

# Información técnica de cultivos de invierno

## Campaña 2017

Estación Experimental Agropecuaria Rafaela



**INTA** | Ediciones

Colección  
**DIVULGACIÓN**



# **Información Técnica de trigo y otros cultivos de invierno**

## **Campaña 2017**

**Publicación Miscelánea N° 133**

INTA  
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria  
Centro Regional Santa Fe  
**Estación Experimental Agropecuaria Rafaela**  
*Área de Investigación en Producción Vegetal.*  
Mayo de 2017

## INDICE

Nº Página

<b>Simulación de la evolución del nivel freático en el centro de la provincia de Santa Fe.</b> <i>Villar, Jorge.</i>	1
<b>Evaluación de cultivares de trigo 2016 y recomendaciones para la próxima campaña.</b> <i>Rosetti, Lucía y Villar, Jorge.</i>	9
<b>Evaluación de cultivares de trigo, campaña 2016, San Fabián, Departamento San Jerónimo (Santa Fe-Argentina).</b> <i>Martins, Luciano, Calcha José, Lieber Benjamin, Tornotti, Leonel; Pérez, Diego; Castellarín, J; Andreani, José, Sanmarti, N y Gianinetto, G.</i>	22
<b>Evaluación del comportamiento de cultivares de trigo pan en San Justo, Santa Fe. Campaña 2016/2017.</b> <i>Cencig, Gabriela; Angeloni, Lisandro; Daccaro, B; Varisco, Iván y Enría, M.</i>	30
<b>Evaluación del control de <i>Listronotus Bonaerensis</i> (Coleoptera: curculionidae) con insecticidas en el cultivo de trigo.</b> <i>Trossero, Marcia; Frana, Jorge y Massoni, Federico.</i>	35
<b>Efecto del genotipo y de la nutrición nitrogenada sobre el rendimiento y la calidad del grano de trigo.</b> <i>Orcellet, Juan Manuel y Rosetti, Lucía.</i>	44
<b>Fertilización foliar nitrogenada en estadios avanzados del cultivo de trigo: efectos sobre el rendimiento y contenido de proteína.</b> <i>Orcellet, Juan Manuel; Pérez, Diego; Reussi Calvo, Nahuel y Sainz Rozas, Hernán.</i>	53
<b>¿Podemos diagnosticar nitrógeno durante el ciclo del trigo en el Norte de la región pampeana?</b> <i>Orcellet, Juan Manuel; Perez, Diego; Reussi Calvo, Nahuel; Sainz Rozas, Hernán; Tornotti, Leonel y Calcha, José.</i>	63
<b>Evaluación de cultivares de cebada cervecera 2016</b> <i>Rosetti, Lucía y Villar, Jorge.</i>	71
<b>Evaluación de cultivares de arveja, campaña 2016, San Fabián, Departamento San Jerónimo (Santa Fe, Argentina).</b> <i>Martins, Luciano; Calcha, José; Prieto, G; Lieber, Benjamín; Andriani, J y Sanmarti, N.</i>	75

<b>Evaluación de cultivares de colza en la EEA Rafaela del INTA. Campaña 2016.</b>	83
<i>Rosetti, Lucía y Villar, Jorge..</i>	
<b>Red Nacional de evaluación de cultivares de colza. Campaña 2016</b>	90
<i>Iriarte. Liliana y López, Zulma</i>	
<b>Evaluación de cultivos de cobertura en la unidad demostrativa agrícola de Bernardo de Irigoyen. Campaña 2016. Departamento San Jerónimo (Santa Fe, Argentina).</b>	106
<i>Martins, Luciano; Calcha, José, Basanta, María; Dipego, J; Hotián, J. L; Andriani, J y Sanmarti, N</i>	

## **SIMULACIÓN DE LA EVOLUCIÓN DEL NIVEL FREÁTICO EN EL CENTRO DE LA PROVINCIA DE SANTA FE**

VILLAR, JORGE L.

*Profesional de INTA EEA Rafaela*

### **INTRODUCCIÓN**

El problema del ascenso generalizado de la napa freática por lluvias abundantes, asociadas a anegamientos parciales o totales, se están transformando en un problema recurrente en el centro de la provincia de Santa Fe (CR Santa Fe, 2003; RIAP, 2007; Sapino, 2014).

El nivel freático (NF), definido como la superficie que limita las zonas de aireación y de saturación del suelo (Varela, 2014) o techo de la zona saturada (Jobbágy et al, 2007), se destaca por su movilidad en el tiempo, tanto ascendente como descendente. En ambientes de relieve muy plano y redes de escurrimiento superficial pobres, como ocurre en el centro santafesino, la fluctuación depende fundamentalmente del agua de lluvia que se infiltra y migra a la zona de saturación (Varela, 2014).

Los ascensos del NF son perjudiciales cuando se acercan a la superficie causando anegamiento, con la consecuente anoxia de los cultivos y problemas operativos por falta de piso de los sistemas agropecuarios. Sin embargo, la napa freática puede constituirse en un factor de incremento de la productividad cuando las raíces acceden a la oferta hídrica en la franja capilar (Jobbágy y Nosetto, 2009), lo que dependerá del cultivo y de su etapa de crecimiento y de las características del suelo.

Por lo indicado, así como los pronósticos son utilizados para definir probables escenarios productivos para tomar decisiones de manejo, el conocimiento del nivel freático y su probable evolución son un complemento de relevancia para una mejor descripción de los mismos, ya sea para mitigar sus efectos negativos o aprovechar las oportunidades que brindan.

Sobre la base de que los excedentes del agua de lluvia precipitada definirían las oscilaciones de la napa freática en el centro santafesino y la existencia de antecedentes en el uso del balance hídrico (BH) como herramienta de análisis y predicción de su dinámica (Degioanni et al, 2006), este trabajo se planteó el objetivo de desarrollar un modelo empírico que utilice esos criterios con la finalidad de estimar la probable evolución del nivel freático en la región.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El análisis del comportamiento de las napas se realiza sobre la base de los datos medidos en la EEA Rafaela del INTA. La serie utilizada registra información desde Noviembre de 1969.

Las oscilaciones anuales se analizaron sobre la base de un BH simplificado. El mismo es el resultado de (Ecuación 1):

$$BH = PP - ETr \quad (\text{Ecuación 1})$$

PP= precipitaciones mensuales

ETr= evapotranspiración real o del cultivo mensual

Donde:

$ETr = ETp * \text{coef DC}$ .

ETp= evapotranspiración potencial, estimada como Evaporación de tanque \* 0,7

coef DC= coeficiente de depresión del consumo

El coef DC del cultivo juega un rol similar al coeficiente de cultivo ( $Kc$ ), regulando la estimación del consumo real (Doorenbos y Kassam, 1979). Para la estimación del BH se utilizó el coef. DC que mejor ajustó a los datos (0,75). Cuando la oferta de agua suple totalmente las demandas de los cultivos, el coef. DC puede adquirir un valor igual o superior a la unidad (dependiendo de la cobertura vegetal y su estado fenológico) pero en la región en estudio existen períodos recurrentes de demanda de agua insatisfecha y por lo tanto la ETr, en promedio, es menor a la ETp.

Adicionalmente la variación del NF se estimó a partir de criterios propuestos por Cisneros *et al.* (2014). El mismo es un modelo empírico, en base a la información freaticométrica y climática disponible, para caracterizar la oscilación de la freática, que además utiliza un parámetro de suelo. Este parámetro se denomina porosidad drenable (o coeficiente de drenaje) y se deriva de los datos freaticométricos.

La variación del nivel freático es (Ecuación 2)

$$\Delta NF = 0,1/\mu * (PPT - ETp * \text{coef.DC}) \quad (\text{Ecuación 2})$$

$\Delta NF$  = Variación del nivel freático entre un período, medido en cm,

PPT= precipitación total

$\mu$  = porosidad drenable = SAT – CC

SAT = contenido de agua a saturación (aproximadamente 50% v/v)

CC= contenido de agua a capacidad de campo (entre 10 y 30 % v/v según el tipo de suelo)

Con los datos aportados de nivel freático, precipitación y ETr se calibró el modelo.

