial-competitive-comparison-GL14P008ST.pdf/jcr_content/renditions/original)
- Bragachini, M., Peiretti J., Sánchez F., y Giordano, J. 2012. Cosecha de Trigo con valor agregado en origen. Manual de actualización técnica N° 72. INTA, EEA. Manfredi. 31 p.
- Buescher, W M. 1991. Plow Peddler. Illinois, USA: Glenbridge Publishing, ISBN 978-0-944435-18-2. 320 p.
- Butler AGCO. 2014. The Progressive Processor - Gleaner Animation. Publicado el 7 Julio. 2014. Accedido 22/3/2019.  
<https://www.youtube.com/watch?v=oiSTIYqFH7o>
- Hijos de Luis Zuqueli S.R.L. 2019. Concesionario Oficial AGCO. Quiénes Somos. Institucional. Accedido 1/03/2019  
[http://www.hijosdeluiszuqueli.com.ar/quienes\\_somos.php](http://www.hijosdeluiszuqueli.com.ar/quienes_somos.php)
- INTA Rafaela. 2017. Boletín Agro meteorológico. Planillas mensuales, con toma de datos diarios. Accedido el 22/03/2018 <http://rafaela.inta.gob.ar/agromet/>
- Viguera, A. 1998. La política de la apertura comercial en la Argentina 1987-1996. Departamento de Sociología Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación Universidad Nacional de La Plata. Accedido 1/03/2019.  
<http://lasa.international.pitt.edu/LASA98/Viguera.pdf>

## **EVALUACIÓN DE CULTIVOS DE COBERTURA EN INTA RAFAELA. PERIODO 2015 - 2018**

BASANTA, M.\*

*\*Profesional del INTA EEA Rafaela  
Autor de contacto: basanta.maria@inta.gob.ar*

### **INTRODUCCIÓN**

La Región Pampeana ha sido escenario de importantes cambios relacionados al uso de la tierra, habiéndose intensificado la agricultura, con una clara predominancia de soja en monocultivo (Carreño y Viglizzo, 2007) y en menor proporción en doble cultivo con trigo y en rotación con maíz. En la provincia de Santa Fe este proceso ha ocurrido en detrimento del área ocupada por pasturas (Paruelo et al., 2005). Particularmente, en la región centro de Santa Fe, en las últimas décadas el cambio más importante en el patrón de uso del suelo ha sido la sustitución de pasturas por cultivos anuales (principalmente de verano), pasando de sistemas ganaderos a sistemas mixtos o agrícolas puros (Zenklusen et al., 2018). Las secuencias agrícolas basada en cultivos estivales se caracterizan por barbechos largos en el periodo otoño-invernal que en muchos casos superan los 5 meses (Basanta et al., 2008). En este contexto, la inclusión de los cultivos de cobertura (CC) en dichas secuencias es una alternativa que permite aumentar el periodo de ocupación del suelo con cultivos, mejorando la eficiencia de uso del agua y la captura de carbono del sistema y brindando otros beneficios importantes como disminución de procesos erosivos, disminución de presión de malezas, reciclaje de nutrientes y mejora de propiedades físicas del suelo (Basanta 2016).

Con el objetivo de generar información local como herramienta para valorar la posibilidad de incluir los CC dentro de las secuencias de cultivos que se realizan en la región central de Santa Fe, en INTA Rafaela se evaluaron durante cuatro años distintas especies de cultivos de invierno posibles de ser utilizados como cultivos de cobertura.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

En ensayos anuales (2015 a 2018) se evaluaron distintas especies como cultivos de cobertura (CC) en el campo experimental del área de Producción Vegetal de la EEA Rafaela del INTA (Lat. 31°12' S, Long. 61°30' O, Alt. 96 m). Los ensayos se realizaron en el complejo de suelos (Raf 09) 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 con estaciones poco definidas. La temperatura media anual es de 19,5 °C y la precipitación media anual es de 960 mm.

Se evaluaron distintas gramíneas invernales y vicias y se incluyó un tratamiento testigo (sin CC). Las especies, densidades de siembra y año en que fue evaluada cada una se presentan en la Tabla 1. El diseño experimental fue de bloques completos aleatorizados

con tres repeticiones. Las parcelas tuvieron una superficie de 42 m<sup>2</sup> (21 líneas a 0,20 m y 10 m de largo). Los ensayos se implantaron en mayo o junio, sobre rastrojo de soja en siembra directa. La información de conducción de los ensayos se presenta en la Tabla 2.

Para control de malezas se realizó una aplicación de presiembra de 2,5 litros ha<sup>-1</sup> de glifosato (46%) y 0,5 l/ha de 2,4-D, incluyendo el tratamiento Testigo. Al inicio de macollaje, las gramíneas se fertilizaron con 60 kg ha<sup>-1</sup> de N como urea. Las vicias siempre se inocularon con *Rhizobium leguminosarum* biovar viceae.

La interrupción del crecimiento de los CC gramíneas se realizó con 3 litros ha<sup>-1</sup> de Glifosato (46%). Los CC Vicias se secaron con igual dosis de Glifosato (46%) más 0,2 litros ha<sup>-1</sup> de Dicamba.

**Tabla 1:** Especies, densidad de siembra y año de evaluación de los cultivos de cobertura.

Especie	Densidad siembra (kg ha <sup>-1</sup> )	Año de evaluación
Avena	60	2015 - 2016 - 2017
Cebada	70	2015 - 2016 - 2017 - 2018
Centeno	70	2017 - 2018
Raigrás anual	25	
Jumbo		2015 - 2016 - 2017 - 2018
Maximus		2016 - 2017 - 2018
Trigo	100	2015 - 2016 - 2017 - 2018
Triticale	100	
Calchín		2016 - 2017
Espinillo		2015 - 2016 - 2017 - 2018
<i>Vicia sativa</i>	35	2015 - 2017 - 2018
<i>Vicia villosa</i>	35	2015 - 2016 - 2017 - 2018

**Tabla 2:** Información de los ensayos para cada año de evaluación.

Variable	2015	2016	2017	2018
Fecha de siembra	15/05	16/06	02/05	12/06
Fecha de evaluación de MSA	26/08	04/10	01/09	15/10
Periodo de crecimiento (días)	105	110	122	125
Agua útil inicial 1 m (mm)	141	197	115	91

Luego del secado, se midió la materia seca aérea (MSA) producida por los CC. En cada parcela se muestreó la biomasa vegetal tomando 4 muestras al azar con aros de 0,25 m<sup>2</sup>. El material recolectado se secó en estufa a 60°C hasta peso constante y se calculó la producción de MSA (kg ha<sup>-1</sup>).

En el suelo se midió el agua útil inicial (AUI) y el agua útil final (AUF) hasta 1 m de profundidad. Se calculó el consumo de agua (CA) estimado a través de la ecuación 1:

$$CA(mm) = AUI(mm) + Pp (mm) - AUF(mm) \quad (1)$$

Donde AUI (mm) es el agua útil a la siembra del cultivo, AUF (mm) es el agua útil al momento de secado del cultivo de cobertura y Pp (mm) es la sumatoria de las precipitaciones ocurridas durante el ciclo de los cultivos. Cuando la lluvia superó los 20 mm, la precipitación efectiva (Pe) se calculó afectando por 0,8 de la Pp.

La eficiencia de uso del agua para el CC (EUA) se calculó relacionando la producción de materia seca aérea (MSA) con CA (Ecuación 2):

$$EUA (kg ha^{-1} mm^{-1}) = MSA (kg ha^{-1}) / CA (mm^{-1}) \quad (2)$$

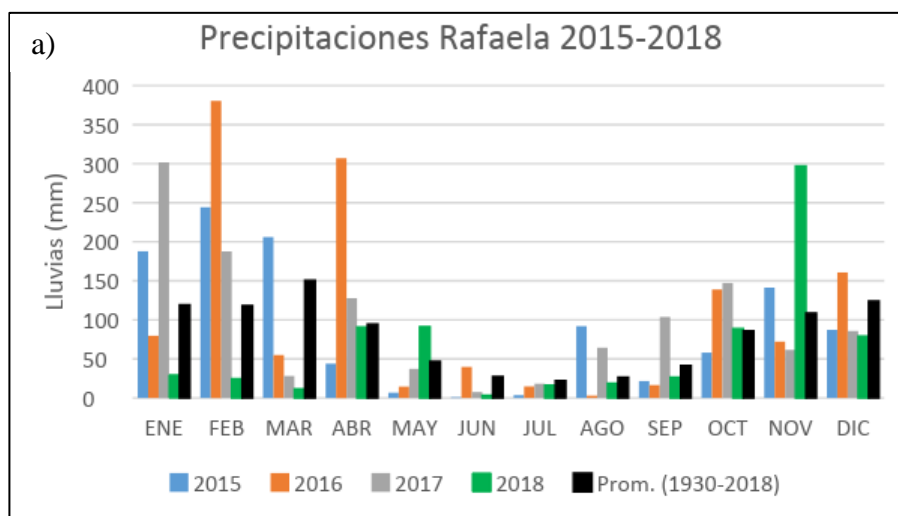
Luego, el costo hídrico (CH) se calculó a través de la diferencia entre el agua útil final del testigo (AUFt) y el agua útil final del CC (AUFcc) (Ecuación 3):

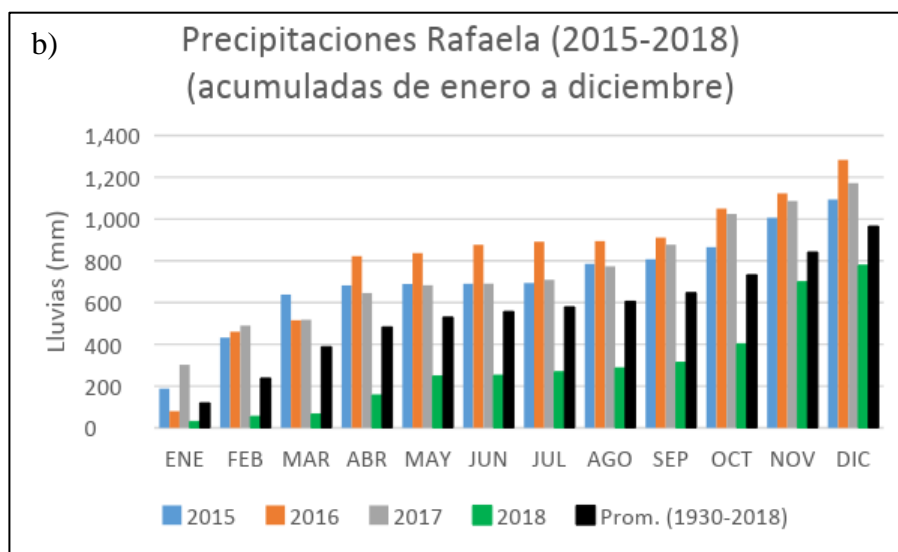
$$CH (mm) = AUFt (mm) - AUFcc (mm) \quad (3)$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se presentan las lluvias mensuales (a) y acumuladas (b) de los años 2015 a 2018. Se observa que en los tres primeros años las precipitaciones anuales fueron superiores al promedio mientras que en 2018 fueron inferiores. Durante el ciclo de los CC la Pe fue de 84, 59, 123 y 88 mm en 2015, 2016, 2017 y 2018, respectivamente.

Considerando Pe más AUI, la disponibilidad hídrica para los CC fue de 225, 256, 238 y 179 mm en 2015, 2016, 2017 y 2018, respectivamente. Es importante mencionar que en los tres primeros años hubo aporte de agua de la napa ya que el nivel freático se encontraba fluctuando cerca del metro de profundidad, mientras que en 2018 estuvo por debajo de 2,4 m durante el periodo de crecimiento de los CC (estación meteorológica INTA Rafaela).





**Figura 1:** Precipitaciones correspondientes a los cuatro años de evaluación. Lluvias mensuales (a) y acumuladas (b).

La producción de MSA por especie para cada año de evaluación se presenta la Tabla 3 y en la Figura 2 se presenta el valor promedio de MSA para cada CC considerando todos los años evaluados. El promedio general de producción de MSA fue de 4700 kg ha<sup>-1</sup>, con un mínimo de 2308 kg ha<sup>-1</sup> en triticale en 2015 y un máximo de 8040 kg ha<sup>-1</sup> en centeno en 2018.

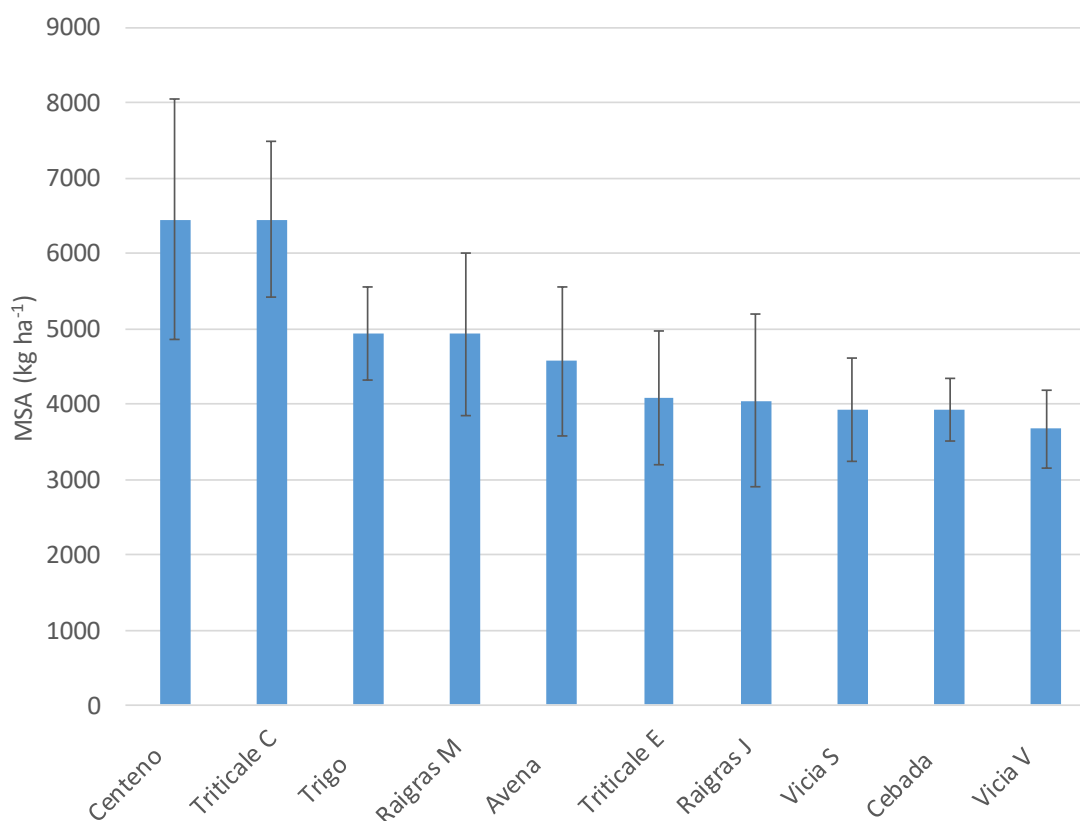
**Tabla 3:** Producción de materia seca aérea (MSA) de los cultivos de cobertura en los cuatro años de evaluación.

Cultivo	2015	2016	2017	2018	Promedio (2015-18)	CV (%)
	kg ha <sup>-1</sup>					
Centeno	-	-	4860	8040	6450	34,9
Triticale Calchín	-	7487	5410	-	6449	22,8
Trigo	5972	6042	4070	3693	4944	25,0
Raigrás Maximus	-	4807	6867	3114	4929	38,1
Avena	3586	6561	3548	-	4565	37,9
Triticale Espinillo	2308	5864	5300	2827	4075	43,4
Raigrás Jumbo	2311	3805	7347	2694	4039	56,8
Vicia sativa	2816	-	5199	3759	3925	30,68
Cebada	3157	4467	4798	3271	3923	21,2
Vicia villosa	2867	3485	5164	3156	3668	28,1
Promedio	3288	5315	5256	3819	4697	

Estos valores de MSA se hallan dentro del rango normal de materia seca producida por los CC en la región pampeana. Por ej., para centeno se han observado rendimientos

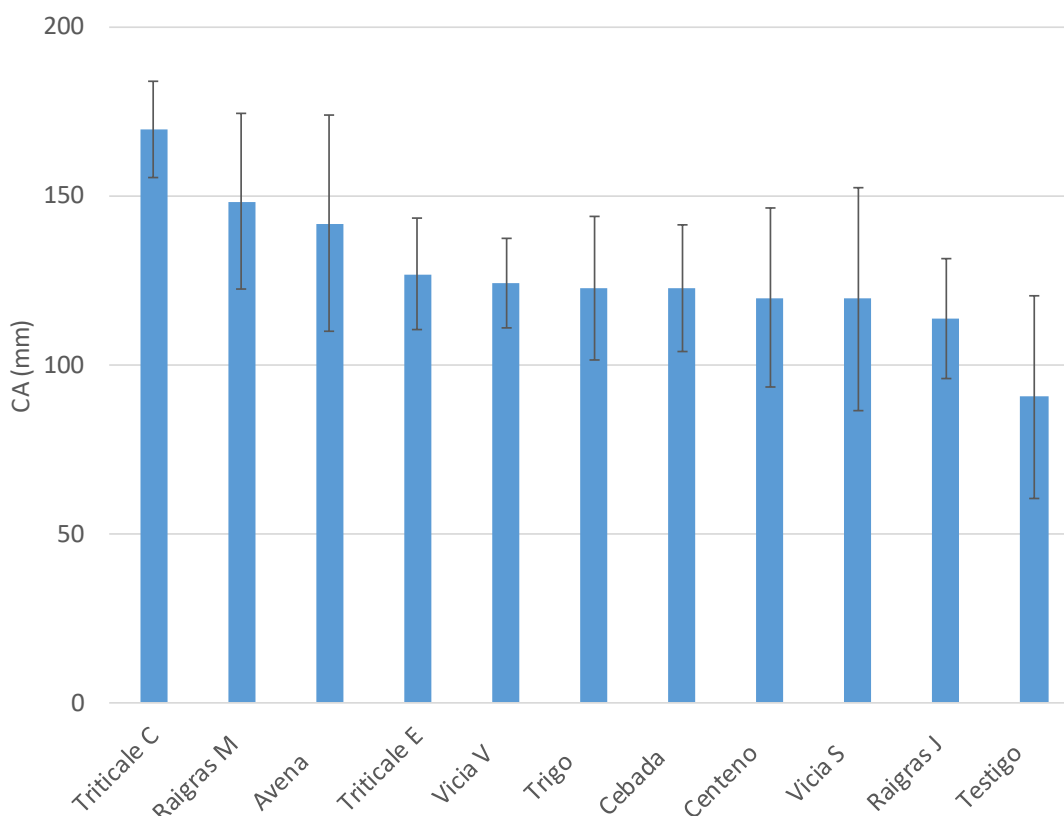
entre 4000 y 11000 kg ha<sup>-1</sup> (Eiza et al., 2010) y entre 2000 y 8000 kg ha<sup>-1</sup> (Scianca et al., 2012). En triticale, valores de MSA entre 2500 kg ha<sup>-1</sup> (Basanta et al., 2012) y 7000 kg ha<sup>-1</sup> (Alvarez et al., 2005). En trigo el aporte de MSA puede variar entre 5500 y 8000 kg ha<sup>-1</sup> (Capurro et al., 2012, Caviglia et al., 2012, Salvagiotti et al., 2012). En raigrás se observaron producciones de MSA entre 2700 y 5400 kg ha<sup>-1</sup> (Restovich & Andriulo 2012) y entre 1500 y 4000 kg ha<sup>-1</sup> (Scianca et al., 2012). Para avena se reportaron valores entre 2000 y 8000 kg ha<sup>-1</sup> (Eiza et al., 2010), entre 2800 y 5400 kg ha<sup>-1</sup> (Restovich & Andriulo, 2012) y entre 5200 y 8800 kg ha<sup>-1</sup> (Capurro et al., 2012). En cebada se hallaron valores de MSA entre 2600 y 4900 kg ha<sup>-1</sup> (Restovich & Andriulo, 2012).

Con respecto a las vicias, Baigorria et al. (2012) observaron valores de MSA en *V. sativa* entre 4000 y 7500 y *V. villosa* entre 5000 y 8000 kg ha, mientras que Vanzolini et al. (2012) reportaron en *V. villosa* producciones de MSA entre 2000 y 5000 kg<sup>-1</sup> ha y Restovich & Andriulo (2012) en *Vicia sativa* entre 1800 y 5900 kg ha<sup>-1</sup>. Varios autores mencionan que *V. villosa* produce más materia seca que *V. sativa* (Renzi & Cantamutto, 2008, Baigorria et al., 2012). Sin embargo, en el presente trabajo ambas especies de vicia produjeron similares cantidades de MSA (Tabla 3).



**Figura 2:** Producción de materia seca aérea (MSA) de los cultivos de cobertura. Promedio de cuatro años de evaluación. Las líneas negras sobre las barras representan el error estándar de la media.

El CA promedio (todos los CC en los cuatro años) fue de 130 mm, con valor máximo de 185 mm (*V. sativa* en 2017) y valor mínimo de 78 mm (avena en 2015). En el testigo el CA promedio fue de 90 mm, con máximo de 145 mm en 2016 y mínimo de 13 mm en 2018. La variabilidad en CA se puede explicar por la diferente disponibilidad hídrica entre años, las diferencias de longitud de ciclo de crecimiento (tiempo entre siembra y secado) entre años y las diferencias debidas a las características propias de cada especie. En la Figura 3 se presentan los valores promedio de agua consumida por cada especie de CC y el testigo sin CC.

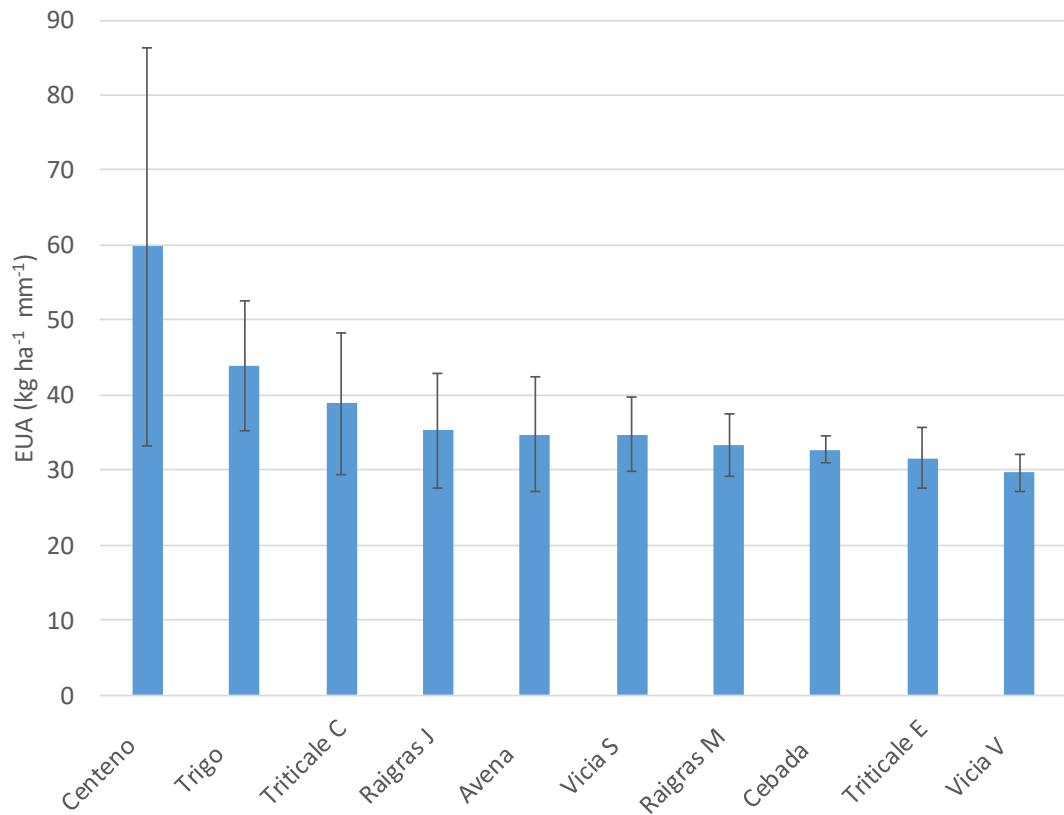


**Figura 3:** Consumo de agua (CA) promedio de los cuatro años de evaluación. Las líneas negras sobre las barras representan el error estándar de la media.

La EUA promedio fue de 37 kg MSA ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>, destacándose el centeno con 60 kg MSA ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> seguido por el trigo con 44 kg MSA ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> y triticale C. con 39 kg MSA ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>. El resto de las especies tuvo una EUA cercana a 30 kg MSA ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> (Figura 4). Dentro de las gramíneas, triticale E., raigrás M. y cebada fueron los menos eficientes en el uso del agua. Entre las vicias, *V. sativa* tuvo mayor EUA que *V. villosa*. Eiza et al (2010), comparando EUA de raigrás, avena y centeno, hallaron la menor EUA en el raigrás (10 kg MSA ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>) y la mayor en centeno (55 kg MSA ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>) con valores intermedios de avena (30 kg MSA ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>). Es decir que, comparando con los resultados del presente trabajo, dichos autores hallaron resultados similares en centeno y

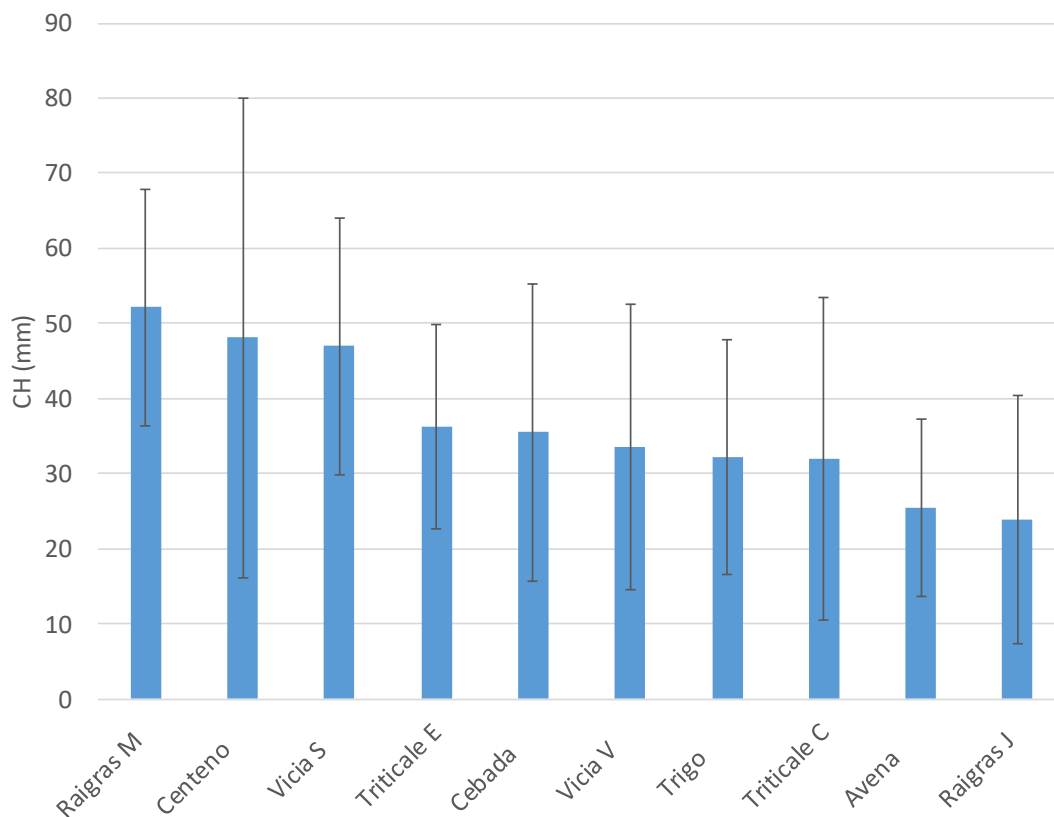


avena e inferiores en raigrás.



**Figura 4:** Eficiencia de uso del agua (EUA). Promedio de cuatro años de evaluación. Las líneas negras sobre las barras representan el error estándar de la media.

El CH promedio de los CC fue 37 mm en los cuatro años. En los tres primeros años (caracterizados por alta disponibilidad hídrica) los valores promedio de CH fueron de 18, 12 y 33 mm en 2015, 2016 y 2017, respectivamente. En 2018, año con precipitaciones inferiores a la media, el CH promedio fue significativamente superior a los de años anteriores (79 mm). Los mayores CH se presentaron en 2018 con máximos de 89 mm en *Vicia V*. y cebada. Por otro lado, hubo situaciones con CH 0 donde el AUF en el CC fue igual o superior que en el testigo (trigo y cebada en 2016 y raigrás J. en 2017). En general, con estos CH, si las lluvias luego del secado del CC fuesen normales en primavera, habría una recarga de agua del perfil suficiente para no comprometer la siembra ni el normal desarrollo del siguiente cultivo. En la Figura 5 se presentan los promedios de CH de cada CC en los cuatro años evaluados.



**Figura 5:** Costo hídrico (CH) promedio de cuatro años de evaluación. Las líneas negras sobre las barras representan el error estándar de la media.

## CONCLUSIONES

La materia seca aérea producida por los cultivos de cobertura evaluados varió entre 2300 y 8000 kg ha<sup>-1</sup> con un promedio general de 4700 kg ha<sup>-1</sup>. Destacan el centeno y el triticale C. por las mayores producciones de MSA.

El consumo de agua promedio de todos los cultivos de cobertura en los cuatro años fue de 130 mm, con valor máximo de 185 mm en *V. sativa* en 2017 y mínimo de 78 mm en avena en 2015.

La eficiencia de uso del agua promedio fue de 37 kg MSA ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>, destacándose el centeno con una EUA de 60 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> seguido por el trigo con 44 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>. El resto de las especies tuvo una EUA cercana a 30 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>.

El costo hídrico promedio fue de 37 mm en los cuatro años. Los mayores CH se observaron en 2018 con máximos de 89 mm en *Vicia V.* y cebada. Hubo situaciones con CH 0 donde el AUF en el CC fue igual o superior que en el testigo (trigo y cebada en 2016 y raigrás J. en 2017).

## AGRADECIMIENTOS

A Barenbrug Argentina y Boiero Semillas S.A. por su contribución con semillas de distintas especies para la realización de los ensayos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez C, M Barraco, M Díaz-Zorita, C Scianca y C Pecorari. 2005. Uso de cultivos de cobertura en rotaciones con base soja: efecto sobre algunas propiedades edáficas y rendimiento de los cultivos en un Haplustol típico del noroeste bonaerense. Boletín de Div. Técnica n° 87. INTA EEA Anguil. pp. 19-23.
- Baigorria, T.; Gómez, D.; Cazorla, C.; Lardone, A.; Bojanich, M.; Aimetta, B.; Bertolla, A.; Cagliero, M.; Vilches, D.; Rinaudo, D.; Canale, A. 2012. Bases para el manejo de vicia como antecesor del cultivo de maíz. En: Álvarez, C.; Quiroga, A.; Santos, D.; Bodrero, M. (Eds.) Contribuciones de los cultivos de coberturas a la sostenibilidad de los sistemas de producción. 1° ed. La Pampa: Ediciones INTA. p. 158-164.
- Basanta, M.; Giubergia, J.P.; Lovera, E.; Alvarez, C.; Martellotto, E.; Curto, E.; Viglianco, A. 2008. Manejo del barbecho invernal y su influencia en la disponibilidad hídrica para el cultivo estival en un Haplustol de la Región Central de Córdoba. XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. San Luis. Disponible en CD.
- Basanta, M.; Alvarez, C.; Giubergia, J.P.; Lovera, E. 2012. Cultivos de cobertura en sistemas de agricultura continua en la región central de Córdoba. En: Álvarez, C.; Quiroga, A.; Santos, D.; Bodrero, M. (Eds.) Contribuciones de los cultivos de coberturas a la sostenibilidad de los sistemas de producción. 1° ed. La Pampa: Ediciones INTA. p. 50-57.
- Basanta, M. 2016. Cultivos de cobertura en los sistemas de producción agropecuaria de la Región Pampeana. Información Técnica de Cultivos de invierno, Campaña 2016. INTA EEA Rafaela. Publicación Miscelánea N° 131. p. 66-74.
- Capurro, J.; Dickie, M.J.; Surjack, J.; Monti, J.; Ninfi, D.; Zazzarini, A.; Tosi, E.; Andriani, J.; González, M.C. 2012. Cultivos de cobertura en el sur de la provincia de Santa Fe. En: Álvarez, C.; Quiroga, A.; Santos, D.; Bodrero, M. (Eds.) Contribuciones de los cultivos de coberturas a la sostenibilidad de los sistemas de producción. 1° ed. La Pampa: Ediciones INTA. p. 92-104.
- Carreño, L. & Viglizzo, E.F. 2007. Provisión de Servicios Ecológicos y Gestión de los Ambientes Rurales en Argentina. Área Estratégica de Gestión Ambiental. Ediciones INTA, Buenos Aires, Argentina, 68 p.
- Caviglia, O.; Novelli, L.; Gregorutti, V.; Van Opstal, N.; Melchiori, R. 2012. Cultivos de cobertura invernales: una alternativa de intensificación sustentable en el centro-oeste de Entre Ríos. En: Álvarez, C.; Quiroga, A.; Santos, D.; Bodrero, M. (Eds.) Contribuciones de los cultivos de coberturas a la sostenibilidad de los sistemas de producción. 1° ed. La Pampa: Ediciones INTA. p. 148-157.
- Caviglia, O.P.; Andrade, F.H. 2010. Sustainable Intensification of Agriculture in the Argentinean Pampas. Capture and Use Efficiency of Environmental Resources. The Americas Journal of Plant Science and Biotechnology 3 (Special Issue 1) 1-8.
- Eiza, M.J.; Carfagno, P.F.; Quiroga, A. 2010. Eficiencia en el uso del agua de distintos cultivos de cobertura en el oeste de la provincia de Buenos Aires. XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Rosario. Disponible en CD.
- INTA. 2009. Secretaría de Agricultura y Ganadería de la Nación. <http://geointa.inta.gov.ar/visor/>.

- Paruelo, J.M; Guerschman, J.P.; Verón, S.R. 2005. Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo. *Ciencia Hoy*. 15(1): 14-23.
- Renzi, J.P.; Cantamutto, M.A. 2008. Producción de forraje de Vicia villosa Roth. y Vicia sativa L. en siembras puras y en mezcla con Avena sativa L. *Revista Argentina de Producción Animal* 28:412-413. 31° Congreso Argentino de Producción Animal. Potrero de los Funes, San Luis.
- Restovich, S. y Andiulo, A. 2012. Cultivos de cobertura en la rotación soja-maíz: biomasa aérea, captura de nitrógeno, consumo de agua y efecto sobre el rendimiento en grano. En: Álvarez, C.; Quiroga, A.; Santos, D.; Bodrero, M. (Eds.) *Contribuciones de los cultivos de coberturas a la sostenibilidad de los sistemas de producción*. 1° ed. La Pampa: Ediciones INTA. p. 29-35.
- Salvagiotti, F.; Vernizzi, A.; Bodrero, M.; Bacigaluppo. 2012. Cambios en el corto plazo en distintas fracciones de la materia orgánica en respuesta a la inclusión de cultivos de cobertura en secuencias basadas en soja. En: Álvarez, C.; Quiroga, A.; Santos, D.; Bodrero, M. (Eds.) *Contribuciones de los cultivos de coberturas a la sostenibilidad de los sistemas de producción*. 1° ed. La Pampa: Ediciones INTA. p. 88-91.
- Scianca, C.; Varela, M.F.; Barraco, M.; Álvarez, C.; Quiroga, A. 2012. Cultivos de cobertura en un Haplustol Thapto Árgico de la pampa arenosa: análisis de cinco campañas. En: Álvarez, C.; Quiroga, A.; Santos, D.; Bodrero, M. (Eds.) *Contribuciones de los cultivos de coberturas a la sostenibilidad de los sistemas de producción*. 1° ed. La Pampa: Ediciones INTA. p. 105-116.
- Vanzolini, J.I.; Galantini, J.; Agamenoni, R. 2012. Cultivos de cobertura de Vicia villosa Roth. en el valle bonaerense del Río Colorado. En: Álvarez, C.; Quiroga, A.; Santos, D.; Bodrero, M. (Eds.) *Contribuciones de los cultivos de coberturas a la sostenibilidad de los sistemas de producción*. 1° ed. La Pampa: Ediciones INTA. p. 21-28.
- Zenklusen, C.; Basanta, M., Sapino. V. 2018. Cambios de uso del suelo y aportes de carbono en el Departamento Castellanos (Santa Fe). XXVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Tucumán. Disponible en CD.

## EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA Y PRODUCCIÓN DE BIOMASA PARA DIFERENTES CULTIVOS DE COBERTURA EN EL CENTRO NORTE DE SANTA FE

IMVINKELRIED, H.O<sup>1\*</sup>; RIESTRA J.M<sup>1</sup>; PIETROBÓN M.<sup>1</sup>; BASANTA, M.<sup>3</sup>;  
HAIDAR L<sup>1</sup>.

1-FCA-UNL 2- INTA EEA Rafaela.

\*Autor de contacto: horaim@fca.unl.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

Durante las últimas dos décadas se ha intensificado el uso de los suelos en la Región Pampeana. Se pasó de sistemas mixtos de producción con 4-5 años de pasturas perennes seguidos de 4-8 años de cultivos anuales, a secuencias continuas de cereales y oleaginosas anuales (De Battista, et al., 1992). Dicha región se caracteriza por una agricultura continua bajo siembra directa (SD) con predominio de especies de ciclo primavero-estival, como la soja (*Glycine max* L. Merr.), en detrimento de áreas dedicadas a maíz (*Zea mays* L.) (Salado-Navarro et al., 2009). Estos sistemas agrícolas presentan largos períodos de barbecho otoño invernal, bajo aporte anual de carbono (C) al suelo ( $2-3 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ) (Restovich et al., 2005), disminución de materia orgánica (MO) en el suelo (Huggins et al., 2007) y agotamiento de nutrientes, consecuencia de la prolongada historia agrícola sin reposición por fertilización (Miretti, et al., 2012). Este problema se agrava con la siembra de cultivos de alto rendimiento, que demandan mayor cantidad de nutrientes.

Frente a esta situación, una alternativa para incrementar el aporte de carbono en sistemas agrícolas con alta participación de soja, es la incorporación de cultivos de cobertura (CC) como barbecho que proveen numerosos servicios ecosistémicos (Alvarez et al., 2013; Blanco-Canqui et al., 2015; Varela et al., 2017). Muchos de los beneficios de su uso en sistemas agrícolas, se relacionan con su productividad aérea y la cobertura remanente que dejan sobre la superficie del suelo. Los CC se establecen en general entre dos cultivos de verano, no son incorporados como abonos verdes ni son cosechados, sino que son secados con herbicida o en forma mecánica (rolados) en determinado momento de su ciclo. Los CC pueden cumplir muchas funciones dentro de los sistemas agrícolas; por lo tanto, existen diferentes objetivos para incluirlos en la rotación. Entre ellos, figuran la protección física del suelo a la radiación solar, viento y lluvia, control de malezas (Fernández et al., 2007), mayor aporte de carbono orgánico (Alvarez et al., 2005), captura de nutrientes móviles (Nitrógeno y Azufre) a través de su biomasa, aumento de la eficiencia del uso de agua, depresión de napas freáticas y control de plagas y enfermedades (Quiroga et al., 2009; Rimski-Korsakov et al., 2015). Durante el período de crecimiento de los CC, sus sistemas radicales junto con asociaciones de bacterias y hongos intervienen en la formación y ciclado de los agregados del suelo (Goss and Kay, 2005). La estabilidad de la agregación del suelo aumenta la porosidad total y la infiltración y disminuye la compactación (Magdof y Weil, 2004). A su vez, especies como la Vicia, tienen la

capacidad de fijar el N<sub>2</sub> atmosférico y reciclar el nitrógeno disponible del suelo incrementando la productividad de cultivos de verano como el maíz (Baigorria y Cazorla, 2009). En la región centro norte de Santa Fe es necesario obtener mayor información sobre el comportamiento de diferentes especies utilizadas como CC, como así también el uso de mezclas de gramíneas y leguminosas.

En este contexto se planteó el objetivo de evaluar diferentes especies de CC, utilizadas puras y en mezcla, en la producción de biomasa aérea, consumo de agua, eficiencia de uso de agua y costo hídrico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en el campo Experimental de Cultivos Extensivos de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNL), ubicado en Esperanza, Santa Fe, sobre un suelo *Argiudol típico* serie Esperanza de textura franco-limosa, con una historia agrícola de 6 años en siembra directa sobre cultivo antecesor soja, con valores de 28 ppm de P a los 20 cm de profundidad y 2,4 % de M.O.

El diseño experimental fue en bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones donde cada unidad experimental tuvo un tamaño de 3 x 10 m. Los tratamientos fueron especies otoño-invernales incorporadas como CC y un testigo sin CC (barbecho químico) libre de malezas. Los CC se sembraron en línea a 17,5 cm bajo SD el día 14 de junio de 2018. Las especies utilizadas fueron cebada forrajera (*Hordeum vulgare* L) variedad Rayen INTA; dos variedades de Raigrás (*Lolium multiflorum* L) Jumbo y Máximus; avena (*Avena sativa* L) variedad Cristal; dos variedades de vicia (*Vicia sativa* L; *Vicia villosa*); centeno (*Secale cereale* L.) variedad Boiero; Triticale (*Triticum aestivum*) variedad Espinillo INTA; Trigo (*Triticum aestivum*) Variedad Baguette 680; nabo forrajero (*Brassica rapa* L.), utilizando densidades de siembra de 60, 25, 60, 25, 100, 100, 100 y 18 kg semilla ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Además, se incluyeron consociaciones o mezclas de avena+vicia, centeno+vicia y nabo+vicia, con la mitad de densidad que las puras, respectivamente. Los tratamientos se fertilizaron en el momento de la siembra de los CC con 65 kg urea para las gramíneas. La vicia se inoculó con *Rhizobium leguminosarum* biovar *viceae*, inmediatamente antes de la siembra. En total se realizaron 14 tratamientos, barbecho químico, 10 tipos de CC puros y 3 mezclas.

Al momento de secado de cada cultivo se buscó un equilibrio entre acumulación de materia seca y consumo de agua. El secado se realizó con una aplicación de 2 litros ha<sup>-1</sup> de glifosato en las gramíneas más 0,5 litros ha<sup>-1</sup> de 2,4-D en las vicias el día 25 de octubre de 2018.

La determinación de biomasa aérea (B) se realizó al momento de secado cortando al ras del suelo la biomasa de 1 m<sup>2</sup> por parcela. En el cultivo de vicia, se utilizó un aro de hierro que posee 0,25 m<sup>2</sup> de superficie interna; éste se arrojó 4 veces sobre el cultivo en forma aleatoria, cortando al ras todo el material dentro del aro. El material recogido se llevó

a estufa a 65 °C por 72 h para determinar su peso y la producción de biomasa por unidad de superficie.

A la siembra y al momento de secado de los CC, se determinaron por gravimetría los contenidos de agua útil en el perfil (0-100 cm de profundidad). Para la toma de muestras se utilizó un calador de suelo, se registró el peso húmedo y luego se secaron en estufa a 100 °C hasta peso constante.

El consumo de agua (ETc) para cada tratamiento se determinó por el método de balance hídrico simplificado (Marano, et al., 2009) despejando la ETc de la ecuación:

$$Pt - ETc \pm \Delta Alm - Es = 0 \qquad Pt - Pe = Es$$

Donde: Pt: precipitación total; Pe: precipitación efectiva, considerada como 0,8 de la precipitación total cuando ésta supera 20 mm (Miretti et al., 2012); Es: escorrentía superficial obtenida con el método de la curva número (CN) del Servicio de Conservación de Suelos (USDA) adaptado por Vischel y Lebel, (2007); Etc: evapotranspiración real del cultivo;  $\Delta Alm$ : variación del almacenamiento de agua en el suelo. No se consideró el flujo subsuperficial debido a que la superficie freática en el área se encuentra por debajo de los 3 metros desde la superficie del terreno (Camussi y Marano 2009; Marano y D'elia 2005).

Se calculó la eficiencia en la utilización del agua (EUA) de los distintos tratamientos como el cociente entre B y ETc. El costo hídrico (CH) de los CC, se estimó como la diferencia entre el agua útil del barbecho y el agua útil al momento de secado. Esta variable determina cuánto cuesta hacer un CC desde el punto de vista hídrico.

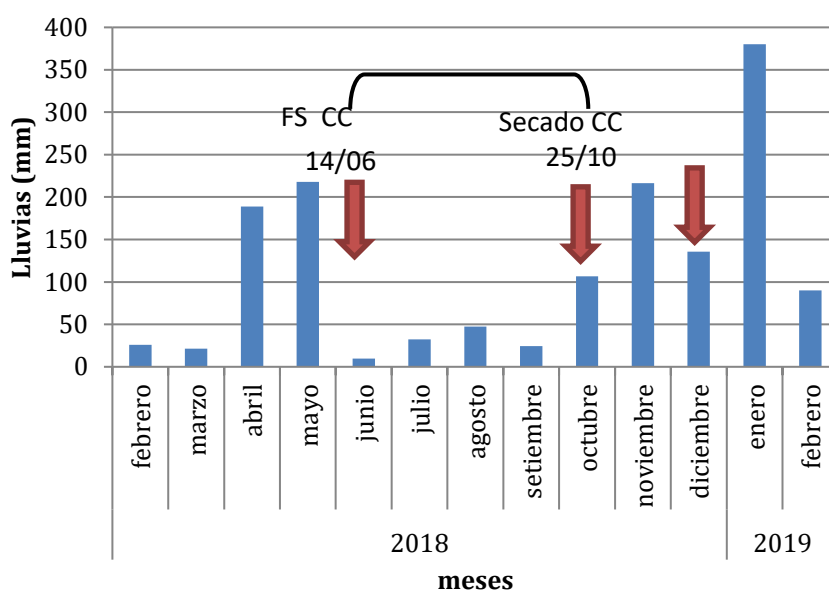
Para la determinación del porcentaje de cobertura se utilizó la aplicación Canopeo (Patrignani y Ochsner, 2015), una herramienta para medir la cubierta vegetal verde en distintos momentos del ciclo de los cultivos de cobertura.

Los datos de lluvias se registraron de un pluviómetro ubicado en el campo experimental de Cultivos Extensivos.

En el análisis estadístico de los datos registrados para los diversos tratamientos se utilizó el programa INFOSTAT/Profesional (InfoStat, 2011, Di Renzo et al., 2011). Los datos de las variables de cultivo y agua y suelo se evaluaron mediante ANOVA y las medias se compararon según el test de mínima diferencia significativa (LSD, según sus siglas en inglés), con un nivel de significancia del 5% ( $P \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las lluvias de abril y mayo permitieron recargar el perfil del suelo luego de la sequía que venía atravesando el cultivo de soja (2017/18) antecesor a los cultivos de cobertura (CC). El agua útil acumulada en el suelo hasta 1 m de profundidad al momento de siembra de los CC fue de 195 mm (14/06/2018) y la precipitación efectiva (Figura 1) desde la siembra al momento de secado de 187 mm (25/10/2018).



**Figura 1:** Lluvias en Esperanza durante el ciclo de los CC, fecha de siembra (FS) y secado CC.

En el Cuadro 1 se presenta el consumo de agua de los cultivos de cobertura con valores entre 236 a 262 mm ( $\pm 26$  mm) no habiendo diferencias en el consumo de agua entre especies puras y mezclas ( $p=0,5361$ ). Valores similares se obtuvieron en distintos ensayos en Rafaela (Basanta, 2016).

En cuanto a la producción de biomasa aérea (Cuadro 2) hubo diferencias significativas según el CC ( $p= 0,0350$ ). La avena presentó la mayor producción de biomasa aérea con diferencias significativas respecto a vicia villosa, vicia sativa y trigo. Valores entre 10102 y 14908 kg B ha<sup>-1</sup> se lograron para avena, centeno, triticale, cebada, nabo, ryegrass y mezclas de centeno, avena y nabo con vicia, valores muy superiores a los 5000 a 5500 kg ha<sup>-1</sup> obtenidos en ensayos durante el año 2016 en Bernardo de Irigoyen, pcia. de Santa Fe (Martins et al., 2017). Los valores de biomasa aérea de vicia villosa y sativa (8630 vs 8430 kg ha<sup>-1</sup>) también fueron superiores a los promedios obtenidos en 2017 y 2018 (5000 y 3500 kg ha<sup>-1</sup>), en Rafaela y similares a los logrados en INTA Marcos Juárez en 2009 en un ensayo con y sin fertilización y buenas condiciones hídricas (Baigorria y Cazorla, 2010).

En la Figura 2 se presenta la evolución en el porcentaje de cobertura del suelo de los distintos cultivos. El centeno a los 63 días de la emergencia (22 de agosto) presentó más del 50% de cobertura del suelo pudiendo competir en forma temprana con las malezas. A los 72 días (29 de agosto) centeno+viaja, trigo y avena superan el 50 %, en tanto que centeno y cebada se acercaron al 80% de cobertura. Las vicias fueron las más lentas en cubrir el 50 % del suelo a los 79 días (5 de septiembre), a partir del cual se produce un alto crecimiento del cultivo y aumento en la cobertura. A los 86 días (12 septiembre) todos los cultivos superan o están próximos al 80 % de cobertura, solo el nabo se mantuvo con menor



cobertura al 19 de septiembre. La mayor producción de biomasa aérea al momento de secado no fue necesariamente de la mano con un menor tiempo en cubrir el suelo o en el logro de mayor cobertura, por lo cual es importante la elección de la especie a sembrar según el objetivo o servicio que nos pueda brindar.

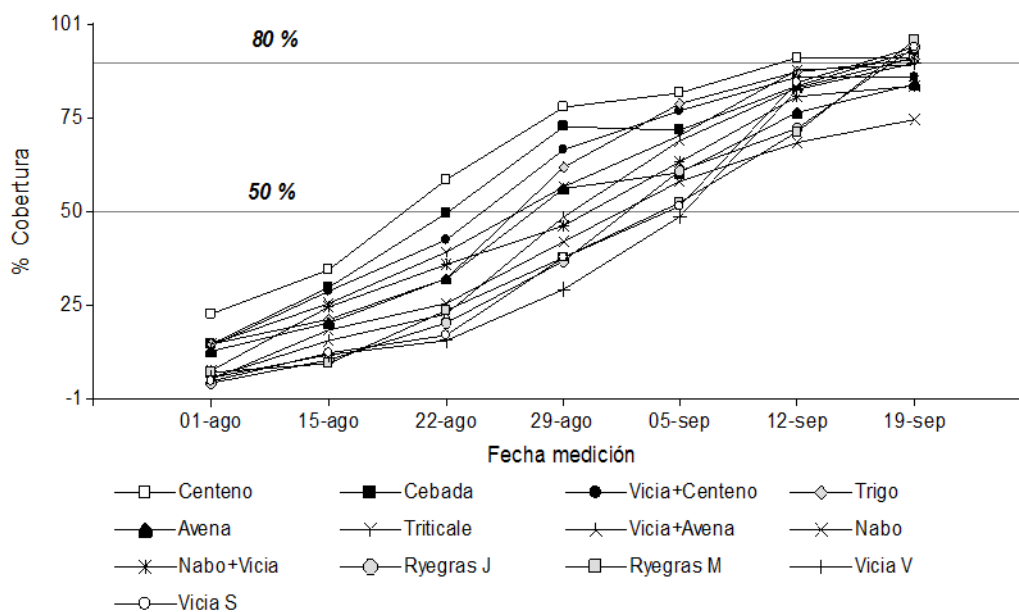
**Cuadro 1:** Consumo agua (mm) de los cultivos de cobertura (2018)

Cultivo cobertura	Consumo de agua (mm)
Avena	262 a
Centeno+vicia	262 a
Nabo+vicia	258 a
Cebada	257 a
Trigo	256 a
Nabo	253 ab
Centeno	253 ab
Vicia S	248 ab
Avena+vicia	247 ab
Triticale	245 ab
Vicia villosa	244 ab
Ryegras M	236 ab
Ryegras J	233 ab

**Cuadro 2:** Producción de biomasa aérea (B) de los cultivos de cobertura (2018)

Cultivo cobertura	Biomasa aérea (kg ha <sup>-1</sup> )
Avena	14908 a
Nabo+vicia	13454 ab
Nabo	12758 ab
Cebada	12725 ab
Avena+vicia	12101 ab
Ryegras M	12036 ab
Centeno+vicia	11623 ab
Centeno	11469 ab
Ryegras J	10748 ab
Triticale	10102 ab
Trigo	8933 b
Vicia S	8630 b
Vicia villosa	8430 b

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



**Figura 2:** Evolución del porcentaje de cobertura del suelo en distintos momentos del ciclo de los cultivos de cobertura. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

En cuanto a la eficiencia en el uso del agua, la avena fue la que presentó la mayor ( $p=0,0450$ ) acumulación de materia seca por mm de agua disponible en el suelo consumida, siendo un 39 % superior a vicia y trigo, no presentando diferencias significativas con el resto de las gramíneas y sus mezclas con vicia (Cuadro 3).