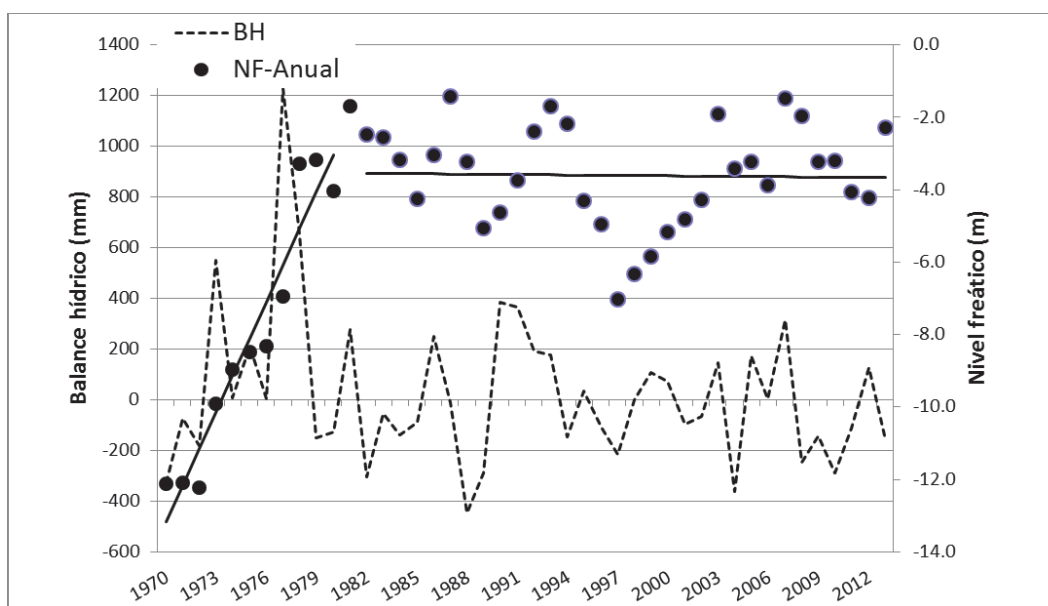
A los fines de reducir la propagación de errores, el modelo resultante se utilizó en simulaciones cortas (mayo a abril de cada año) y los resultados fueron evaluados mediante regresión lineal.

## RESULTADOS

Las oscilaciones de la napa freática tomada como promedio anual se muestran en la Figura 1. Se pone en evidencia un ascenso persistente en el período 1970-1981 y una segunda etapa de fluctuaciones entre los dos y los cinco metros de profundidad, con picos de ascensos de variada intensidad.

En la década del 70 (1973, 1975, 1977 y 1978) con BH muy positivos asociados al período de ascenso de la napa, luego de lo cual se alternan años positivos y negativos de diferente intensidad, oscilando el nivel freático entre los 2 y los 5 m.

En la primera etapa, los BH muestran un excedente acumulado de 2067 mm de lluvias, lo que habría provocado el ascenso promedio de 10 m en el nivel freático resultando en un incremento de 0,5 cm por mm, valor superior a los 0,4 cm/mm reportado por Cisneros *et al.* (2014). En la segunda etapa, sin una tendencia en la evolución del nivel freático, el BH acumuló un déficit de 931 mm.

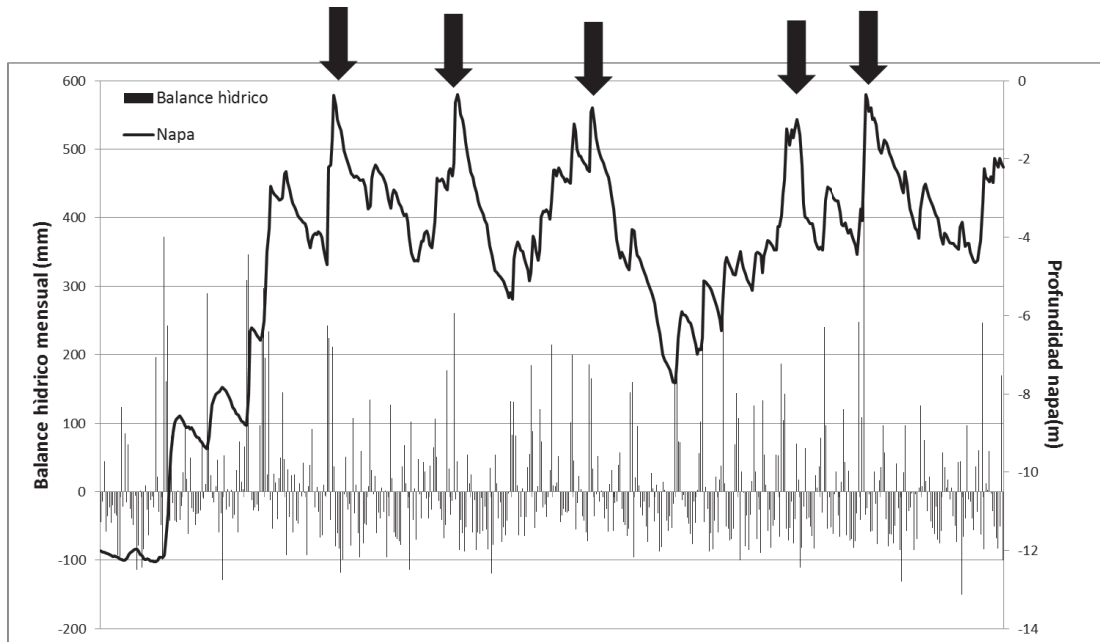


**Figura 1:** Oscilación del nivel freático (NF) como promedio anual para el INTA Rafaela (Latitud 31° 11' S - Longitud 61° 30' W.) para la serie enero 1970 – 2013 y el balance hídrico (BH). Estación Agro-meteorológica de la EEA Rafaela-INTA.

Con un mayor nivel de detalle, se presentan las oscilaciones de la napa freática registrada al 31 de cada mes (Figura 2). Se observan tres eventos de ascenso asociados a anegamientos (mayo 1981, mayo 1987 y abril 2007), a los cuales se puede agregar el de abril 2014, todos ocurridos en el período de recarga de los perfiles. Bajo estas condiciones, la probabilidad de anegamiento y/o suelos saturados (napa freática en o muy cerca de la superficie) fue del 9%, o sea no llegó a 1 de cada 10 años, y cuando se consideran los años a partir de que la napa alcanzó niveles altos (2 m de profundidad) la frecuencia sólo aumentó al 12% de los años.

Adicionalmente, se registraron ascensos no tan superficiales en diciembre de 1993 y noviembre de 2003.

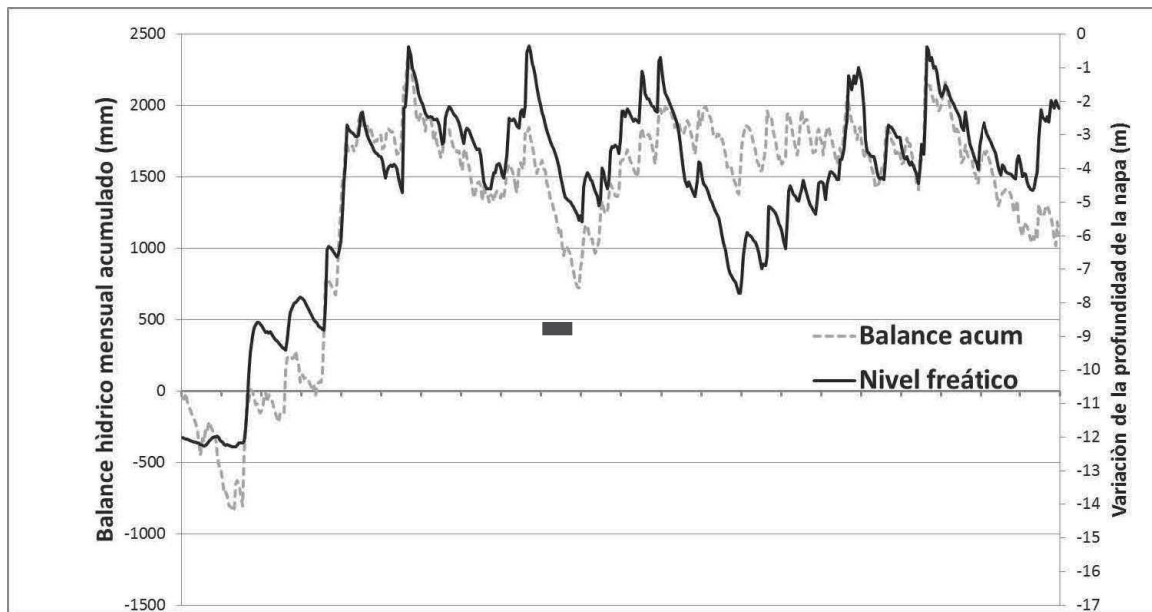
Los BH mensuales estuvieron asociados a las variaciones de la napa, pero la magnitud de esa influencia no fue proporcional a su intensidad. Sin embargo, lo que deja en evidencia la información es el ascenso persistente en el período 1970-1981 y la etapa de fluctuaciones entre los dos y los cinco metros de profundidad, con picos de ascensos que incluyen napas superficiales de variada intensidad pero de corta duración.