Para las condiciones del presente ensayo, el costo de hacer un cultivo de cobertura desde el punto de vista hídrico (CH) estuvo dentro del rango de los 71 a 93 mm ( $\pm 22$  mm) sin diferencias significativas ( $p=0,8461$ ) entre especies puras o en mezcla (Cuadro 4). Los mayores CH estuvieron relacionados con las mayores producciones de biomasa aérea (Cuadro 2). Estos datos son coincidentes con investigaciones realizadas por Baigorria y Cazorla (2010) en INTA Marcos Juárez, que encontraron costos hídricos entre 40 y 95 mm según especies. La inclusión de CC disminuyó el contenido de agua en el perfil al secado de los CC, siendo importante su consideración para preveer la recarga de agua del perfil según las precipitaciones medias de la región y el cultivo de verano sucesor.

**Cuadro 3.** Eficiencia en el uso del agua (EUA) cultivo de cobertura 2018

Cultivo cobertura	EUA (kg mm <sup>-1</sup> )
Avena	56 a
Nabo+vicia	52 ab
Nabo	51 ab
Ryegras M	50 ab
Cebada	49 ab
Avena+vicia	48 ab
Centeno	45 ab
Centeno+vicia	44 ab
Ryegras J	44 ab
Triticale	41 ab
Vicia S	34 b
Trigo	34 b
Vicia villosa	34 b

**Cuadro 4:** Costo hídrico (mm) cultivos de cobertura 2018

Cultivo cobertura	Costo Hídrico (mm)
Ryegras M	71 a
Vicia villosa	75 a
Triticale	76 a
Ryegras J	76 a
Avena+vicia	78 a
Vicia S	79 a
Centeno	84 a
Nabo	84 a
Trigo	87 a
Cebada	88 a
Nabo+vicia	88 a
Centeno+vicia	93 a
Avena	93 a

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

## CONCLUSIONES

Para las condiciones del presente ensayo con alta disponibilidad de agua acumulada en el suelo al inicio del CC y buena oferta hídrica, se obtuvieron altos valores de producción de biomasa aérea ha<sup>-1</sup> y EUA (kg mm<sup>-1</sup>) siendo los mayores registrados para avena y nabo+vicia. En trigo y vicia (sativa y villosa) se registró la menor producción de biomasa aérea y EUA, con similares consumos y costos hídricos. El centeno presentó una cobertura rápida del suelo, siendo una característica importante si el objetivo es competir en forma temprana con las malezas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez C; Barraco M; Díaz Zorita M; Scianca C; Pecorari C (2005). Uso de cultivos de cobertura en rotaciones con base soja: efecto sobre algunas propiedades edáficas y rendimiento de los cultivos en un Hapludol típico del noroeste bonaerense. Boletín de divulgación técnica N° 87
- Álvarez, C; A Quiroga; D Santos y Bodrero M (2013). Contribuciones de los cultivos de cobertura a la sostenibilidad de los sistemas de producción. INTA, Anguil.
- Baigorria T & Cazorla C (2009). Evaluación de especies como cultivo de cobertura en sistemas agrícolas puros en siembra directa. En Jornadas Nacionales: Sistemas Productivos Sustentables. Fósforo, Nitrógeno y Cultivos de Cobertura. Bahía Blanca, Argentina (En CD).
- Baigorria T & Cazorla C (2010). Eficiencia en el uso del agua por especies utilizadas como cultivos de cobertura. Actas XXII Congreso Argentino de Ciencia del suelo. Rosario. AACS.

- Basanta, M. (2016). Los cultivos de cobertura en los sistemas de producción agropecuaria de la Región Pampeana. INTA – Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Información Técnica de cultivos de trigo y otros cultivos de invierno. Publicación miscelánea n° 131.
- Blanco-Canqui, H; TM Shaver; JL Lindquist; CA Shapiro; RW Elmore; CA Francis y Hergert GW. (2015). Cover crops and ecosystem services: Insights from studies in temperate soils. *Agron. J.* 107(6): 2449-2474.
- Camussi, G. & Marano R. (2009). Calibración de una sonda de capacitancia para determinación de contenido hídrico en Argiudoles del centro de Santa Fe. Pp. 353-358. En: N. Di Leo, S. Montico & G. Nardón (eds.). *Avances de la Ingeniería Rural*. Ed. UNR. Rosario, Santa Fe, Argentina.
- De Battista, J.; A. Andriulo y Pecorari C. (1992). El perfil cultural: un método para la evaluación de sistemas de cultivo. *Ciencia del Suelo* 10-11, 89-93.
- Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzalez, L. y Tablada, M. (2011). InfoStat (Versión 2011) [Software]. Disponible en Universidad Nacional de Córdoba: URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Fernández R; Quiroga A; Arenas F; Antonini C y Saks M (2007). Contribución de los cultivos de cobertura y las napas freáticas a la conservación del agua, uso consuntivo y nutrición de los cultivos. En: QUIROGAA, BONO A (Eds.). *Manual de fertilidad y evaluación de suelos*. INTA. EEA Anguil. Argentina. pp. 51-59.
- Goss, MJ & BD Kay. (2005). Soil Aggregation. In: Zobel, RW, Wright, SF (eds), *Roots and Soil Management: Interactions between Roots and the Soil*. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, pp. 163-180.
- Huggins, DR; RR Allmaras; CE Clapp; JA Lamb y Randall GW. (2007). Corn-soybean sequence and tillage effects on soil carbon dynamics and storage. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 71: 145-154.
- Magdoff, F & R Weil. (2004). Soil organic matter in Sustainable Agriculture. Pp. 45-65. In: F Magdoff & R Weil (eds). *Soil Organic Matter Management Strategies*. CRC Press. Boca Raton, Florida.
- Marano R. & D'elia M. (2005). Estudio del comportamiento de la zona no saturada en parcelas experimentales en el centro de la provincia de Santa Fe. En: *Actas 20° Congreso Nacional de Agua*. Mendoza, Argentina.
- Marano R; Miretti M; Serafín N; Rossi M y Rodríguez L. (2009). Dinámica hídrica y recarga de un acuífero libre en condiciones de lluvia extraordinaria en el centro de la provincia de Santa Fe. "Recarga de Acuíferos. Aspectos generales y particularidades en regiones áridas". Asociación Internacional de Hidrogeólogos, Grupo Argentino 1° ed 33-41, Santa Rosa, La Pampa.
- Martins, L.; Calcha, J.; Basanta, M.; Diego, J.; Hotián, J.; Andriani, J.; Sanmarti, N., (2017). Evaluación de cultivos de cobertura en la Unidad Demostrativa Agrícola de Bernardo de Irigoyen, Campaña 2016, departamento San Jerónimo (Santa Fe). Para mejorar la producción N° 56. INTA EEA Oliveros, pp. 133-138.
- Miretti MC; Pilatti M; Lavado RS e Imhoff S (2012). Historia de uso del suelo y contenido de micronutrientes en argiudoles del centro de la provincia de Santa Fe (Argentina). *Ci. Suelo* 30: 67-73.
- Patrignani, A & Ochsner, TE. (2015). Canopeo: una nueva herramienta para medir la cubierta de dosel verde fraccional. *Agronomy Journal*, 107 (6), pp. 2312-2320.

- Quiroga A; Fernández R; Frasier I y Scianca C (2009). Cultivos de cobertura. Análisis de su inclusión en distintos sistemas de producción. En Jornadas Nacionales: Sistemas Productivos Sustentables. Fósforo, Nitrógeno y Cultivos de Cobertura. AACCS. Bahía Blanca, Argentina (En CD).
- Restovich, SB; MC Sasal; AB Irizar; F Rimatori; ML Darder y Andriulo AE (2005). Rotación con maíz vs monocultivo de soja: efecto sobre los stocks de carbono y nitrógeno edáficos. VIII Congreso Nacional de Maíz. Rosario, Santa Fe, Argentina. 208 pp.
- Rimski-korsakov H; Alvarez CR y Lavado RS (2015). Cover crops in the agricultural systems of the Argentine Pampas. *Journal of Soil and Water Conservation*, 70(6), 134A-140A.
- Salado-Navarro LR & Sinclair TR (2009). Crop rotations in Argentina: Analysis of water balance and yield using crop models. *Agr. Syst.* 102: 11-16.
- Varela MF; Barraco M; Gili, A; Taboada, MA y Rubio, G.(2017). Biomass decomposition and phosphorus release from residues of cover crops under no-tillage. *Agronomy Journal* 109: 317-326.
- Vischel T. & Lebel T. (2007). Assessing the water balance Sahel: Impact of small scale rainfall variability on runoff: Part 2. Idealizing modeling runoff sensitivity. *Journal of Hydrology* 333:340-355.

## **EFFECTO DE LA INOCULACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA DE *VICIA VILLOSA*, CAMPAÑA 2018**

PICCO, J. M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Profesional del INTA EEA Rafaela*  
*\*Autor de contacto: picco.juan@inta.gob.ar*

### **INTRODUCCIÓN**

Los actuales sistemas de producción agrícolas en la región pampeana se basan en la producción de soja, principalmente en monocultivo y en menor proporción en doble cultivo con trigo y en rotación con maíz. Los sistemas ganaderos predominantes en la región se caracterizan por ser altamente extractivos ya que se destina para consumo animal toda la biomasa producida, tanto de las pasturas como de los cultivos anuales destinados a reserva forrajeras, por lo que la mayoría de los ingresos de carbono al sistema provienen de la biomasa radicular de los cultivos (Basanta, 2016).

Los suelos de la región han ido perdiendo materia orgánica y estructura, disminuyendo la macroporosidad y perdiendo capacidad de infiltración del agua con el consecuente riesgo de anegamiento y/o erosión. Los planteos de agricultura continua, así como la fase agrícola de los planteos mixtos (agrícolas-ganaderos), se basan principalmente en cultivos estivales. De esta manera, queda un período de barbecho otoño-invernal demasiado prolongado en el que se desaprovecha la oportunidad de interceptar energía y captar CO<sub>2</sub>, además de perder agua almacenada en el suelo y favorecer el desarrollo de malezas. Una alternativa para reducir la longitud del período de barbecho es la inclusión de un cultivo de cobertura (CC) entre los cultivos de renta (Basanta, 2016).

Los principales aportes que realizan los CC son:

I) Incrementar contenido de carbono: la inclusión de un CC en un sistema agrícola mejora significativamente los aportes de residuos vegetales y los niveles de carbono orgánico del suelo (COS) (Basanta y Álvarez, 2015; Duval et al., 2015; Martínez et al., 2013).

II) Reducir la lixiviación de nutrientes móviles: existe una relación entre la tasa de descomposición de los residuos de distintos CC y la liberación de carbono (C), nitrógeno (N) y fósforo (P) (Fernández et al., 2012; Restovich et al., 2012; Scianca et al., 2012) y su inclusión es importante para los suelos de la zona central de Santa Fe, que tienen diferentes niveles de materia orgánica (MO), de fósforo extractable (P, Bray I), y que junto al N y al azufre (S), son los principales limitantes de la producción (Fontanetto et al., 2005).

III) Controlar la erosión hídrica, la compactación y el encostramiento: los CC permiten mantener la cobertura y la macroporosidad del suelo, mitigando la degradación física provocada por el tránsito de maquinarias, el pisoteo animal y permitiendo elevadas tasas de infiltración del agua de lluvia (Álvarez y Fernández, 2015).

IV) Contribuir al manejo de las malezas: el CC es una herramienta que puede reducir la población de malezas entre un 30 y 90 %, dependiendo del sitio y del año considerado (Mischler et al., 2010; Zotarelli et al., 2009) y que, junto a otras prácticas como la rotación de cultivos, la rotación de herbicidas según el modo de acción, la selección de cultivares, las fechas de siembra adecuadas y la apropiada realización de las labores culturales, pueden evitar la dispersión de malezas (Metzler et al., 2013; Moonen y Barberi, 2004; Teasdale et al., 2004; ).

Uno de los cultivos utilizados es Vicia. Dentro del género *Vicia* L., las especies *Vicia villosa* (VV) y *Vicia sativa* (VS), son las que predominan en la utilización como CC (Renzi, 2009). Además de los beneficios ya mencionados, al ser una leguminosa, el cultivo de Vicia fija N atmosférico, que puede ser utilizado por el cultivo subsiguiente en la rotación (Baigorria, 2011).

Debido a esto, en los últimos años, la implantación de CC ha tenido una adopción creciente en la zona Centro de la Provincia de Santa Fe, siendo VV una de las especies más utilizadas. Por tal motivo, se realizó el siguiente trabajo para determinar el impacto de la inoculación de semillas de VV en la producción de materia seca.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó durante la campaña 2018 en la Estación Experimental Agropecuaria Rafaela del INTA, Santa Fe. El ensayo se implantó sobre un suelo Argiudol típico serie Rafaela. La siembra se realizó el 17/05/18, con una densidad de 30 kg ha<sup>-1</sup>, las semillas utilizadas tenían un peso de mil de 41,6 gramos. Para esto se utilizó sembradora experimental en directa a 20 cm de espaciamiento entre hileras y a 2 cm de profundidad. Previo a esto se hicieron dos controles de malezas, en primer lugar se aplicó 2.5 l ha<sup>-1</sup> de Glifosato al 48% y en una segunda aplicación 0,8 l ha<sup>-1</sup> de Cletodim.

El estudio se realizó en micro parcelas de 28 m<sup>2</sup>, donde se compararon dos inoculantes, Optimize C Poweer de Nitragin y Beter Seed Vicia de Síntesis Biológica, y un testigo en un diseño en bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones (Tabla 1).

**Tabla 1.** Distribución de los tratamientos a campo, con un diseño en bloques completos al azar

Optimize C Power	Beter Seed Vicia	Testigo
Beter Seed Vicia	Testigo	Optimize C Power
Testigo	Optimize C Power	Beter Seed Vicia

Los tratamientos fueron:

- Testigo: sin inocular

- Optimize C Power (Nitragin): 50 cc para 50 kg de semillas. *Rhizobium leguminosarum* y la tecnología LCO de promoción de crecimiento
- Beter Seed Vicia (Síntesis Biológica): 3 l para 800 kg de semillas. Cepa D70 *Rhizobium Legminosarum* (concentración  $1 \times 10^9$  ufc/ml) y *Azospirillum* (concentración  $1 \times 10^7$  ufc/ml)

La inoculación se realizó previo a la siembra, respetando las dosis recomendadas por cada fabricante.

El 01/10/18 se realizó el muestreo para determinar el rendimiento en materia seca de la parte aérea de VV en floración. Para ello, se realizaron muestreos de  $0,25 \text{ m}^2$  de superficie, en los que se cortó al ras el volumen producido y luego de pesado se llevó a estufa a  $65^\circ\text{C}$  para determinar su peso seco.

Se realizó el análisis estadístico de la varianza de los distintos tratamientos, utilizando el test de diferencias mínimas significativas LSD de Fisher.

## RESULTADOS

Ambos tratamientos evidenciaron respuesta respecto al testigo, pero estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Los kilogramos de materia seca producidos por hectárea se presentan en la tabla 2.

**Tabla 2.** Rendimiento promedio en  $\text{kg MS.ha}^{-1}$  de cada tratamiento

Rendimiento	$\text{kg MS.ha}^{-1}$
Testigo	4624,00 a
Optimize C Power	6189,33 a
Beter Seed Vicia	5082,67 a

Los valores con letras iguales indican que no hay diferencias significativas

## CONCLUSIÓN

La práctica de inoculación en el cultivo de VV tiene un impacto positivo en la producción de materia seca, pero las diferencias no son estadísticamente significativas. Estas diferencias no significativas demuestran la variabilidad que tiene el efecto de la inoculación sobre la producción de materia seca. A pesar de esta variabilidad, la respuesta genera un aumento en el volumen que produce el cultivo, lo que resulta beneficioso para el cumplimiento de los objetivos que se persiguen al implantar un CC. Se destaca que en este ensayo, el tratamiento Nitragin logró  $1565 \text{ kg.ha}^{-1}$  de materia seca más que el tratamiento testigo.



## BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, C.R.; FERNÁNDEZ, P.L. 2015. La Compactación de los Suelos bajo Agricultura. Simposio de Fertilidad 2015. Rosario. p. 22-27.
- BASANTA, M.; ALVAREZ, C. 2015. Manejo sustentable de sistemas agrícolas en la región central de Córdoba: una experiencia de largo plazo en INTA EEA Manfredi. RIA. Vol. 41, n° 2. p. 215-222
- BASANTA, M. 2016. Los cultivos de cobertura en los sistemas de producción agropecuaria de la Región Pampeana. INTA – Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Información Técnica de cultivos de trigo y otros cultivos de invierno. Publicación miscelánea n° 131.
- FERNÁNDEZ, R.; QUIROGA, A.; NOELLEMAYER, E. 2012. Cultivo de cobertura como antecesor del cultivo de maíz en la Región semiárida pampeana. En: Álvarez, C.; Quiroga, A.; Santos, D.; Bodrero, M. (Eds.) Contribuciones de los cultivos de coberturas a la sostenibilidad de los sistemas de producción. 1° ed. La Pampa: Ediciones INTA. p. 117-127.
- FONTANETTO, H.; VIVAS H.; KELLER, O.; ALBRECHT, R.; GASTALDI, L.; CASTIGNANI, H. 2005. Consideraciones sobre la fertilización nitrogenada de trigo en la región central de Santa Fe. INTA – Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Información Técnica de trigo campaña 2005. Publicación miscelánea n° 103.
- METZLER, M., PURICELLI, E.; PAPA J.C.; PELTZER, H. 2013. Manejo y control de Rama Negra. Disponible en: [http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_rama\\_negra\\_manejo\\_y\\_control.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_rama_negra_manejo_y_control.pdf).
- MISCHLER, R.A.; DUIKER, S.W.; CURRAN, W.S.; WILSON, D. 2010. Hairy vetch management for no-till organic corn production. *Agronomy Journal* 102: 355-362.
- MOONEN, A.C.; BARBERI, P. 2004. Size and composition of the weed seedbank after 7 years of different cover-crop-maize management systems. *Weed Research*, 44, p.163–177.
- RENZI, J.P. 2009: Efecto de la estructura del cultivo y el grado de madurez a cosecha sobre el rendimiento y calidad de semillas de *Vicia villosa L* y *Sativa Roth*, bajo riego. Tesis de magíster en ciencias agrarias, departamento de agronomía, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.
- TEASDALE, J.R. 2004. Principios y prácticas para el uso de cultivos de cobertura en el manejo de sistemas de malezas. FAO, Roma, 2004. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/007/y5031s/y5031s0d.htm#bm13>.