**Figura 2:** Oscilación del nivel freático al 31 de cada mes y balance hídrico mensual para el INTA Rafaela (Latitud 31° 11' S - Longitud 61° 30' W.), serie enero 1970 – diciembre 2013. Flechas indican meses (mayo 1981, mayo 1987, diciembre 1993, noviembre 2003 y abril 2007) con napas a menos de 30 cm

El BH, utilizado como herramienta de análisis de la dinámica de la profundidad de la capa freática a largo plazo, marcó tendencias pero no fue un buen predictor. Esto se observa en la figura 3, en la que se relacionó el BH mensual acumulado y las oscilaciones de la napa freática. Si bien en la mayor parte de los períodos presentó una buena correspondencia con las oscilaciones de la napa, para el período febrero 1994 a marzo de 1995, con BH estables se registró un fuerte descenso (1,65 a 4,46 m).

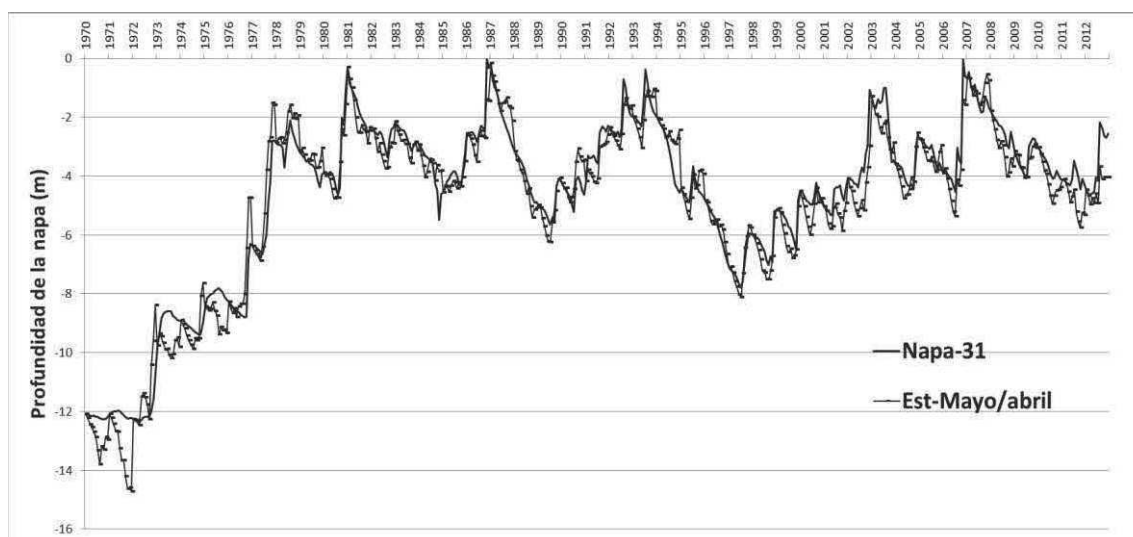




**Figura 3:** Oscilación del nivel freático al 31 de cada mes y balance hídrico acumulado para el INTA Rafaela (Latitud 31° 11' S - Longitud 61° 30' W.), serie enero 1970 – diciembre 2013. Barra horizontal indica período febrero 1994 a marzo de 1995.

Esta información deja en evidencia la estrecha relación entre el BH y las oscilaciones del NF, pero no fue efectiva para estimar las mismas con precisión para un período prolongado. En este sentido, Degioanni *et al.* (2006), trabajando con modelos de balance más complejos, concluyeron que son útiles para suelos cuyo nivel freático oscila a poca profundidad (menor a los tres metros) y para períodos relativamente cortos de tiempo (entre seis a doce meses).

En la figura 4 se presentan las simulaciones utilizando el modelo ajustado y para el período mayo-abril de cada año de la serie 1970/2013 que muestra una muy buena correspondencia con los valores medidos.



**Figura 4:** Oscilación del nivel freático al 31 de cada mes y estimación en períodos de 12 meses (mayo-abril) para el INTA Rafaela (Latitud 31° 11' S - Longitud 61° 30' W.), serie 1970–2013.

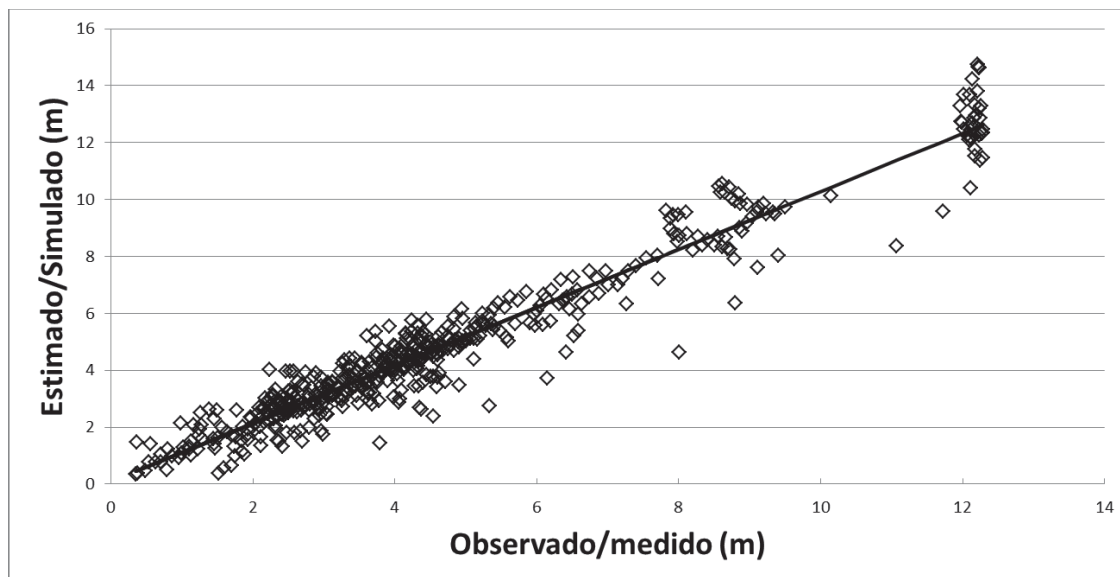
En la Tabla 1 se indican los valores de ajuste de niveles freáticos obtenidos con el modelo y en la Figura 5 se ilustra visualmente el grado de ajuste.

El modelo permitió la estimación de los valores medios y de la variabilidad del NF con buena precisión. La simulación tendió a sobrestimar la profundidad promedio en 17,5 cm (3,7%) y presentó un error medio de 50,7 cm.

**Tabla 1:** Valores de niveles freáticos (NF) observados y estimados

Estimado	Observado	
4,87	4,69	NF promedio
14,75	12,29	NF máximo
0,35	0,02	NF mínimo
3,0	2,86	DE
	- 0,175	Sesgo (Est-Obs)
	0,507	Desvío medio
	0.94	R <sup>2</sup>

El modelo también permitió explicar un 94 % el comportamiento de la napa en períodos de simulación de 12 meses (Figura 5).



**Figura 5.** Nivel de la napa freática (NF) medido y estimado al 31 de cada mes entre mayo y abril de cada año para el período abril 1970-mayo 2013. INTA Rafaela.

El modelo indica que por cada mm de lluvia que llega a la freática, la misma asciende 5 mm, debido al valor de porosidad drenable utilizado (20 %). La misma relación, pero de descenso, ocurre cuando el balance hídrico es negativo.

Si se considera que en el período de ascenso 1970-81 las freáticas en la región ascendieron unos 10 m, significa que las napas recibieron en el orden de 2000 mm de percolación neta en el período y a partir de entonces se mantuvo estable, por lo tanto, alternando BH positivos y negativos.

## CONSIDERACIONES FINALES

La información presentada describe que, luego de una etapa de ascensos (1970/81), el NF se encuentran en una etapa de fluctuaciones entre los dos y cinco metros de profundidad. Adicionalmente, en años de BH muy positivo se pueden producir picos de ascensos de variada intensidad y con riesgos de anegamiento pero de corta duración.

Puede considerarse que el modelo propuesto para explicar las oscilaciones del NF cuenta con la suficiente robustez como para ser usado en el centro-oeste santafesino como herramienta de simulación en escenarios de corto plazo.



## BIBLIOGRAFÍA

- Cisneros, J. M.; H. A. Gil; J. D. de Prada; A. J. Degioanni; A. Cantero; O. Giayetto; J. P. Ioele; O. A. Madoery; A. Masino & J. Rosa. 2014. Estado actual, pronósticos y propuestas de control de inundaciones en el centro-este de la provincia de Córdoba. Facultad de Agronomía y Veterinaria Servicio de Conservación y Ordenamiento de Tierras (SECYOT). <http://www.proin-unrc.com.ar/pdf/pdf/Informe%20Inundacion%20SeCyOT%202014.pdf>
- Centro Regional Santa Fe. 2003. Propuesta técnica para disminuir el impacto de las inundaciones en la provincia de Santa Fe. Documento Institucional. INTA Centro Regional Santa Fe. Mayo 2003. ISBN 987-521-100-1. 72 pág.
- Degioanni, A; J. Cisneros; A. G Cantero & H. Videla. 2006. Modelo de simulación del balance hídrico en el suelo con freática poco profunda. SUELO (ARGENTINA) 24 (1) 0-0, 2006.
- Doorenbos, J & A.H. Kassam. 1979. Tield response to wáter. FAO Irrigation and Drainage Paper N° 33. Roma 1979.
- Jobbágy, E. G.; R. Aragón; M. D. Nosetto. 2007. Los cultivos y la napa freática en la llanura pampeana. Agromercado. Número 268 agosto 2007. Pp. 8-10.
- Jobbágy, Esteban G. & M. D. Nosetto. 2009. Napas freáticas: pautas para comprender y manejar su impacto en la producción. XVII Congreso AAPRESID. Pp. 151-155.
- RIAP. 2007. Situación de las áreas afectadas por excesos hídricos en la provincia de Santa Fe. Boletín informativo de la provincia de Santa Fe. RIAP .Martes 10 de Mayo de 2007- Año III - N° 20.
- Sapino, Verónica. 2014. Evaluación de los excesos hídricos ocurridos al 8 de abril de 2014 en el centro sur de la provincia de Santa Fe. INTA-EEA Rafaela. <http://inta.gob.ar/documentos/evaluacion-de-los-excesos-hidricos-ocurridos-al-8-de-abril-de-2014-en-el-centro-sur-de-la-provincia-de-santa-fe>
- Varela, Ricardo. 2014. Manual de Geología. Campo de aplicación de la Geología: recursos naturales geológicos y medio ambiente. Misc. 21. Capítulo 10. Instituto Superior de correlación geológica (INSUGEO). ISSN 1514 - 4836 ISSN 1668 - 3242 en línea. [http://www.insugeo.org.ar/libros/misc\\_21/10.htm](http://www.insugeo.org.ar/libros/misc_21/10.htm)

## EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE TRIGO 2016 Y RECOMENDACIONES PARA LA PRÓXIMA CAMPAÑA

ROSETTI, L\*. y VILLAR, J.

*Profesionales del Área de Investigación en Producción Vegetal, 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 principal cultivo que interviene en las secuencias de la región, caracterizado por su estabilidad de rendimiento.

La campaña 2016 culminó con una producción de 917.730 toneladas en el Centro Norte de Santa Fe y un rendimiento promedio de 3.450 kg/ha (Bolsa de Comercio de Santa Fe). En el departamento Castellanos fueron cosechadas 51.240 has, obteniéndose una producción de 215.460 tn y un rendimiento promedio de 3.600 kg/ha.

En la EEA Rafaela del INTA se lleva a cabo la evaluación de cultivares comerciales de trigo, dentro de la Red Nacional de Evaluación de Trigo (RET), correspondiente a la sub-región triguera I. El ensayo consiste en la siembra de diferentes materiales de trigo en cuatro fechas de siembra y tiene como objetivo evaluar el comportamiento agronómico de los cultivares, la sanidad del cultivo y el rendimiento en grano.

### MATERIALES Y MÉTODOS

En la campaña 2016 se evaluaron 16 cultivares de ciclo intermedio-largo, 29 intermedio e intermedio-cortos y 8 experimentales en cuatro fechas de siembra. Los materiales considerados intermedio-largos se sembraron en dos fechas de siembra (FS), 03 y 13 de junio, los intermedios y cortos se incluyeron en las siembras del 21 de julio y del 3 de agosto.

Los ensayos fueron instalados mediante siembra directa sobre un suelo *Argiudol típico*, de adecuada fertilidad potencial (MO: 2,4 %, Nt: 0,100%, pH: 6,3 y P: 35,4 ppm) y baja fertilidad actual (6,6 ppm N-NO<sup>3-</sup>), todos valores normales para los suelos de la región sin roturar. La fertilidad se corrigió con la aplicación de 70 kg/ha 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 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 (23/05/16) hasta un metro y medio de profundidad y descontada el agua libre, era de 340,6 mm y un aporte adicional por debajo del 1,10 m debido a la saturación del perfil. El primer metro del perfil, al que accede el

cultivo en las primeras etapas, contenía 196,6 mm que representa un 91,4% de la capacidad máxima de retención.

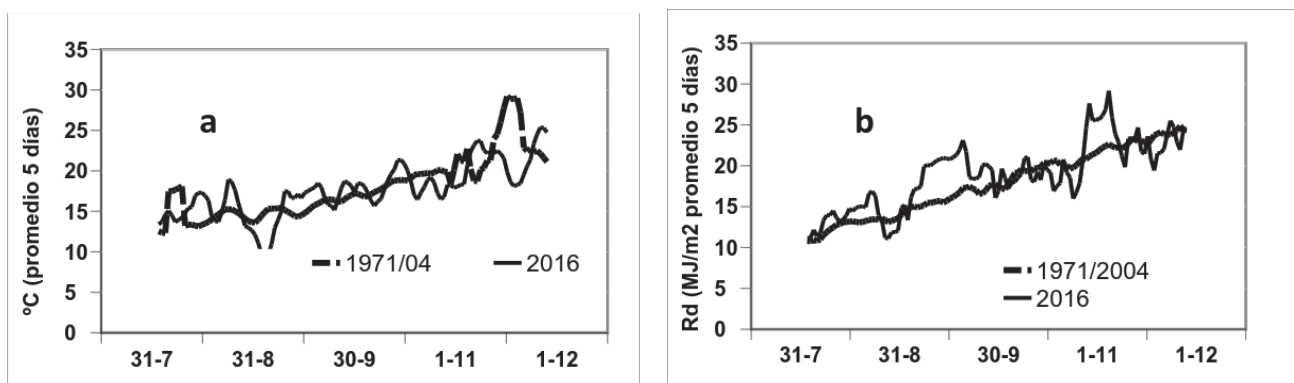
El control de malezas se efectuó en presiembra con la aplicación de sulfosato, 2,4 D y metsulfurón (2, 5, 1 litros/ha, respectivamente) y en post-emergencia con dicamba (0,100 litros/ha) + metsulfurón metil (6,0 gramos/ha).

Para la 1° y 3° FS se utilizó un diseño experimental de 3 bloques divididos, tratándose con fungicida a una de las subdivisiones y la restante sin tratamiento. Mientras que para la 2° y 4° FS se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones donde a todas las parcelas se les realizó una aplicación de 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 el vuelco. Se observó la presencia de enfermedades como Roya (*Puccinia sp.*) y Fusariosis de la espiga (*Fusarium graminearum*).

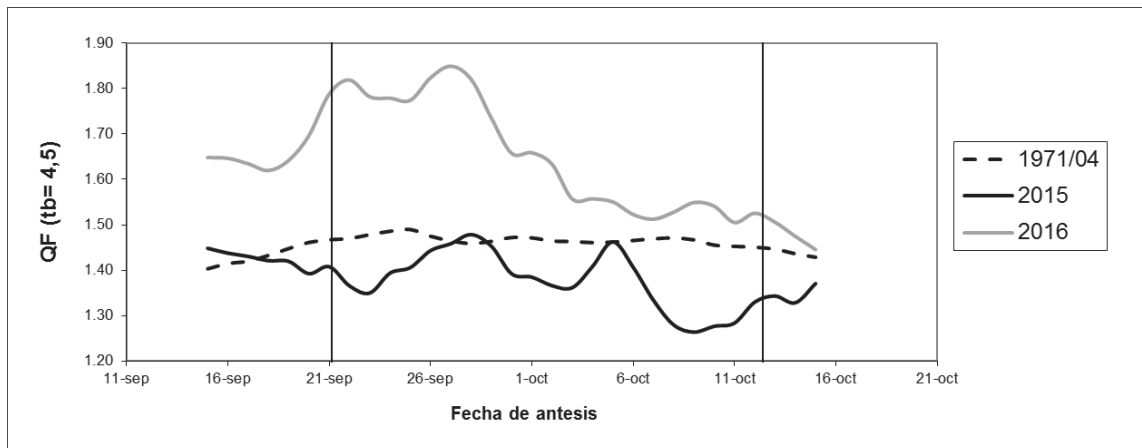
La cosecha se realizó de manera mecánica sobre una superficie de 7,0 m<sup>2</sup> por parcela. Se estimó el rendimiento de grano (corregido a 13,5% de humedad), el peso hectolítrico (PH) y el peso de 1.000 semillas. Los mismos fueron analizados mediante ANOVA y las medias comparadas con el test de Scott & Knott, con un  $\alpha=0,05$ . Para ello se utilizó el software Infostat (versión 2.016).

Las condiciones foto-termales fueron óptimas para el período de floración recomendado (21 de septiembre - 12 de octubre), con una temperatura en el período crítico de encañazón dentro de los valores promedios regionales y una oferta de radiación muy favorable (Figura 1 a y b). En consecuencia, las antesis ocurridas en la época recomendada dispusieron para el período crítico del crecimiento cocientes foto-termales (QF) muy superiores a los promedios regionales (Figura 2).