## **INCIDENCIA DE CULTIVOS DE COBERTURA SOBRE LAS MALEZAS, EN EL CENTRO DE SANTA FE**

GAMERRO, U.<sup>1\*</sup>; PICCO, J. M.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>Estudiante de ingeniería agronómica, FCA, UNL;<sup>2</sup>Profesional INTA EEA Rafaela  
\*Autor de contacto: uligamerro@gmail.com

### **INTRODUCCIÓN**

En los sistemas de agricultura continua (AC) de la Región Pampeana prevalecen los cultivos de verano y, durante el período otoño-invernal, el trigo es el principal. El trigo se realiza en doble cultivo con soja en aproximadamente el 20% del área sembrada (Caviglia y Andrade, 2010). Por lo tanto, la mayor parte de los suelos agrícolas se encuentran en barbecho entre siete y ocho meses durante el otoño y el invierno. En este contexto, la inclusión de un cultivo de cobertura (CC) invernal permitiría aumentar el periodo de ocupación del suelo.

Los CC son cultivos que se siembran en una ventana de tiempo y espacio normalmente no ocupado por otro cultivo de renta. Los CC no se cosechan ni pastorean, su implantación tiene como objetivo aprovechar el agua disponible durante ese tiempo, mejorar la captura de carbono del sistema, con los consecuentes beneficios sobre el contenido de materia orgánica y la condición física del suelo, el reciclaje de los nutrientes y la competencia sobre las malezas. Este último aspecto es de particular relevancia en la actualidad, debido a que varios factores asociados a la simplificación de los sistemas productivos están generando serios problemas en el manejo de las malezas (Basanta, 2016).

Uno de los beneficios que tiene la inclusión de CC es la incidencia en la densidad y biomasa de malezas en sistemas de siembra directa. La habilidad de los CC para suprimir el crecimiento de las malezas está relacionada con la cantidad de biomasa que producen (Liebman y Davis, 2000), con la liberación de sustancias inhibitorias (efecto alelopático) (Putman, 1988; Mohler y Teasdale, 1993; Teasdale, 1996), la reducción de los niveles de luz en la superficie del suelo (efecto de sombreo), la desaceleración de la fotosíntesis, el consumo de agua, la competencia por nutrientes y los cambios en la temperatura del suelo. Estas condiciones reducen la germinación de la semilla y actúan como una barrera física de la emergencia de las plántulas (Teasdale et al. 2007; Fisk et al., 2001).

Actualmente, la falta de rotación en los sistemas agrícolas y la siembra continua de cultivos estivales (preferentemente leguminosas), se traducen en una pobre cobertura del suelo durante el otoño - invierno, que además de producir perjuicios de tipo físico como riesgo de erosión, disminución de la infiltración y encostramiento, causan un calentamiento del suelo y el consecuente crecimiento de malezas provenientes del banco de semillas (AAPRESID, 2017).

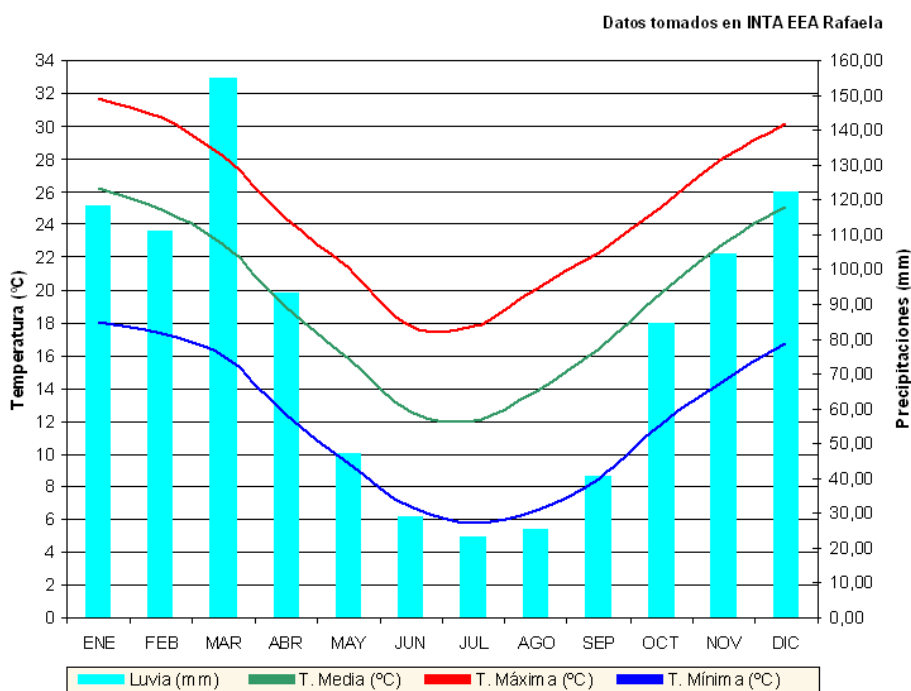
La atenuación de señales para la germinación, la interferencia física para el crecimiento vegetativo y la retención de humedad en el suelo son los factores que favorecen el control de malezas a través de CC (AAPRESID, 2016)

Ante este panorama, las malezas que hoy ponen en riesgo a los sistemas productivos exigen una aproximación integral al problema, implementando prácticas que complementen el control con la rotación de cultivos, manejo de cultivos y malezas y los CC (Capurro, 2008).

El objetivo de este ensayo fue evaluar el comportamiento de distintas especies utilizadas como cultivos de cobertura otoño-invernal y su efecto sobre la población de malezas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó durante la campaña 2017 en la Estación Experimental Agropecuaria Rafaela del INTA, Santa Fe. El ensayo se implantó sobre un suelo Argiudol típico serie Rafaela. Las condiciones climáticas para esta localidad se presentan en la figura 1.



**Figura 1:** Datos de temperatura y precipitaciones de la ciudad de Rafaela, Santa Fe tomados en la EEA INTA Rafaela. Año 2017.

En el estudio, se compararon diferentes especies de cultivos de cobertura con un diseño en bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones.

Los tratamientos fueron:

- Testigo (sin CC y sin herbicidas)
- Barbecho Químico
- Trigo
- Raigrás
- Avena + Vicia.

Se realizó el análisis estadístico de la varianza de los distintos tratamientos utilizando el test de diferencias mínimas significativas LSD de Fisher.

Las densidades de siembra fueron: 100 kg.ha<sup>-1</sup> de trigo, 30 kg.ha<sup>-1</sup> de raigrás y 30 + 30 kg.ha<sup>-1</sup> de avena + vicia. Las parcelas tuvieron una superficie de 42 m<sup>2</sup> (21 líneas a 0,20 m y 10 m de largo) en las cuales se estimó el agua remanente y la producción de materia seca al momento del secado de los cultivos de cobertura y su efecto sobre la población de malezas.

Previo a la siembra, el día 25 de abril se aplicó glifosato en todo el ensayo a razón de 2,5 l ha<sup>-1</sup>. La siembra fue realizada el día 2 de mayo con una sembradora experimental, con una distancia entre surcos de 20 cm, y a 3 cm de profundidad. Las semillas de vicia se inocularon manualmente con *Rhizobium leguminosarum*, cepa D70.

Además, se realizó una fertilización nitrogenada con 140 kg.ha<sup>-1</sup> de urea aplicada manualmente al voleo, el día 5 de julio exceptuando el tratamiento correspondiente a la vicia por tratarse de una leguminosa. Posteriormente, el día 16 de agosto, se pulverizaron las parcelas pertenecientes al barbecho químico con una mezcla de 2 l ha<sup>-1</sup> de Sulfosato y 0,9 l ha<sup>-1</sup> de 2-4 D al 58,4% (2-4 diclorofenoacético).

Para estudiar la evolución de la población de malezas, se evaluaron las especies presentes al inicio del ensayo (posterior a la siembra de los CC) en todos los tratamientos, siguiendo con el monitoreo durante el ciclo de los CC, contando la cantidad de individuos que emergían a través del tiempo en el área de 1 m<sup>2</sup> seleccionada aleatoriamente dentro de cada parcela. Para facilitar el conteo y evitar errores de muestreo de los individuos, se utilizó un cuadrado metálico de 0,5 m de lado ubicado de forma que se obtengan 4 submuestras de 0,25 m<sup>2</sup> y se contaron las malezas que se encontraban en su interior registrando cada sub muestra y posteriormente sumando el total obtenido (FAO, 2007).

Se calculó la densidad de malezas, parámetro que indica cuántos individuos se encuentran dentro de la zona de observación. Para esto, se realizaron cinco muestreos a lo largo del ciclo del cultivo (19 de mayo, 5 y 21 de julio, 9 y 16 de agosto), en los cuales se contabilizó el número de individuos de cada especie de malezas encontrada en el área de muestreo; posteriormente se realizaron dos muestreos (5 de septiembre y 11 de octubre) en los que se estimó la abundancia-cobertura de malezas que se encontraban dentro de la zona utilizando la escala de abundancia de Braun Blanquet (tabla 1)

**Tabla 1:** Escala de cobertura – abundancia de Braun-Blanquet

Cobertura	Descripción
5	Cualquier número de individuos, con cobertura mayor del 75% del área estudiada
4	Cualquier número de individuos, con cobertura del 50% al 75% del área estudiada
3	Cualquier número de individuos, con cobertura del 25% al 50% del área estudiada.
2	Cualquier número de individuos, con cobertura del 5% al 25% del área estudiada
1	Numerosos, pero cubren menos del 5% del área o dispersos con cobertura superior al 5%
+	Pocos, cobertura pequeña
r	Solitarios, cobertura pequeña

En el tratamiento Avena + Vicia, el último muestreo fue el 9 de agosto ya que el cultivo cubría totalmente la superficie de la parcela y no se podían cuantificar las malezas. En tanto que, el día 16 de agosto, no se realizó la evaluación sobre las parcelas de barbecho químico dado que se aplicaron herbicidas.

Al momento del secado de los cultivos, se procedió a la toma de tres muestras de 0,25 m<sup>2</sup> por cada parcela para estimar la producción de materia seca (MS) de cada especie.

Para la determinación del agua útil del suelo se realizaron mediciones de humedad al momento del secado de los CC (20 de septiembre). Se determinó el contenido de humedad del suelo a través del método gravimétrico a diferentes profundidades del suelo (0-20, 20-30, 30-60, 60-90, 90-120, 120-150 y 150-180 cm). El agua útil final se midió el 5 de septiembre hasta la profundidad de 1,5 m (Tabla 8).

## RESULTADOS

Las especies de malezas identificadas en el ensayo fueron *Gamochaeta spicata*, *Capsella bursa-pastoris*, *Conyza bonariensis*, *Coronopus didymus*, *Bowlesia incana*, *Glicine max*, *Digitaria sanguinalis*, *Parietaria debilis*, *Carduus acanthoides*, *Brassica campestris*, *Commelina erecta*, *Anthemis cotula*, *Lamium amplexicaule*, *Petunia axillaris*, *Stellaria media*.

En la Tabla 2 se presenta el número o cantidad o abundancia promedio de individuos de todas las especies por tratamiento y por fecha de muestreo.

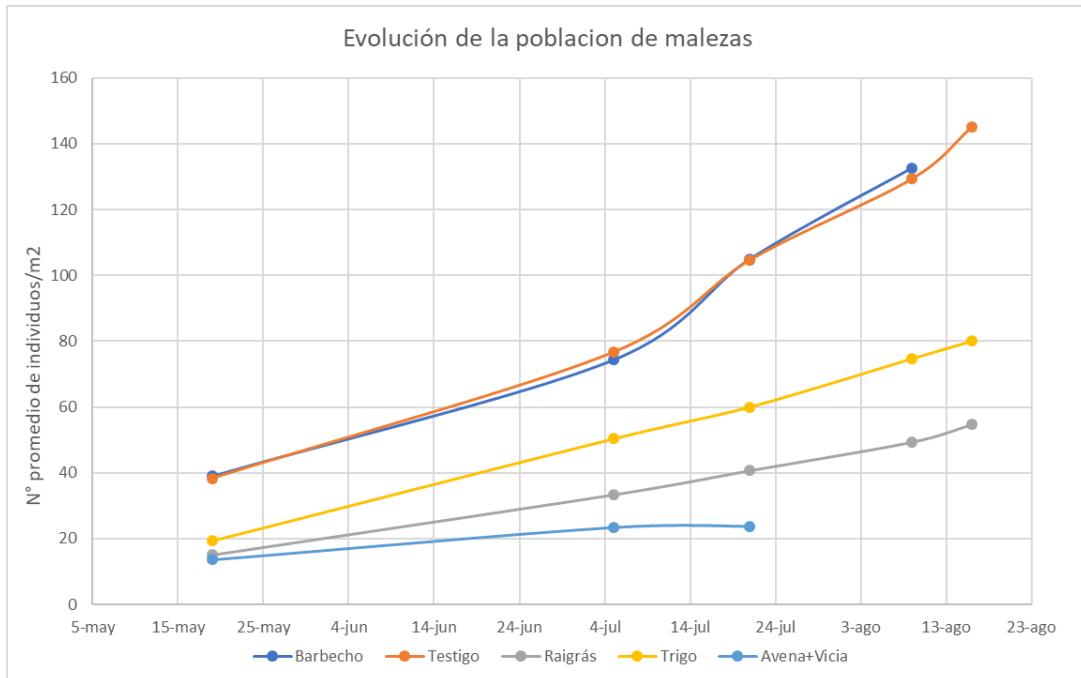
**Tabla 2:.** Número de individuos por m<sup>2</sup> de todas las especies registrados dentro de cada parcela por tratamiento y por fecha de muestreo.

	Barbecho	Testigo	Raigrás	Trigo	Avena + Vicia
19-may	39	38	15	19	14
5-jul	74	77	33	50	23
21-jul	105	105	41	60	24
9-ago	133	129	49	75	**
16-ago	*	145	55	80	**

\* No se contabilizó el número de individuos por la aplicación de herbicida el mismo día.

\*\* No se contabilizó el número de individuos por la cobertura total de la vicia sobre el terreno.

Los tratamientos pertenecientes al barbecho y testigo fueron los que presentaron el mayor número de malezas durante todo el ciclo (Tabla 2, Figura 2). A éstos les siguieron el cultivo de trigo, el de raigrás y, en último lugar, la consociación avena + vicia.



**Figura 2:** Evolución del número promedio de malezas contados por m<sup>2</sup> en cada tratamiento del ensayo.

**Tabla 3:** Abundancia-Cobertura de malezas en la parcela testigo del ensayo

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque I	Bloque II	Bloque III
Testigo	05-sep	05-sep	05-sep	11-oct	11-oct	11-oct
<i>Gamochaeta spicata</i>	3	4	4	4	4	5
<i>Bowlesia incana</i>	3	2		3	2	
<i>Conyza bonariensis</i>	+	+	+	2	1	2
<i>Carduus acanthoides</i>	2			2		
<i>Brassica campestris</i>	r			r		2
<i>Petunia axillaris</i>	1		2	1		+
<i>Sonchus oleraceus</i>	1			1		
<i>Coronopus didymus</i>		+	r		r	
<i>Capsella bursa-pastoris</i>		1				
<i>Cyperus rotundus</i>					r	

**Tabla 4.** Abundancia-Cobertura de malezas en el tratamiento correspondiente a raigrás.

Tratamiento Raigrás	Bloque I 05-sep	Bloque II 05-sep	Bloque III 05-sep	Bloque I 11-oct	Bloque II 11-oct	Bloque III 11-oct
<i>Stellaria media</i>		r	r		r	
<i>Gamochaeta spicata</i>	r	+	1	+	r	1
<i>Bowlesia incana</i>	1		r	r		
<i>Conyza bonariensis</i>	r	r	r	r	r	r
<i>Lamium amplexicaule</i>			r			
<i>Brassica campestris</i>						
<i>Petunia axillaris</i>						r

**Tabla 5.** Abundancia-Cobertura de malezas en el tratamiento correspondiente a avena + vicia.

Tratamiento Avena + Vicia	Bloque I 05-sep	Bloque II 05-sep	Bloque III 05-sep	Bloque I 11-oct	Bloque II 11-oct	Bloque III 11-oct
<i>Gamochaeta spicata</i>	+	1	0	r	r	r
<i>Bowlesia incana</i>		r				
<i>Conyza bonariensis</i>	r					
<i>Carduus acanthoides</i>		r			r	
<i>Brassica campestris</i>						
<i>Stellaria media</i>	r					
<i>Sonchus oleraceus</i>		r				

**Tabla 6.** Abundancia-Cobertura de malezas en el tratamiento correspondiente a trigo.

Tratamiento Trigo	Bloque I 05-sep	Bloque II 05-sep	Bloque III 05-sep	Bloque I 11-oct	Bloque II 11-oct	Bloque III 11-oct
<i>Stellaria media</i>	r			+		
<i>Gamochaeta spicata</i>	1	1	1	1	2	2
<i>Bowlesia incana</i>	r	2	2		1	1
<i>Conyza bonariensis</i>	+			+		
<i>Carduus acanthoides</i>						
<i>Brassica campestris</i>						
<i>Petunia axillaris</i>	r	r	r	+	r	r
<i>Sonchus oleraceus</i>		r	r		r	r
<i>Coronopus didymus</i>		+	+		1	1
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	r					
<i>Cyperus rotundus</i>					r	r

En la Tabla 7 se presentan los valores promedio de cantidad de individuos contabilizados en el último muestreo del 16 de agosto.