**Figura 1:** a) Evolución de la temperatura media diaria como promedios móviles (5 días) y b) de la radiación incidente durante el ciclo de crecimiento del trigo y sus respectivas series históricas (1971-2004). EEA Rafaela, 2016





**Figura 2:** 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 1971/2004 vs los registrados para las campañas 2015 y 2016. Barras verticales indican la ventana de fechas de floración recomendadas para Rafaela (21/9 al 12/10). EEA Rafaela, 2016.

Las temperaturas medias para el período de 35 días posteriores a la floración, coincidente con el del llenado de los granos, estuvieron en los 19,5 °C recomendados para asegurar un óptimo llenado de los granos.

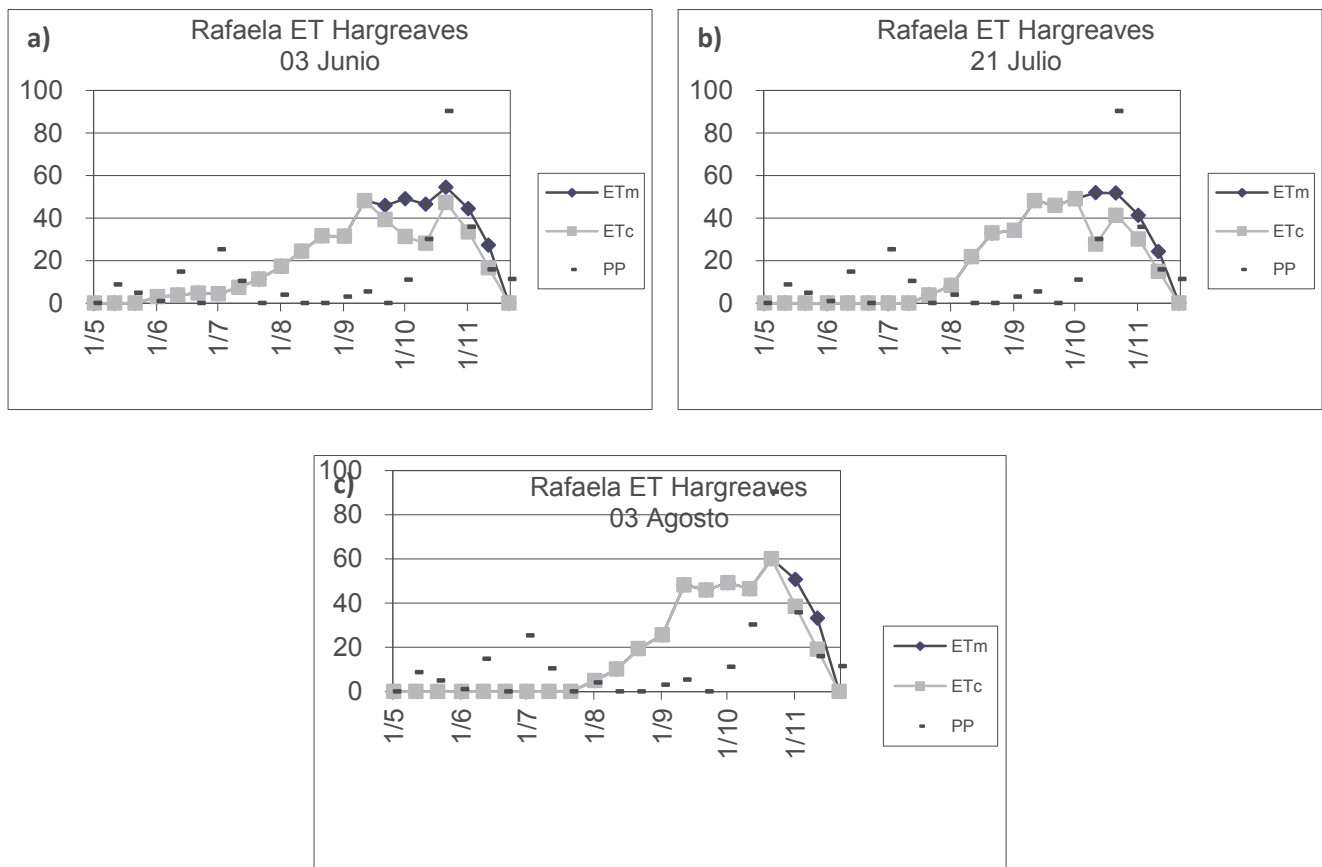
En el Tabla 1 se indican las precipitaciones ocurridas durante la campaña del cultivo recopiladas por la Estación Agrometeorológica de la EEA Rafaela.

**Tabla 1.** Precipitaciones registradas en la Estación Agrometeorológica de la EEA Rafaela durante abril – octubre de 2016 y de la serie histórica 1930/2014.

	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Total
<b>Nº días de lluvia 2016</b>	20	10	5	6	1	5	11	58
<b>Lluvia 2016 (mm)</b>	307	14,6	39,8	14,8	3	16,5	139	534,7
<b>Serie histórica 1930/2014(mm)</b>	92,3	47,4	28,1	22,4	25,4	41,4	84,8	341,8
<b>Diferencia 2016-1930/2014 (mm)</b>	214,7	-32,8	11,7	-7,6	-22,4	-24,9	54,2	192,9

Las lluvias de febrero, marzo y abril (742,6 mm) generaron ascensos del nivel freático, lo que determinó una oferta hídrica adecuada inicial en el perfil del suelo. Prácticamente todo el ciclo de desarrollo (junio a octubre) ocurrió con escasa oferta de lluvias, enmascarado en la etapa de llenado de granos por precipitaciones tardías en octubre.

El resultado fue una demanda insatisfecha del cultivo que se estimó en 71 mm (455 vs 384 mm) para la siembra de principios de junio, coincidente con el período de llenado de grano. El déficit para la FS de julio fue algo menor (414 vs 359 mm) pero con un ciclo 30% más corto que la temprana y también estuvo concentrada durante el llenado de granos (Figura 3 a y b). Por el contrario, en el caso de la última fecha de siembra, el déficit fue solo del 6% y ocurrió pasado el período de llenado de grano, por lo que no tuvo incidencia en el rendimiento del cultivo (Figura 3 c).



**Figura 3.** Balance hídrico decádico estimado para la siembra del 03 de junio (a), 21 de julio (b) y 3 de agosto (c) para el ciclo promedio de cada siembra, EEA Rafaela, 2016. ETm y ETc: evapotranspiración máxima y del cultivo, respectivamente; PP: lluvias.

## RESULTADOS

### *Primera y segunda época de siembra: cultivares de ciclo largo – intermedio*

La primera fecha de siembra fue realizada el 03/06/2016, se evaluaron 22 cultivares de ciclo intermedio-largo. La emergencia se produjo 14 días más tarde. El día 20/09 se le realizó una aplicación de Clorpirifos (300 cm<sup>3</sup>/ha) para el control de pulgones. Ese mismo día se realizó una

aplicación de fungicida (Pyraclostrobin (13,5%) + epoxiconazole (5%), (1 litro pc/ha).

A continuación, en la Tabla 2, se indican las fechas de las distintas etapas fenológicas utilizando la escala de Zadoks (1974), la altura en madurez fisiológica (MF), el rendimiento de grano (corregido con una humedad del 14%), el peso unitario y el peso hectolítrico (PH) de los mismos.

**Tabla 2.** Fechas de espigazón, antesis y MF del cultivo, días de siembra a antesis, duración en días del llenado de grano, duración del ciclo total, altura en MF, porcentaje de vuelco, presencia de enfermedades (roya hoja, roya tallo y fusariosis) X=indica la presencia de la enfermedad durante el ciclo, rendimiento de grano, peso de 1000 granos (g) y PH. Fecha de siembra: 03 de junio de 2016, INTA, EEA Rafaela.

Cultivar	Espigazón z5.5	Antesis z6.1	MF z8.6	Días Siembra- Antesis	Días llenado de grano	Ciclo total (días)	Altura en MF (cm)	Vuelco (%)	Roya hoja	Roya tallo	Fusariosis de la espiga	Rendimiento (kg/ha, 14%)			Peso de 1000 granos (g)	Peso hectolitrico (kg/hl)
												Con fungicida	Sin fungicida	Promedio		
SY 110	19-sep	23-sep	09-nov	112	47	159	81	10	X	X	X	5639	5728	5684	43,2	78,5
BIOINTA 3006	22-sep	25-sep	10-nov	114	46	160	77	0				5709	5592	5651	44,53	79,7
KLEIN GLADIADOR	30-sep	06-oct	16-nov	125	41	166	92	0				5426	5330	5378	42,53	78,8
EXP ACA 261.10	30-sep	03-oct	17-nov	122	45	167	91	0				5448	5252	5350	43,8	78,8
MS INTA 116	26-sep	29-sep	13-nov	118	45	163	81	0				5239	5410	5325	41,73	79,1
ACA 303 PLUS	29-sep	01-oct	19-nov	120	49	169	91	0				5159	5356	5258	40,6	79,9
KLEIN SERPIENTE	29-sep	03-oct	16-nov	122	44	166	87	0	X			5169	5387	5256	44,47	78,1
ALGARROBO	22-sep	25-sep	11-nov	114	47	161	64	0				5461	4887	5174	41,6	77,7
LE 2330	27-sep	01-oct	13-nov	120	43	163	83	0				5076	5218	5147	41,8	78,2
BIOINTA 3005	30-sep	02-oct	17-nov	121	46	167	84	5	X			5296	4996	5146	44,27	78,9
MS INTA 415	16-sep	20-sep	07-nov	109	48	157	80	5				5544	4693	5118	40,67	78,5
MS INTA 615	19-sep	21-sep	10-nov	110	50	160	75	0				5595	4602	5098	42,67	77,3
ACA 356	29-sep	01-oct	15-nov	120	45	165	91	0			X	5186	5008	5097	40,33	78,5
BASILIO	23-sep	25-sep	10-nov	114	46	160	70	0	X			5119	5066	5093	41,8	78,3
ACA 360	26-sep	28-sep	15-nov	117	48	165	85	0				5163	4969	5066	45	78,6
KLEIN YARARA	01-oct	04-oct	15-nov	123	42	165	85	5				5052	5035	5044	43,87	79,8
KLEIN TITANIO CL	29-sep	01-oct	13-nov	120	43	163	99	0				5359	4703	5031	43,27	79,6
BUCK BELLACO	01-oct	03-oct	18-nov	122	46	168	86	0	X			4963	5021	4992	43,07	78,1
ACA 315	28-sep	30-sep	17-nov	119	48	167	92	0				5043	4828	4935	44,93	79,0
EXP ACA 1224.13	30-sep	02-oct	20-nov	121	49	170	95	0				5000	4805	4903	44,33	80,1
MS INTA Bon 215	25-sep	28-sep	14-nov	117	47	164	75	0				4896	4894	4895	42,87	78,5
LAPACHO	24-sep	26-sep	11-nov	115	46	161	74	0				4966	4761	4863	41,87	79,3
Promedio	26-sep	28-sep	13-nov	118	46	164	84					5250	5070	5159	43	79
CV												11,83			8,22	2,61
Fungicida												A	B	NS	NS	NS

Efectos significativos al 5%(\*) y no significativos (NS). Test: Scott & Knott Alfa= 0,05



Se obtuvo un excelente rendimiento medio (5.159 kg/ha), encontrándose diferencias significativas entre los materiales tratados y no tratados con fungicida. A pesar de no detectarse variabilidad significativa en los rendimientos entre las variedades, se puede mencionar, por destacarse por tercera campaña consecutiva, a SY 110 (Villar y Rosetti, 2016).

Tanto el peso unitario de los granos como el peso hectolítrico no se vieron afectados por el uso del fungicida. Los pesos de 1.000 granos obtuvieron un valor promedio de 43 gramos. Los valores de PH fueron muy favorables, ocho materiales lograron categorizar como de grado superior (>79 kg/hl) y los 14 restantes se ubicaron en grado dos (>76 kg/hl). Ya que existe una relación directa entre el PH y su rendimiento en harina, se puede concluir que todos los cultivares presentaron una buena calidad comercial.

La segunda fecha de siembra (13/06) debió ser anulada por las malas condiciones de implantación (elevada humedad edáfica y agua en superficie durante varios días), que produjo 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.

#### *Tercera época de siembra: cultivares de ciclo corto – intermedio*

La tercera fecha se retrasó por la falta de piso al momento planificado para la misma, finalmente se sembró en una fecha considerada extremadamente tardía (21/07), sin embargo, el cultivo logró evolucionar de manera normal. La emergencia ocurrió 10 días después. Se evaluaron 31 cultivares de ciclo intermedio-corto. En el Tabla 3 se indican las distintas etapas fenológicas y los rendimientos logrados en esta época de siembra.

**Tabla 3.** Fechas de espigazón, antesis y MF del cultivo, días de siembra a antesis, duración en días del llenado de grano, duración del ciclo total, altura en MF, porcentaje de vuelco, presencia de enfermedades (roya hoja, roya tallo y fusariosis) X=indica la presencia de la enfermedad durante el ciclo y rendimiento de grano. Fecha de siembra: 21 de julio de 2016, INTA, EEA Rafaela.

Cultivar	Espigazón z5.5	Antesis z6.1	MF z8.6	Días Siembra-Antesis	Días llenado de grano	Ciclo total (días)	Altura en MF (cm)	Vuelco (%)	Roya hoja	Roya tallo	fusariosis de la espiga 1-9	Rendimiento (kg/ha, 14% H <sup>2</sup> )			
												Fungicida	Sin Fungicida	Promedio	
BIOINTA 1006	06-oct	08-oct	20-nov	79	43	122	82	0			X	6046	6377	6212	A
EXP ACA 1273.13	13-oct	15-oct	22-nov	86	38	124	85	0	X			5656	5728	5692	A
KLEIN LANZA	10-oct	13-oct	20-nov	84	38	122	81	0	X			5802	5513	5657	A
KLEIN LEON	08-oct	10-oct	23-nov	81	44	125	92	0	X		X	5601	5644	5623	A
ACA 906	04-oct	06-oct	17-nov	77	42	119	70	0				5503	5536	5519	A
KLEIN TAURO	05-oct	08-oct	20-nov	79	43	122	94	0		X		5317	5513	5415	A
FUSTE	10-oct	13-oct	24-nov	84	42	126	77	0	X			5467	5308	5388	A
KLEIN RAYO	06-oct	10-oct	23-nov	81	44	125	82	0	X		X	5417	5353	5385	A
ACA 602	09-oct	12-oct	24-nov	83	43	126	71	0				5347	5409	5378	A
KLEIN LIEBRE	06-oct	09-oct	23-nov	80	45	125	78	0				5515	5111	5313	A
BIOCERES 1008	05-oct	07-oct	19-nov	78	43	121	80	0				4895	5459	5177	B
ACA 910	06-oct	10-oct	23-nov	81	44	125	76	0				4833	5487	5160	B
KLEIN NUTRIA	06-oct	09-oct	21-nov	80	43	123	81	0				5018	5285	5152	B
EXP ACA 2123.13	29-sep	02-oct	21-nov	73	50	123	70	0			X	4854	5275	5064	B
SY 300	10-oct	14-oct	19-nov	85	36	121	79	0				4946	5148	5047	B
SY 330	06-oct	08-oct	19-nov	79	42	121	65	0	X			5446	4526	4986	B
EXP ACA 2496.13	05-oct	07-oct	17-nov	78	41	119	76	0				5038	4855	4946	B
BIOINTA 2006	14-oct	17-oct	27-nov	88	41	129	92	0	X		X	4655	5232	4944	B
BUCK SAETA	06-oct	08-oct	22-nov	79	45	124	77	0		X		4922	4953	4937	B
KLEIN PROMETEO	09-oct	11-oct	23-nov	82	43	125	83	0				4987	4850	4919	B
MS INTA 815	04-oct	06-oct	19-nov	77	44	121	78	0			X	4652	5151	4902	B
ACA 908	06-oct	09-oct	21-nov	80	43	123	75	0		X		5207	4533	4870	B
BUCK CLARAZ	06-oct	09-oct	21-nov	80	43	123	72	0	X			4988	4672	4830	B
KLEIN PROTEO	10-oct	13-oct	25-nov	84	43	127	88	0				4631	4972	4802	B
EXP ACA 2169.13	01-oct	03-oct	15-nov	74	43	117	80	0			X	4685	4910	4797	B
EXP ACA 2152.13	01-oct	03-oct	14-nov	74	42	116	73	0			X	4583	4850	4717	B
EXP ACA 1387.13	12-oct	14-oct	20-nov	85	37	122	87	0				4841	4562	4701	B
BUCK PLENO	05-oct	07-oct	18-nov	78	42	120	70	0		X		4181	4937	4559	B
CAMBIUM	05-oct	07-oct	18-nov	78	42	120	61	0	X	X		4635	4480	4557	B
BIOINTA 1007	30-sep	03-oct	16-nov	74	44	118	71	0	X			4547	4325	4436	B
ACA 909	06-oct	09-oct	23-nov	80	45	125	87	0				4217	4451	4334	B
Promedio	06-oct	09-oct	20-nov	80	43	123	78					5046	5110	5078	
CV													7,92		
Fungicida												A	A		
Variedad														**	

Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí (Test: Scott & Knott Alfa= 0,05).  
 \*\*: se encontraron diferencias significativas al 5%.