**Tabla 7:** Número de malezas por m<sup>2</sup> registrado en los distintos tratamientos.

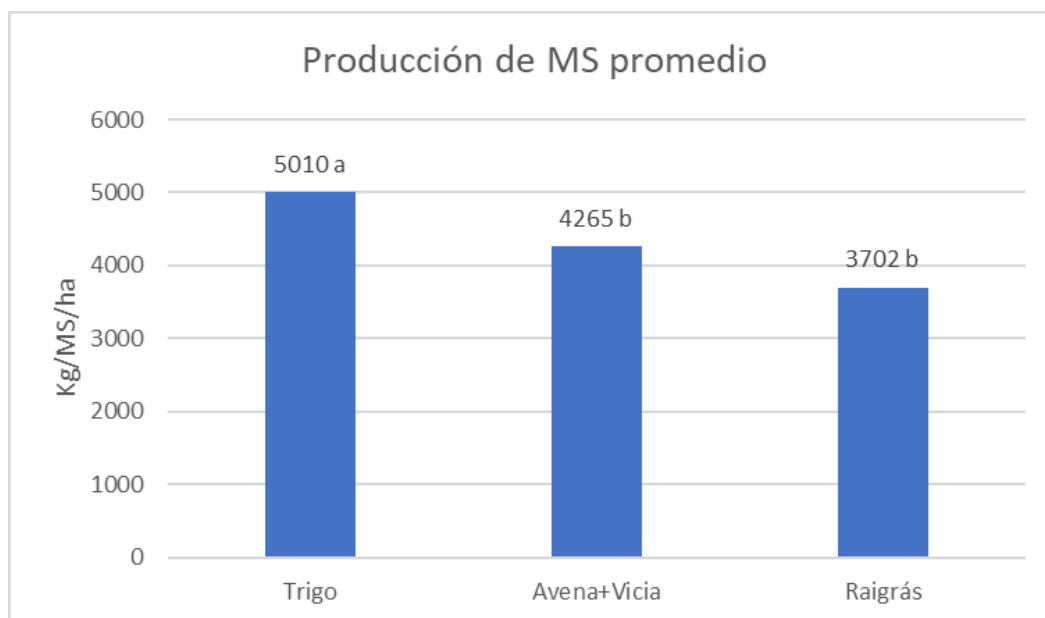
Tratamiento	N° de Malezas/m <sup>2</sup>
Barbecho	133 a
Testigo	145 a
Raigrás	80 b
Trigo	55 c
Avena+Vicia	<20 d

\*Las medias con letras diferentes indican diferencias significativas.

En el testigo (Tabla 3) se observó la mayor cantidad de especies de malezas, y la mayor abundancia, con valores superiores al 75% de cobertura, principalmente debido al predominio de *Gamochaeta spicata*. En orden de abundancia le siguen las parcelas de trigo y raigrás (Tablas 6 y 4) con valores entre 5% y 25% y menores al 5% respectivamente. Mientras que, en el último lugar, se ubica el cultivo de vicia + avena (Tabla 5) en el que se encontraron pocos individuos aislados, con escasa cobertura.

En lo que respecta a la frecuencia relativa de cada especie, se observó con mayor frecuencia en todos los tratamientos, la especie *Gamochaeta spicata*; seguida por *Conyza bonariensis* y *Bowlesia incana*.

En la Figura 3, se observa la producción de materia seca de los CC. La MS del trigo fue superior a los otros CC.



\*Las medias con letras diferentes indican diferencias significativas

**Figura 3.** Producción de materia seca de los cultivos de cobertura evaluados en el ensayo durante la campaña 2017 en la Estación Experimental Agropecuaria Rafaela del INTA, Santa Fe



**Tabla 8:** Agua útil (AU) a distintas profundidades en los distintos tratamientos.

Tratamiento	AU (1,5 m)	AU (1m)	AU(0,8m)
Raigras	270 a	207 ab	141 a
Barbecho	268 ab	209 a	150 a
Trigo	222 ab	156 ab	100 ab
Avena+Vicia	188 b	138 b	84 b

\*Las medias con letras diferentes indican diferencias significativas.

Como se puede observar de la tabla 8, la parcela destinada a barbecho es la cual, en promedio, se encontró la mayor cantidad de agua útil, siguiendo el raigrás, el trigo y en último lugar la consociación de avena y vicia.

## DISCUSIÓN

Se observó que la consociación avena + vicia fue el tratamiento cobertura con mejor control sobre las malezas, posiblemente debido a la estructura de la planta de vicia que va creciendo de forma rastrera y forma una cobertura que queda en contacto directo con el suelo. Este CC fue el que dejó el perfil de suelo con menos agua disponible y aportó una cantidad intermedia de biomasa al sistema. La ventaja de esta consociación es que la vicia estaría aportando el N a través de la fijación biológica, y la avena un rastrojo de más difícil degradación, con lo cual la descomposición sería intermedia en relación a la de un rastrojo de vicia pura (baja C/N) y uno de avena pura (alta C/N).

El cultivo de trigo aportó la mayor cantidad de biomasa (el muestreo se hizo cuando el trigo ya se encontraba espigado), pero esto no estuvo correlacionado con la acción sobre las malezas, dado que fue el CC menos competidor comparado con los otros debido a su porte más erecto, dejando espacios libres entre las líneas de siembra.

El cultivo de raigrás tuvo un aceptable comportamiento en cuanto al control de malezas, con una producción de biomasa significativamente menor, y dejando el perfil del suelo en una buena condición hídrica. En comparación con el trigo, produjo menos biomasa, pero realizó un mejor control de malezas debido a su porte más rastrero, cubriendo mejor la superficie del suelo.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se puede decir que el uso de CC avena + vicia lograría una buena competencia de malezas y favorecería el consumo de agua en un año de alta disponibilidad hídrica. Por el contrario, frente a una situación hídrica con limitaciones, el cultivo de raigrás lograría competir contra las malezas dejando el perfil con una mayor cantidad de agua disponible para el cultivo siguiente.

## CONCLUSIONES

El CC representado por avena + vicia fue el que mejor compitió con las malezas debido a la mejor cobertura del suelo, dejando al perfil del suelo con menor disponibilidad hídrica y un aporte de materia seca intermedio. De esta manera, en un año con buena

disponibilidad hídrica como en el que se realizó el ensayo, avena + vicia resulta la mejor alternativa para el control de malezas y favorece el consumo de agua.

El trigo como CC aportó la mayor cantidad de materia seca, pero esto no estuvo correlacionado con la acción sobre las malezas, posiblemente debido a que por su porte erecto deja espacios libres entre las líneas de siembra, lo que permite el desarrollo de las malezas, generando que este cultivo no sea el mejor competidor.

El raigrás tuvo un aceptable comportamiento en cuanto al control de malezas con una producción de materia seca significativamente menor a los otros dos CC evaluados, pero dejó el perfil del suelo en una condición hídrica similar al testigo, lo que lo llevar a ser una aceptable alternativa en un año de escasez hídrica.

La implementación de un cultivo de cobertura fue beneficiosa, dado que los tres CC evaluados disminuyeron la cantidad de malezas y, además, incrementaron el contenido de materia orgánica generando un beneficio al sistema.

## BIBLIOGRAFÍA

- AAPRESID. 2016. Cómo convertir un cultivo de cobertura en nuestro mejor aliado. En: <http://www.aapresid.org.ar/blog/como-convertir-un-cultivo-de-cobertura-en-nuestro-mejor-aliado/>
- AAPRESID. 2017. Cultivos de cobertura. Bases para su manejo en sistemas de producción. En: <http://aapresid.org.ar/wp-content/uploads/sites/3/2017/09/AAP-Original-Cultivos-de-cobertura.pdf>
- Basanta, M. 2016. Los cultivos de cobertura en los sistemas de producción agropecuaria de la Región Pampeana. INTA – Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Información Técnica de cultivos de trigo y otros cultivos de invierno. Publicación miscelánea n° 131.
- Capurro, J.; Surjack, J.; Andriani, J.; Dickie, M. J.; González, C. 2008. Evaluación de especies de cultivos de cobertura en la secuencia soja – soja. EEA INTA Oliveros, Para Mejorar la Producción N°47, 2009: 69-75
- Caviglia, O.; Andrade, F. 2010. Intensificación sostenible de la agricultura en las pampas argentinas: captura y uso eficiente de los recursos ambientales. Am. J. Plant Sci. Biotechnol 3:1-8.
- FAO, 2007. Recomendaciones para el manejo de malezas. En: <http://www.fao.org/3/a0884s/a0884s.pdf>
- Fisk J., Hesterman O., Shrestha A., Kells, J.J., Harwood R.R., Squire J.M. and C.C. Sheaffe 2001. Weed suppression by annual legume cover crops in no-tillage corn. Agronomy Journal 93:319-325
- Kahl, M.; De Carli, R.; Behr, E. 2016. Dinámica de las malezas de ciclo invernal sobre cultivos de cobertura y en barbecho químico en el centro – oeste de Entre Ríos. Serie de Extensión INTA Paraná Nro. 78:09-16
- Liebman M. and A.S. Davis. 2000. Integration of soil, crop, and weed management in low-externalinput farming systems. Weed Res. 40:27-47
- Mohler, C.L. and J.R. Teasdale. 1993. Response of weed emergence to rate of *Vicia villosa* Roth and *Secale cereale* L. residue. Weed Res. 33:487-499.

- Putman A.R. 1988. Allelopathy: problems and opportunities in weed management. In Altieri, M. y M. Liebman Eds. Weed management in agroecosystems: ecological approaches. CRC Press Inc. Boca Ratón, Florida, p. 77-88
- Teasdale, J.R. 1996. Contribution of cover crops to weed management in sustainable agricultural systems. *Journal of Production Agriculture* 9:475-479.
- Teasdale, J.R.; Brandsaeter, L.O., Calegari, A. and Neto, F.S. 2007. Cover crops and weed management. p. 49-64. In M. K. Upadhyaya and R. E. Blackshaw (eds.). *Nonchemical Weed Management Principles, Concepts and Technology* C.A.B. International: Wallingford, UK.

## COMPLEMENTACIÓN DE HERBICIDAS RESIDUALES Y CULTIVOS DE SERVICIOS PARA EL CONTROL DE *AMARANTHUS HYBRIDUS* EN EL CULTIVO DE SOJA

MARZETTI, M.<sup>1\*</sup>; BOERO, L.<sup>2</sup>; CALCHA, J.<sup>2</sup>; MARTINS, L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Asesor privado; <sup>2</sup>AER INTA Gálvez

\*Autor de contacto: martinmarzetti@hotmail.com

### INTRODUCCIÓN

La problemática actual de las malezas en la región, parece responder a la consolidación de un modelo productivo basado en escasas o nulas rotaciones y en una alta dependencia de un número reducido herbicidas (Vitta et al., 1999). Dentro de las malezas que mayor dificultad de control generan al productor se encuentra *Amaranthus hybridus* (ex *A. quitensis*) vulgarmente denominada “Yuyo colorado”. Esta especie presenta biotipos resistentes a diferentes sitios de acción de herbicidas, siendo el de mayor dispersión el resistente a glifosato e inhibidores de ALS (Aapresid, 2019), por lo que deben planificarse estrategias de control que no dependan de ellos.

Los herbicidas residuales son útiles para malezas como *A. hybridus*, y de naturaleza estratégica como componentes de un programa de manejo racional. El empleo de estos herbicidas permite retardar la evolución de resistencia, reducir el banco de semillas, disminuir la competencia temprana y generar condiciones favorables para lograr una mejor eficacia de los tratamientos de post-emergencia. Esto último está asociado con la menor densidad de la maleza a tratar y la existencia de un periodo (ventana) de aplicación más extendido (Papa y Tuesca, 2016). En zonas como la de estudio, donde hay presencia generalizada de biotipos de *Amaranthus spp.* con resistencia a glifosato, el uso de herbicidas residuales es ampliamente adoptada por los productores. En el cultivo de soja, casi la totalidad de los herbicidas residuales utilizados con acción sobre *Amaranthus spp.* pertenecen al sitio de acción de los inhibidores de la enzima protoporfirinogeno oxidasa (PPO). En este grupo se encuentran el sulfentrazone, y el flumioxazin, de amplio uso. Es entonces necesario incorporar otras alternativas que disminuyan la presión de selección y sean herramientas alternativas en caso de aparecer biotipos resistentes a este sitio de acción, situación que ya ha sucedido en otros países (Weedscience, 2019).

En este contexto, los cultivos de servicio (también denominados cultivos de cobertura) surgen como una herramienta complementaria a los herbicidas. Estos cultivos son incorporados al sistema de producción en ventanas de tiempo donde no se realizan cultivos de renta y brindan servicios al sistema entre los cuales se encuentra el control de malezas.

Los cultivos de servicio representan una práctica con potencial para reducir el uso de herbicidas en post-emergencia de soja, disminuyendo a su vez el impacto sobre el medio ambiente (Baigorria et al., 2016). Pero, al mismo tiempo, la capa de rastrojos que dejan

estos cultivos funciona como una barrera para el ingreso de los herbicidas al suelo, existiendo diferencias de comportamiento entre los mismos, además de poder estar influenciado por el coadyuvante utilizado. (Hang, 2019)

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la eficacia de diferentes tratamientos herbicidas residuales y su complementación con cultivos de servicio para el control de *Amaranthus hybridus* en el cultivo de soja.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó durante la campaña 2018/2019, en un campo de producción ubicado en la localidad de Bernardo de Irigoyen, en el centro-sur de la provincia de Santa Fe con suelo Argiudol típico de la serie Clason. El lote presentó alta presión de malezas en la campaña anterior y tuvo un cultivo de soja como antecesor.

El 6 de junio de 2018, sobre la mitad de la superficie del ensayo se sembró un cultivo de servicio (CCS) de *Avena sativa*, a una densidad de 80kg ha<sup>-1</sup> y un distanciamiento entre surcos de 17,5cm. La misma fue secada químicamente el 24 de octubre con Glifosato (1620g.e.a. ha<sup>-1</sup>) alcanzando una abundante cobertura y producción de materia seca (M.S) que superó los 9000kg M.S. ha<sup>-1</sup>.

La otra mitad de la superficie se mantuvo con escasa presencia de malezas por medio de sucesivas aplicaciones de herbicidas (SCS), sin utilizar activos que pudieran tener efecto residual sobre *Amaranthus hybridus* para evitar generar posibles diferencias de germinación con el sector con cultivo de servicio, por causa de los herbicidas.

El 25 de noviembre de 2018 se aplicó sobre toda la parcela paraquat bicloruro (690 g.i.a. ha<sup>-1</sup>), 2,4-D (386 g.i.a. ha<sup>-1</sup>) y coadyuvante (200cc de una mezcla comercial de 70% aceite metilado de soja y 30% silicona) para eliminar las plantas nacidas.

Con el objetivo de bajar la presión de selección de resistencia, los tratamientos herbicidas (Tabla 1) consistieron en mezclas de dos ingredientes activos que actúan en diferentes sitios. Los tratamientos 1 y 2 consistieron en mezclas que no contenían herbicidas PPO.

**Tabla 1:** Sitios de acción, principios activos, concentración y dosis de producto formulado de cada tratamiento herbicida.

Tratamiento	Sitio de acción herbicida	Principios activos	Concentración (%)	Dosis p.f. (gr o ml ha <sup>-1</sup> )
1	PDS IAGCL	Diflufenican +Metolaclor	50	250
			96	1500
2	FII IAGCL	Metribuzin +Metolaclor	48	800
			96	1600
3	PPO IAGCL	Flumioxazin +Pyroxasulfone	15	500
			34,5	
4	PPO IAGCL	Sulfentrazone +S-Metolaclor	10	2500
			60	

Referencias: p.f: producto formulado; PDS: inhibidores de la biosíntesis de pigmentos carotenoides a nivel de la enzima fitoenodesaturasa; IAGCL: inhibidores de ácidos grasos de cadenas largas o de división celular; FII: inhibidores de la fotosíntesis en el fotosistema II; PPO: inhibidores de protoporfirinogeno oxidasa

Los tratamientos se aplicaron el 3 de diciembre. Sobre el sitio del experimento no se sembró posteriormente ningún cultivo. A los siete días después de la aplicación (dda) llovieron 3 mm y dos días después, 50 mm. Luego, hasta la primera observación (23 dda) llovieron 17 mm más. Entre la primera y la segunda observación (44 dda) llovieron 205mm y entre ésta y la tercera (57 dda), 9 mm, es decir que a la última observación cayeron 284 mm (Tabla 2).

**Tabla 2:** Precipitaciones caídas (mm) entre la aplicación (A) y las diferentes fechas de observación (O)

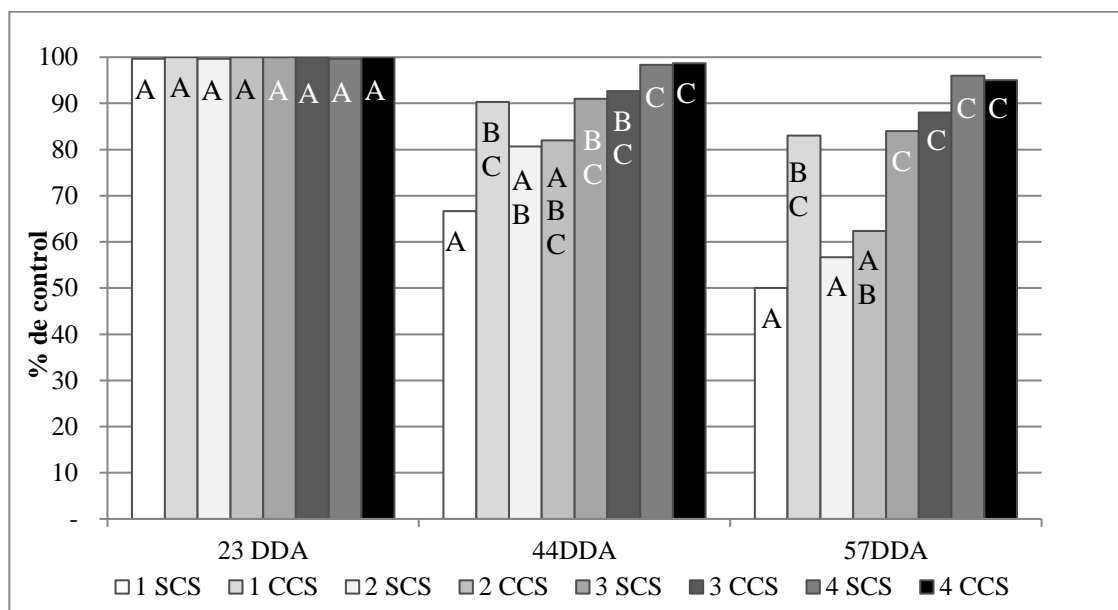
Días	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Dic.		A									3		50				14			3						O	90			24	
Ene.						13		4					42		32	O		3					6							O	

La aplicación se realizó con una mochila de presión constante por fuente de CO<sub>2</sub>, dotada de 4 boquillas con pastillas abanico plano 110-015 a 50 cm de separación, que erogaba un caudal de 110 litros ha<sup>-1</sup> a una presión de 2 bares y a una velocidad de 6 km h<sup>-1</sup>. Al momento de aplicación, las condiciones ambientales fueron las siguientes: 25,7°C de temperatura, 69% de humedad y 8,5 km h<sup>-1</sup> de velocidad de viento.