En esta fecha de siembra se obtuvieron excelentes rendimientos (Tabla 3), a pesar de lo tardío de la época, el promedio fue de 5.078 kg/ha, con un máximo absoluto de 6.212 kg/ha para BIOINTA 1006. Esta respuesta se puede explicar por la incidencia de condiciones fototermales superiores para esta fecha (Figura 3). Se definieron dos grupos de productividad, entre las variedades de mayor rendimiento de grano Klein León y Klein Tauro se destacaron por segundo año consecutivo.

**Tabla 4.** Peso de 1000 granos (g) y PH para materiales de ciclo intermedio-corto.

<b>Cultivar</b>	<b>Peso de 1000 granos (g)</b>	<b>Peso hectolítrico (kg/hl)</b>
BIOINTA 1006	45,2	74,8
EXP ACA 1273.13	41,8	75,7
KLEIN LANZA	43,5	77,8
KLEIN LEON	44,0	74,5
ACA 906	43,0	76,5
KLEIN TAURO	47,5	78,2
FUSTE	39,2	76,7
KLEIN RAYO	43,8	74,2
ACA 602	39,0	78,0
KLEIN LIEBRE	33,7	76,5
BIOCERES 1008	43,5	71,3
ACA 910	37,2	77,2
KLEIN NUTRIA	46,5	78,0
EXP ACA 2123.13	50,3	74,0
SY 300	38,5	72,3
SY 330	40,2	75,2
EXP ACA 2496.13	50,8	74,0
BIOINTA 2006	38,8	74,2
BUCK SAETA	39,8	77,5
KLEIN PROMETEO	39,5	75,0
MSINTA 815	43,7	74,5
ACA 908	37,0	78,3
BUCK CLARAZ	37,3	76,8
KLEIN PROTEO	40,3	79,0
EXP ACA 2169.13	48,0	73,3
EXP ACA 2152.13	50,3	76,2
EXP ACA 1387.13	36,8	74,0
BUCK PLENO	39,8	75,5
CAMBIUM	37,3	78,2
BIOINTA 1007	42,8	75,5
ACA 909	41,0	73,5
<b>Promedio</b>	<b>41,9</b>	<b>75,7</b>
<b>CV</b>	<b>4,46</b>	<b>2,67</b>
<b>Fungicida</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>
<b>Variedad</b>	<b>**</b>	<b>**</b>

Los parámetros asociados a la calidad del grano (P1000 y PH), para ésta FS y la anterior, fueron favorables como consecuencia de las muy buenas condiciones térmicas ocurridas durante el llenado de los mismos.

Cuarta época de siembra: cultivares de ciclo corto

La última fecha se sembró el día 03 de agosto, donde evaluaron 22 cultivares de ciclo corto. La emergencia ocurrió el 09 de agosto. Se le realizó una aplicación de fungicida el día 12 de octubre (Pyraclostrobin (13,5%) + epoxiconazole (5%), 1 litro pc/ha).

**Tabla 5.** Fechas de espigazón, antesis y MF del cultivo, días de siembra a antesis, duración en días del llenado de grano, duración del ciclo total, altura en MF, porcentaje de vuelco, presencia de enfermedades (roya hoja, roya tallo y fusariosis) X=indica la presencia de la enfermedad durante el ciclo y rendimiento de grano. Fecha de siembra: 3 de agosto de 2016, INTA, EEA Rafaela.

Cultivar	Espigazón z5.5	Antesis z6.1	MF z8.6	Días Siembra-Antesis	Días llenado de grano	Ciclo total (días)	Altura en MF (cm)	Roya hoja	Roya tallo	fusariosis de la espiga 1-9	Rendimiento (kg/ha, 14% H <sup>2</sup> )	Peso de 1000 granos (g)				Peso hectolítrico (kg/hl)	
BIOINTA 1006	12-oct	14-oct	25-nov	72	42	114	88			X	6725	A		40,3	B		75,1
KLEIN TAURO	13-oct	15-oct	28-nov	73	44	117	102				6260	A		44,3	A		78,1
KLEIN LEON	16-oct	18-oct	28-nov	76	41	117	95	X		X	6213	A		37,6		C	73,2
KLEIN NUTRIA	12-oct	14-oct	27-nov	72	44	116	82				6155	A		42,9	A		79,6
KLEIN RAYO	15-oct	18-oct	26-nov	76	39	115	91			X	6087	A		39,6	B		75,0
EXP ACA 2123.13	07-oct	10-oct	21-nov	68	42	110	80			X	6081	A		46,1	A		76,9
ACA 910	13-oct	16-oct	28-nov	74	43	117	76				5954	A		35,1		D	78,9
BUCK CLARAZ	13-oct	15-oct	25-nov	75	41	114	75				5938	A		33,7		D	77,9
KLEIN LANZA	15-oct	18-oct	29-nov	76	42	118	84				5877	A		38,3		C	76,8
FUSTE	16-oct	18-oct	29-nov	76	42	118	79	X			5811	A		34,7		D	75,5
ACA 908	13-oct	15-oct	28-nov	73	44	117	86			X	5781	A		35,3		D	79,1
EXP ACA 2152.13	09-oct	13-oct	22-nov	71	40	111	78			X	5606	B		43,2	A		75,0
BUCK SAETA	11-oct	14-oct	24-nov	72	41	113	78				5525	B		35,5		D	77,9
MS INTA 815	10-oct	12-oct	21-nov	70	40	110	77	X		X	5520	B		39,9	B		76,0
EXP ACA 2496.13	12-oct	14-oct	23-nov	72	40	112	84			X	5511	B		45,3	A		73,2
ACA 906	10-oct	13-oct	23-nov	71	41	112	67				5433	B		39,9	B		76,9
BUCK PLENO	13-oct	16-oct	25-nov	74	40	114	76				5408	B		37,7		C	76,4
CAMBIUM	12-oct	15-oct	26-nov	73	42	115	71			X	5382	B		33,1		D	76,8
EXP ACA 2169.13	09-oct	11-oct	24-nov	69	44	113	72				5280	B		41,2	B		73,9
SY 330	12-oct	15-oct	23-nov	73	39	112	74			X	5272	B		37,6		C	74,6
ACA 909	14-oct	17-oct	23-nov	75	37	112	84			X	5201	B		40,1	B		67,6
55 CL 2	07-oct	09-oct	24-nov	67	46	113	82				4428	B		32		D	74
Promedio	12-oct	14-oct	25-nov	73	42	114	81				5702			38,8			75,9
CV											7,63			3,82			3,51
Variedad											**			**			NS

Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí (Test: Scott & Knott Alfa= 0,05).

NS: no se encontraron diferencias significativas. \*\*: existen diferencias significativas al 5%.

Al igual que en las fechas anteriores, se obtuvieron excelentes rendimientos, con un promedio de 5.702 kg/ha. La última fecha fue la que presentó el rendimiento máximo, debido a



que las condiciones fueron favorables para un buen desarrollo del cultivo y las lluvias ocurrieron oportunamente durante el período de antesis y llenado de grano. Se diferenciaron dos grupos de productividad y dentro del mejor se destaca al igual que en la fecha anterior el cultivar BIOINTA 1006 (6.725 kg/ha).

El peso de 1000 granos promedio fue de 38,8 gramos, encontrándose diferencias significativas entre los cultivares, se definieron cuatro grupos de productividad, donde los materiales Klein Nutria y Klein Tauro, además de presentar un excelente rendimiento, presentaron un muy buen peso unitario de grano y PH.

El PH promedio fue de 75,9 kg/hl, no hubo diferencias significativas entre los cultivares. Dos variedades presentaron un PH calificando en el grado 1 (>79 kg/hl) del estándar de comercialización (Klein Nutria y ACA 908), para el grado 2 (>76 kg/hl) calificaron 10 materiales, 9 para el grado 3 (>73 kg/hl) y uno estuvo fuera de grado (ACA 909).

Como síntesis, la campaña 2016 de trigo fue muy favorable para lograr altas productividades. Las siembras más tardías obtuvieron los mejores rendimientos. Por otro lado, se confirmó el buen comportamiento del material intermedio-largo SY 110 y para una siembra muy tardía, se pudo destacar a BIOINTA 1006, Klein Nutria y Klein Tauro.

### **Recomendaciones de siembra para la próxima campaña.**

La siguiente información muestra el grupo de cultivares que, por su ciclo de crecimiento, se adapta mejor a cada fecha de siembra. El objetivo es que la floración del trigo ocurra entre el 21 de septiembre y el 12 de octubre para reducir los riesgos de daños por heladas alrededor de la espigazón o de las elevadas temperaturas durante la formación del grano.

La información fue elaborada a partir del desvío en los días a floración de los materiales con respecto a dos variedades de referencia, una de ciclo intermedio-larga y otra intermedio-corta para las siembras tempranas y tardías, respectivamente. A los ensayos de la RET (Red de Ensayos de Trigo), se agregó un ensayo de fechas de siembra de campañas anteriores en el que participaron prácticamente todas las variedades, algunas no presentes en la RET.