El diseño del experimento fue en bloques completos aleatorizados con 3 repeticiones, con parcelas de 2 m de ancho por 10 m de longitud, con un testigo apareado sin tratar de 1 m por parcela. El grado de control se determinó visualmente, calculando un porcentaje respecto al testigo apareado considerado de control nulo a los 23, 44 y 57 días luego de la aplicación. La variable se sometió al análisis de la variancia (ANOVA) y comparación por test de Tukey al 5% de significancia, utilizando el paquete estadístico Infostat (Di Rienzo et al., 2018).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los 23 dda todos los tratamientos, alcanzaron el 100% de control (Figura 1). A los 44 dda se comenzaron a ver diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. Los tratamientos 1 y 2, sin cultivo de servicio, se diferenciaron del resto por su menor control de la maleza, a su vez, el tratamiento 2 con cultivo de servicio, tampoco se diferenció de estos dos. A los 57 dda, los mejores tratamientos fueron el 3 y 4, con y sin cultivo de servicio y el 1 con cultivo de servicio. Nuevamente, los de menor control fueron los tratamientos 1 sin cultivo de servicio y 2, en ambas variantes.



**Figura 1.** Control de *Amaranthus hybridus* obtenido por cada tratamiento a los 23, 44 y 57 días después de la aplicación. Tratamientos con igual letra para una misma fecha no difieren entre sí según el Test de Tukey a un nivel de  $P=0,05$

Al analizar los tratamientos que solo tuvieron herbicidas se observa un control superior de los tratamientos 4 y 3 a los 44 y 57 dda, siendo éstos los que poseen activos PPO en sus mezclas. Papa y Tuesca (2016) observaron menor control de *A. palmeri* con mezclas que no incluían PPO, respecto a las que los tenían. Al sumar el efecto del cultivo de servicio, el tratamiento 1 alcanzó también un control satisfactorio (83% a los 57 dda), no así el 2. Esto es importante porque suma una alternativa no-PPO con los beneficios que esto implica.

Si se analiza la influencia del cultivo de servicio para cada tratamiento en particular, solo se observan diferencias estadísticamente significativas en el tratamiento 1, siendo mayor su eficacia cuando fue acompañado de un cultivo de servicio, situación que se ve a los 44 dda (90 vs 67% control) y se incrementa aún más a los 57 dda (83 vs 50% control). Los demás tratamientos, si bien no mostraron diferencias significativas, mostraron que la complementación con cultivos de servicio nunca disminuyó su desempeño. Esto es importante, dado que en ocasiones se teme que los herbicidas disminuyan su eficacia al ser aplicados sobre la cobertura seca del cultivo de servicio, cosa que no sucedió en este ensayo. La precipitación de 50 mm a los 10 días de la aplicación pudo haber influenciado para que los herbicidas se incorporen correctamente en los primeros centímetros del suelo y no queden retenidos sobre la cobertura.

## CONCLUSIÓN

Para las condiciones en las que se desarrolló el ensayo, los tratamientos que consistieron en mezclas de herbicidas PPO (Flumioxazin y Sulfentrazone) con inhibidores

de ácidos grasos de cadena larga (S-Metolaclor y Pyroxazulfone) lograron los mayores niveles de control de *Amaranthus hybridus*.

Al complementarse con el cultivo de servicio de avena, la mezcla de un inhibidor de carotenoide (Diflufenican) con un inhibidor de ácidos grasos de cadena larga (Metolaclor) logró un control satisfactorio y podría considerarse una alternativa no-PPO para el control de *Amaranthus hybridus*.

La complementación de un cultivo de servicio con los tratamientos químicos tuvo un efecto positivo en uno de ellos y neutro en los demás, lo que indicaría que no hubo interferencia por parte de la cobertura seca de la avena para el correcto funcionamiento de los herbicidas residuales en el suelo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aapresid, 2019. Mapas de malezas. [en línea] <[http://www.aapresid.org.ar/rem-malezas/#tipo\\_mapa=abundancia\\_maleza&maleza%5B%5D=amaranthus-sp-rg](http://www.aapresid.org.ar/rem-malezas/#tipo_mapa=abundancia_maleza&maleza%5B%5D=amaranthus-sp-rg)> [consulta: 1 de abril de 2019]
- Baigorria, T.; Alvarez, C.; Cazorla C.; Belluccini P.; Aimetta, B.; Pegoraro, V.; Boccolini, M.; Conde B.; Faggioli, V.; Ortiz, J. y Tuesca, D. 2016. Cultivos de cobertura: una estrategia sustentable al manejo de malezas en sistemas de siembra directa. En Actas Congreso Aapresid Resiliar - 10 al 12 de agosto de 2016, Rosario.
- Hang, S. 2019. Factores edafoclimáticos y químicos involucrados en la persistencia de los herbicidas en el suelo. En Actas Congreso AapresidSustentología.
- Di Rienzo J.A.; Casanoves F.; Balzarini M.G.; Gonzalez L.; Tablada M. y Robledo C.W. InfoStat versión 2018. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Papa, J .C. y Tuesca. D. 2016. Manejo de *Amaranthus palmeri* S. Watson con herbicidas residuales selectivos para el cultivo de soja. Para mejorar la producción 54. INTA EAA Oliveros, p. 155-158
- Vitta, J.; Faccini, D.; Nisensohn, L.; Puricelli, E.; Tuesca, D. y Leguizamón E. 1999. Las malezas en la región sojera núcleo argentina: Situación actual y perspectivas. Cátedra de Malezas-Facultad de Ciencias Agrarias, U.N.R. Editada por Dow AgroSciences Argentina, S.A. 47 p.
- Weedscience, 2019. International survey of herbicide resistant weeds.[en línea] <<http://www.weedscience.org/Summary/MOA.aspx>. 30/3/19> [consulta: 1 de abril de 2019]



## **NIVEL FREÁTICO EN EL DEPARTAMENTO SAN JERÓNIMO (SANTA FE-ARGENTINA).**

MARTINS, L.<sup>1\*</sup>; CALCHA, J.<sup>1</sup>; BOERO, L.<sup>1</sup>; YACONANGELO, L.<sup>2</sup>;  
CHIAVASSA, A.<sup>3</sup>; TOSOLINI, R.<sup>3</sup>

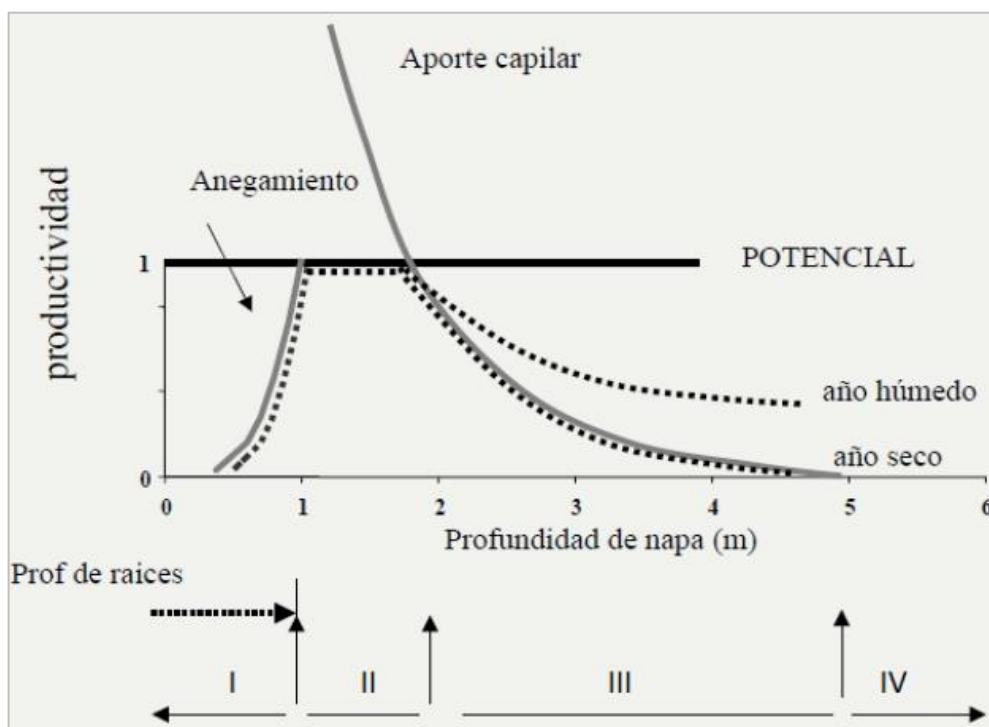
---

<sup>1</sup>AER INTA Gálvez, <sup>2</sup>FICH-UNL, <sup>3</sup>EEA INTA Rafaela  
\*Autor de contacto: [martins.luciano@inta.gob.ar](mailto:martins.luciano@inta.gob.ar)

### **INTRODUCCIÓN**

Uno de los eventos relevantes que evidencia problemas en los últimos años, tanto en el departamento San Jerónimo como en gran parte del territorio pampeano, es el ascenso del nivel freático (Martins et al, 2018).

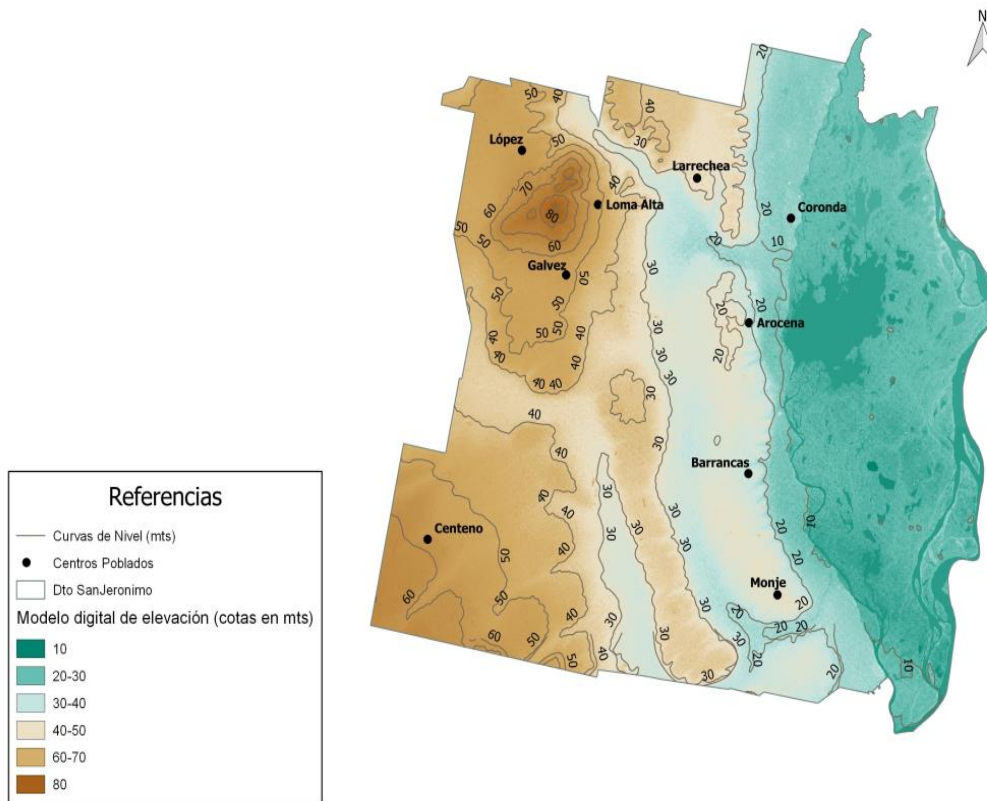
La profundidad del nivel freático es una de las variables que influye en la producción de los cultivos. En la Figura 1 se representa la respuesta del rendimiento de los cultivos a la profundidad del nivel freático. Según Jobbágy et al (2007), en el estado I, predominan los efectos negativos relacionados con el anegamiento y la anoxia del sistema radical. En el estado II, los niveles permiten un buen abastecimiento de agua freática al cultivo, limitado solo por la demanda propia del cultivo (sería equivalente a un riego subsuperficial). En este estado, el cultivo explora la zona de ascenso capilar ubicada por encima del nivel freático, obteniendo aportes de agua ilimitados sin experimentar anoxia. En el estado III, los aportes de agua freática comienzan a disminuir con la profundidad, al distanciarse el perfil explorado por las raíces del cultivo respecto a la zona de ascenso capilar. Finalmente, se alcanza el estado IV en el que no hay efectos de la napa.



**Figura 1.** Respuesta del rendimiento de los cultivos a la profundidad del nivel freático. Los rendimientos se expresan como valores relativos al potencial que puede obtenerse cuando no hay limitaciones hídricas (Jobbágy et al, 2007).

La profundidad que define cada uno de los estados depende del tipo de suelo (textura) y el tipo de cultivo (profundidad explorada por las raíces). Nosetto, et al (2009), cuantificó, para suelos de textura más gruesa que los del centro santafesino, los rangos de profundidad óptimas para trigo, maíz y soja. Para maximizar los rendimientos, el rango es menor para el trigo (0,70 a 1,65 m) que para los cultivos de verano, que en términos generales se encuentra entre 1,20 y 2,50 m, ya que desde allí la franja capilar puede ser alcanzada por las raíces.

El conocimiento de la topografía del lugar permite comprender el impacto que generan los excesos hídricos en determinados sectores. Es así que, para el departamento San Jerónimo, hay sectores elevados y con pendiente (entre las localidades de Gálvez, Loma Alta y López), con valores cercanos a los 80 msnm, otros sectores (en el extremo suroeste del departamento), con valores cercanos a los 60 msnm y sectores con escasa pendiente, en donde se establecen amplias planicies. En la Figura 2 se presentan las curvas de nivel, algunos centros poblados y un modelo digital de elevación del departamento San Jerónimo (Martins et al, 2018).



**Figura 2.** Curvas de nivel, algunos centros poblados y modelo digital de elevación del Departamento San Jerónimo. Fuente: Martins et al, 2018.

Los excedentes hídricos pueden generar el ascenso de los niveles freáticos, provocando anegamientos totales o parciales en lotes y caminos rurales e impactando sobre los cultivos y el tránsito. La estimación del nivel freático otorga información relevante para las distintas actividades productivas del departamento, ya que permite pronosticar los impactos positivos o negativos sobre cada lote y su productividad.

De acuerdo a esto, el objetivo de este trabajo es presentar el comportamiento del nivel freático, en base a las mediciones realizadas en 2018 y 2019, para el departamento San Jerónimo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se establecieron 42 puntos de monitoreo distribuidos en todo el departamento San Jerónimo. Los mismos se ubicaron en molinos en desuso, aljibes, pozos y freáticos. La utilización de estos puntos de monitoreo obedeció a la inmediatez de obtener datos, reconociendo la incertidumbre que puede generar algunos de ellos. La medición del nivel freático se realizó mediante sonda graduada o soga graduada. Se excluyeron los puntos de monitoreo en suelos de aptitud ganadera como también en el área de influencia de arroyos, canales, cañadas y en el complejo isleño, en los cuales la napa freática es una limitante de tipo permanente o bien porque no hay cultivos agrícolas que sean afectados.

Se realizaron nueve mediciones del nivel freático en cada punto de monitoreo, desde diciembre de 2016 hasta febrero de 2019, teniendo en cuenta las precipitaciones extremas ocurridas y los tiempos productivos relacionados con la siembra y cosecha de los distintos cultivos extensivos.

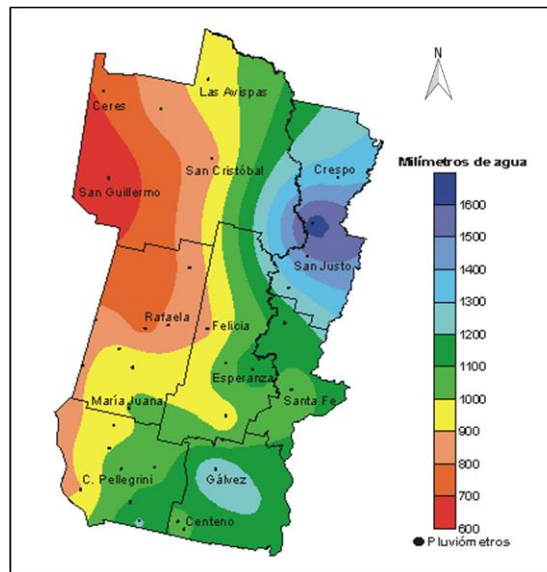
Se determinaron las precipitaciones mensuales y total anual para 2018/19 de las localidades (Gálvez, Bernardo de Irigoyen y Centeno), que están más cercanas a los sectores más afectados por el ascenso del nivel freático. Además, se presentan las imágenes satelitales (Sentinel 2), de los sectores mencionados anteriormente.

En este trabajo se presentan las últimas cuatro mediciones del nivel freático (febrero, mayo y diciembre de 2018 y febrero de 2019). Se estimó y graficó el nivel freático sobre el mapa del departamento San Jerónimo. Por la escala de trabajo es posible que dentro de cada categoría existan sectores que puedan hallarse en mejor o peor situación que la reflejada en el mapa, haciendo especial hincapié en las categorías de 0 a 0,50 m y 0,50 a 1 m. Se destaca que los mapas reflejan la profundidad del nivel freático independientemente de la posición topográfica, o sea que son valores que no están corregidos en función de la altura sobre el nivel del mar que tiene dicho punto de observación. Considerando la comparación de la topografía del departamento con los gráficos obtenidos del nivel freático, se buscó conocer en forma aproximada las áreas más influenciadas y perjudicadas por este evento.

El objetivo de presentar la información de esta manera, es para que los potenciales usuarios puedan tener una idea general de los distintos escenarios que se plantean a nivel departamental acorde con la profundidad del nivel freático presente en cada sector.

## **RESULTADOS**

El agua de lluvia es el principal aporte de recarga del acuífero libre, por lo tanto las fluctuaciones en el nivel freático dependen fundamentalmente del volumen de agua de lluvia que se infiltra y que migra a la zona de saturación. Para el área de influencia de la EEA Rafaela del INTA, las precipitaciones acumuladas en el año 2018 (Figura 3) demostraron excesos hídricos en el departamento San Justo, superando los 1600 milímetros de lluvia cuando en esta zona la media es de 1098 milímetros. También en algunas zonas del departamento San Jerónimo las lluvias anuales fueron superiores a lo normal, con valores por encima de los 1300 milímetros (Tabla 1). En los otros departamentos hubo situaciones normales entre 1000 y 1100 mm y por debajo de la media en el departamento Castellanos y San Cristóbal (EEA INTA Rafaela, 2019).

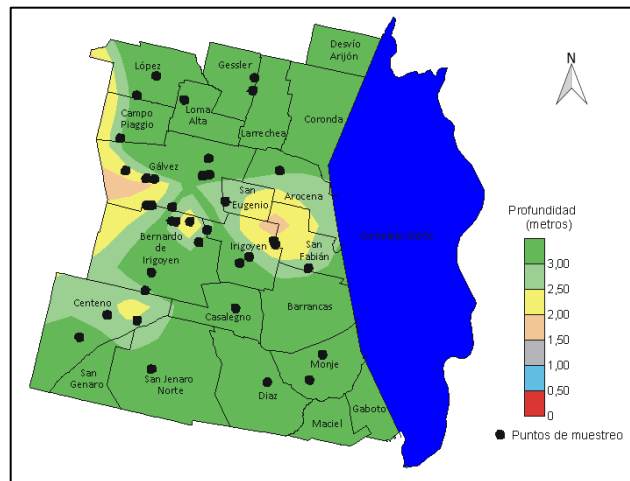


**Figura 3.** Precipitaciones acumuladas de 2018 para el área de influencia de la EEA INTA Rafaela. Fuente: EEA INTA Rafaela, 2019.

**Tabla 1.** Precipitación mensual y total anual en 2018 para las localidades de Gálvez, Bernardo de Irigoyen y Centeno. Departamento San Jerónimo (Santa Fe).

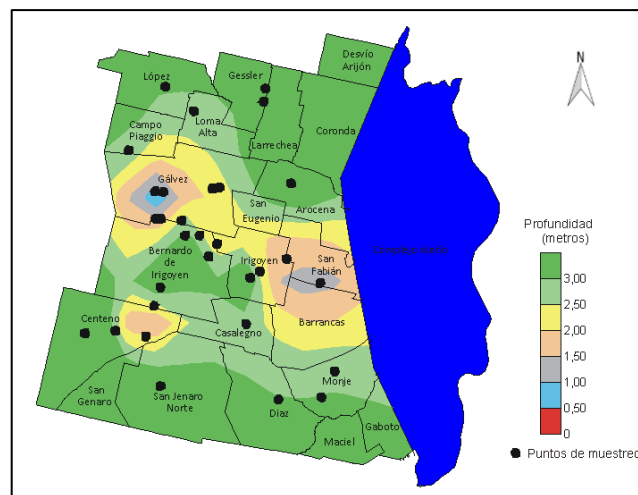
Localidades/ meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total anual
<b>Gálvez</b>	90	10	12	249	67	11	15	20	27	92	448	166	<b>1307</b>
<b>Bernardo de Irigoyen</b>	58	33	8	183	229	8	14	26	22	82	488	184	<b>1335</b>
<b>Centeno</b>	59	13	11	175	152	9	10	18	19	70	321	192	<b>1049</b>

En la temporada de verano 2017/18 las precipitaciones fueron escasas en el departamento como en gran parte del territorio pampeano y por lo tanto el balance de agua en los suelos y los niveles freáticos descendieron (Martins et al, 2018). Para el 21 de febrero de 2018 (37 puntos de medición), en el centro del departamento se estimaron valores del nivel freático por debajo de 1,50 m de profundidad (Figura 4). De acuerdo a Cisneros et al (2014), esta es una situación con profundidad ideal de napa (entre 1,50 y 2,50 m), ya que se dan las mayores posibilidades de aporte hídrico de la napa al cultivo y el riesgo de anegamiento es bajo. Testimonio de esto, fueron los rendimientos logrados por los cultivos de verano en lotes productivos ubicados en estos sectores, considerando la deficiencia de lluvias por la que habían atravesado.



**Figura 4.** Nivel freático estimado en el departamento San Jerónimo, en el centro de la provincia de Santa Fe al 21 de febrero de 2018. Puntos negros: puntos de medición.

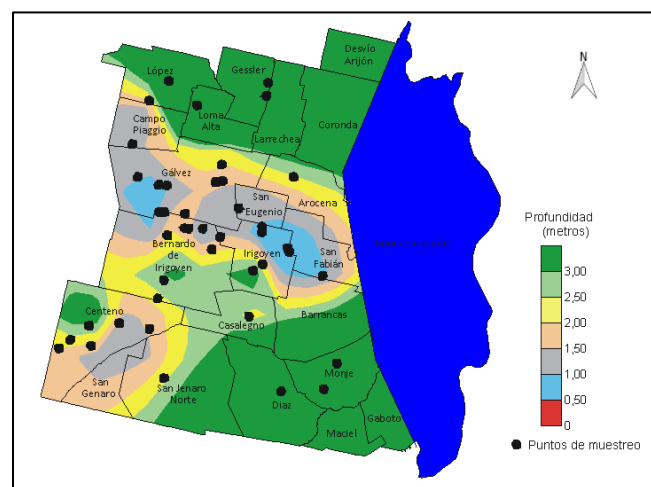
Entre los meses de abril y mayo ocurrieron precipitaciones superiores a los 300 mm, con lo cual los suelos pudieron recargar su perfil hídrico y los niveles freáticos alcanzaron valores de 0,50 m en el distrito Gálvez y de 1 m en los distritos Barrancas y San Fabián (medición en 36 puntos realizada el 24 de mayo de 2018) (Figura 5). Se observan dos sectores con moderado riesgo de anegamiento donde la napa se encuentra por encima de 1,50 m (Cisneros et al, 2014). En este caso, al no haberse dado un invierno lluvioso y húmedo, no hubo suelos saturados y por lo tanto los mismos estuvieron firmes para la siembra de los cultivos de invierno.



**Figura 5.** Nivel freático estimado en el departamento San Jerónimo, en el centro de la provincia de Santa Fe al 24 de mayo de 2018. Puntos negros: puntos de medición.

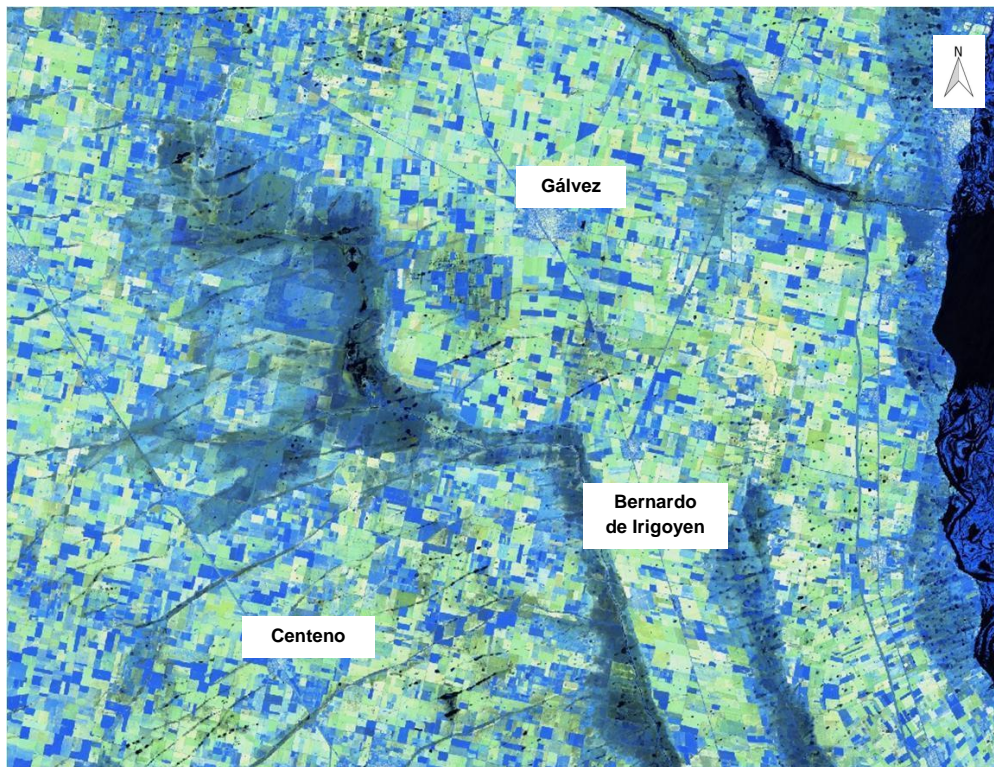
Durante el mes de octubre comenzaron las lluvias primaverales y en noviembre (Tabla 1), principalmente en la primera quincena, las precipitaciones fueron excesivas y

por lo tanto se generaron complicaciones en la cosecha de trigo y en la siembra de los cultivos de verano. En diciembre continuaron las lluvias, por lo que se tomó la decisión de realizar un tercer monitoreo del nivel freático. Los resultados muestran tres zonas principales (Figura 6) en donde el nivel freático se encontraba a 1,50 m de profundidad. Asimismo, hay dos zonas focalizadas al oeste del distrito Gálvez y en la intersección de los distritos San Eugenio, Pueblo Irigoyen y San Fabián, en donde el nivel freático se encontraba a 0,50 m de profundidad. Según Cisneros et al. (2014), estos son ambientes donde los suelos pierden su capacidad soporte. Esto se observó en muchos lotes del departamento, con el atascamiento de maquinarias, el huellado al realizar las distintas labores y por la imposibilidad de realizar la siembra de los cultivos de verano.



**Figura 6.** Nivel freático estimado en el departamento San Jerónimo, en el centro de la provincia de Santa Fe al 26 de diciembre de 2018. Puntos negros: puntos de medición.

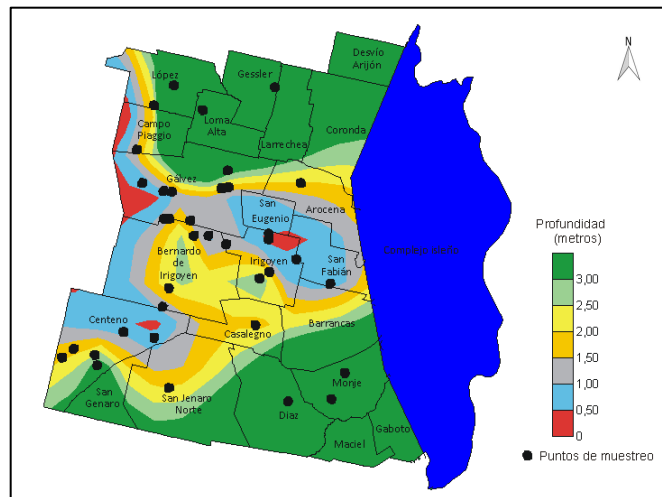
En los tres monitoreos realizados en 2018, los distritos del norte y sur del departamento presentaron valores del nivel freático por debajo de los 3 m de profundidad y con valores máximos de 21 m en el distrito Loma Alta (Datos históricos estimativos para el punto de monitoreo en el distrito Loma Alta: 37 m en el año 1970, 30 m en el año 2010, 22 m en diciembre de 2016. Comunicación personal: productor Alfredo Mindel). En este tipo de ambientes hay independencia de la napa (debajo de los 2,50 m), por lo cual, el riesgo de anegamiento es casi nulo, el aporte hídrico al cultivo depende exclusivamente de las precipitaciones y del agua acumulada en el perfil (Cisneros et al, 2014). Asimismo, al realizar el monitoreo de diciembre de 2018, en estos sectores del departamento se observó la saturación del perfil del suelo y la presencia de micro depresiones con agua en superficie. En la siguiente imagen satelital del 26 de diciembre de 2018 (Figura 7), se puede observar los sectores de acumulación de agua en superficie Tonos más oscuros corresponden a zonas con presencia de agua en superficie).



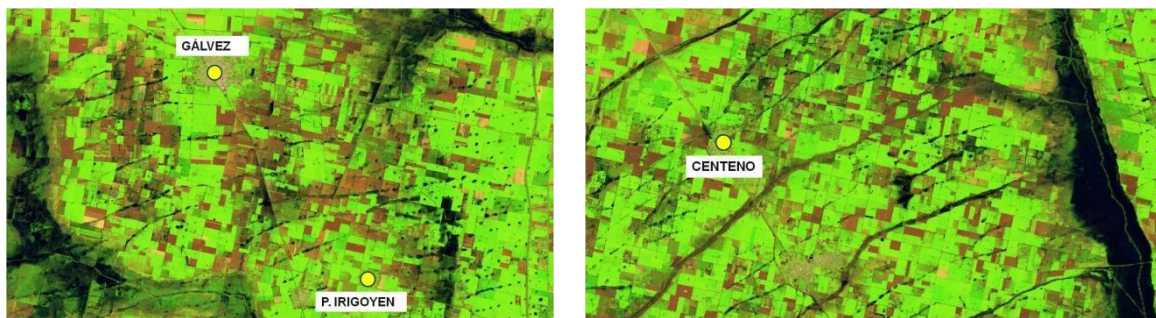
**Figura 7.** Imagen satelital (Sentinel 2: Bandas 12-11-8A) del departamento San Jerónimo, en el centro de la provincia de Santa Fe al 26 de diciembre de 2018. Referencias: colores oscuros corresponden a excesos de humedad en superficie.

Las precipitaciones totales ocurridas entre enero y primera quincena de marzo de 2019, fueron aproximadamente de 530 mm para Gálvez y de 400 mm para Bernardo de Irigoyen y Centeno. En comparación con el anterior monitoreo (diciembre de 2018), se mantuvieron los sectores con cercanías del nivel freático a la superficie, donde los distritos del centro son los más perjudicados: Gálvez, Campo Piaggio, San Eugenio, San Fabián, norte de Pueblo Irigoyen y en menor medida se observan sectores de los distritos del sur como son Centeno y San Genaro. El resto del departamento presenta valores de niveles freáticos de más de 3 metros de profundidad (Figuras 8 y 9).





**Figura 8.** Nivel freático estimado en el departamento San Jerónimo, en el centro de la provincia de Santa Fe al 27 de febrero de 2019. Puntos negros: puntos de medición.



**Figura 9.** Imágenes satelitales (Sentinel 2: Bandas 12-11-8A) del departamento San Jerónimo, en el centro de la provincia de Santa Fe al 26 de febrero de 2019. Referencias: colores oscuros corresponden a excesos de humedad en superficie.

## CONSIDERACIONES FINALES

En el año 2018, hubo un desfase de las precipitaciones tanto otoñales (abril/mayo), como de las primaverales (noviembre/diciembre) respecto al 2017. Realizando una comparación interanual, se pudo observar una similitud del nivel freático estimado en el departamento San Jerónimo de diciembre 2018 con respecto a lo presenciado en los monitoreos de agosto y noviembre de 2017 (Martins et al, 2018).

Para diciembre de 2018 y febrero de 2019, el departamento San Jerónimo presentó problemas por la cercanía del nivel freático en sectores que habitualmente tienen cierta recurrencia de dicho fenómeno, con profundidades que van desde los 0,50 m hasta 1,50 m. Durante el primer trimestre de 2019 se observaron bajos naturales saturados, presencia de agua superficial en éstos como en lotes de producción y en caminos rurales principales, pérdida de cultivos, imposibilidad para llegar a los lotes con la finalidad de cosecharlos y

sacar la producción. Esta situación no se había observado en ninguno de los monitoreos realizados en los 26 meses anteriores

Se recomienda monitorear el nivel freático en cada establecimiento agropecuario a los fines de generar un pronóstico productivo y poder tomar algunas posibles medidas preventivas sobre cada actividad y/o agroecosistema.

## **AGRADECIMIENTOS**

A todos los productores que nos otorgan los datos y que nos permiten realizar la medición en sus establecimientos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- 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>
- EEA Rafaela (INTA). 2019. Informe de situación productiva del área de influencia del INTA EEA Rafaela - Diciembre 2018. Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/listado-informes-informacion-productiva-del-area-de-influencia-inta-rafaela>
- Jobbágy, E. G.; Aragón R. y Nosetto, M. D. 2007. Los cultivos y la napa freática en la llanura pampeana. Agromercado. Número 268. Pp. 810.
- Martins, L.; Calcha, J.; Boero, L.; Yaconangelo, L.; Chiavassa, A.; Tosolini, R. 2018. Comportamiento del nivel freático en el departamento San Jerónimo (Santa Fe-Argentina). Pp. 169. Disponible en: <http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/inta-rafaela-cultivos-de-verano-18-19-v3.pdf>.
- Nosetto, M.D.; E.G. Jobbágy, R.B. Jackson, G.A. Sznajder. 2009. Reciprocal influence of crops and shallow ground water in sandy landscapes of the Inland Pampas. Field Crops Research 113. Pp. 138-148.
- Sentinel. Imágenes satelitales del departamento San Jerónimo, Santa Fe, Argentina. Disponible en: <https://www.sentinel-hub.com>