En las Tablas 6 y 7 se presentan las fechas más probables de floración (intervalo de confianza del 95%) de las variedades según la oportunidad de siembra y se remarcan con sombreado las más convenientes por presentar los menores riesgos ante adversidades climáticas. Estas Tablas de doble entrada permiten seleccionar las variedades adaptadas a las distintas fechas de siembra probables en el área (columnas) o bien se podría identificar la fecha más propicia de implantación para un determinado cultivar.

**Tabla 6.** Rango probable de fechas de antesis (intervalo de confianza 95%) para cultivares de ciclo largo e intermedio-largo estimadas por la diferencia de ciclo con respecto a un material de referencia (ACA 315) en siembras de mayo y junio.

Criadero	Cultivar	Desvío *	STD **	n* ***	Fecha de siembra					
					15-may		01-jun		15-jun	
					(fecha de antesis)					
BIOCERES	BIOINTA 3003	16	9,2	18	30-sep	09-oct	12-oct	20-oct	20-oct	27-oct
NIDERA	BAGUETTE 31	10	10,3	4	24-sep	04-oct	07-oct	15-oct	14-oct	21-oct
NIDERA	BAGUETTE 30	8	2,4	6	22-sep	01-oct	04-oct	12-oct	11-oct	19-oct
BUCK	AGP127	7	8,5	7	21-sep	01-oct	04-oct	12-oct	11-oct	18-oct
BUCK	TAITA	6	3,9	8	20-sep	29-sep	02-oct	11-oct	10-oct	17-oct
DON MARIO	LENDX	5	1,5	4	19-sep	28-sep	01-oct	09-oct	09-oct	16-oct
SURSEM	TIMBÓ	4	0	1	18-sep	28-sep	01-oct	09-oct	08-oct	15-oct
KLEIN	PANTERA	4	3,2	16	18-sep	27-sep	30-sep	08-oct	08-oct	15-oct
ACA	CIPRES	4	7,7	7	18-sep	27-sep	30-sep	08-oct	07-oct	15-oct
KLEIN	GLADIADOR	3	2,7	18	18-sep	27-sep	30-sep	08-oct	07-oct	14-oct
BIOCERES	BIOINTA 3005	3	5,5	18	18-sep	27-sep	30-sep	08-oct	07-oct	14-oct
BIOCERES	BIOINTA 3000	0	1,8	43	15-sep	24-sep	27-sep	05-oct	04-oct	11-oct
KLEIN	GUERREIRO	0	3,6	29	15-sep	24-sep	27-sep	05-oct	04-oct	11-oct
BIOCERES	BIOINTA 3004	0	2,4	33	14-sep	23-sep	26-sep	05-oct	04-oct	11-oct
ACA	320	0	2,4	20	14-sep	23-sep	26-sep	04-oct	03-oct	11-oct
KLEIN	YARARÁ	-1	2	23	13-sep	22-sep	25-sep	03-oct	02-oct	10-oct
BUCK	BELLACO	-2	2,1	3	13-sep	22-sep	25-sep	03-oct	02-oct	09-oct
NIDERA	BAGUETTE 19	-2	4,3	21	12-sep	21-sep	24-sep	02-oct	02-oct	09-oct
AG Seed	Floripan 300	-2	1,9	8	12-sep	21-sep	24-sep	02-oct	02-oct	09-oct
ACA	303 PLUS	-3	3,5	2	12-sep	21-sep	24-sep	02-oct	01-oct	09-oct
KLEIN	FLAMENCO	-3	1,4	5	12-sep	21-sep	24-sep	02-oct	01-oct	08-oct
ACA	315	-3	4,8	36	12-sep	21-sep	24-sep	02-oct	01-oct	08-oct
BIOCERES	BIOINTA 2004	-3	6,9	25	11-sep	20-sep	23-sep	02-oct	01-oct	08-oct
KLEIN	TITANIO CL	-4	2	4	11-sep	20-sep	23-sep	01-oct	30-sep	07-oct
ACA	356	-4	1,6	13	11-sep	20-sep	23-sep	01-oct	30-sep	07-oct
NIDERA	BAGUETTE 801 Premium	-4	1,2	6	10-sep	19-sep	22-sep	30-sep	29-sep	07-oct
SURSEM	LAPACHO	-5	2,4	8	10-sep	19-sep	22-sep	30-sep	29-sep	06-oct
ACA	360	-5	1,4	8	10-sep	19-sep	22-sep	30-sep	29-sep	06-oct
SURSEM	LE2330	-5	2,9	24	10-sep	19-sep	22-sep	30-sep	29-sep	06-oct
SURSEM	LE2341	-5	2,6	9	10-sep	19-sep	22-sep	30-sep	29-sep	06-oct
KLEIN	SERPIENTE	-5	3,1	4	09-sep	19-sep	22-sep	30-sep	29-sep	06-oct
SURSEM	CALDEN	-5	0	2	09-sep	19-sep	22-sep	30-sep	29-sep	06-oct
BUCK	METEORO	-5	3,2	19	09-sep	19-sep	21-sep	30-sep	29-sep	06-oct
SURSEM	NOGAL	-5	6,1	17	09-sep	18-sep	21-sep	29-sep	28-sep	06-oct
DON MARIO	ATLAX	-6	14,4	13	09-sep	18-sep	21-sep	29-sep	28-sep	05-oct
NIDERA	BAGUETTE PREMIUM 1	-7	5,2	34	08-sep	17-sep	20-sep	28-sep	27-sep	04-oct
KLEIN	PROTEO	-7	5	33	08-sep	17-sep	20-sep	28-sep	27-sep	04-oct
NIDERA	BAGUETTE 701	-7	3,1	4	07-sep	17-sep	20-sep	28-sep	27-sep	04-oct
INTA	MS INTA 116	-7	1,6	3	07-sep	17-sep	20-sep	28-sep	27-sep	04-oct
AG Seed	Floripan 200	-8	3,7	6	07-sep	16-sep	19-sep	27-sep	26-sep	04-oct
BIOCERES	BIOINTA 3006	-8	3,4	13	07-sep	16-sep	19-sep	27-sep	26-sep	03-oct
NIDERA	BAGUETTE 17	-9	5,2	12	05-sep	15-sep	18-sep	26-sep	25-sep	02-oct
BIOCERES	BASILIO	-9	0,8	3	05-sep	15-sep	18-sep	26-sep	25-sep	02-oct
SURSEM	ALGARROBO	-10	2,9	4	05-sep	14-sep	17-sep	25-sep	24-sep	02-oct
NIDERA	BAGUETTE 601	-10	1,8	5	04-sep	14-sep	17-sep	25-sep	24-sep	01-oct
BIOCERES	BIOINTA 3007 BB	-10	2,8	8	04-sep	13-sep	16-sep	25-sep	24-sep	01-oct
SURSEM	LE2357	-10	3,4	3	04-sep	13-sep	16-sep	24-sep	23-sep	01-oct
BUCK	SY100	-11	2,7	15	04-sep	13-sep	16-sep	24-sep	23-sep	30-sep
SURSEM	LE2333	-11	6,1	16	03-sep	13-sep	16-sep	24-sep	23-sep	30-sep
KLEIN	PROMETEO	-11	3	2	03-sep	13-sep	16-sep	24-sep	23-sep	30-sep
INTA	MS INTA Bon 215	-11	4,5	3	03-sep	13-sep	16-sep	24-sep	23-sep	30-sep
BUCK	SY110	-12	5,2	15	03-sep	12-sep	15-sep	23-sep	22-sep	29-sep
BIOCERES	BIOINTA 2007	-12	2,6	4	03-sep	12-sep	15-sep	23-sep	22-sep	29-sep
BIOCERES	BIOINTA 2006	-12	3,6	13	02-sep	12-sep	15-sep	23-sep	22-sep	29-sep
BIOCERES	BIOINTA 1004	-12	4,6	20	02-sep	11-sep	14-sep	22-sep	22-sep	29-sep
BUCK	SY200	-12	3,3	21	02-sep	11-sep	14-sep	22-sep	21-sep	29-sep
INTA	MS INTA 615	-13	1,9	3	01-sep	10-sep	13-sep	21-sep	20-sep	28-sep
SURSEM	LE2331	-14	4,9	11	31-ago	10-sep	13-sep	21-sep	20-sep	27-sep

\*Diferencia de ciclo con respecto al cultivar de referencia obtenidas entre 1/7 y el 6/8, 1990/91-2016/2017, \*\* desvío estándar de la diferencia del ciclo, \*\*\*número de observaciones.

**Tabla 7.** Rango probable de fechas de antesis (intervalo de confianza 95%) para cultivares de ciclo corto e intermedio-corto estimadas por la diferencia de ciclo con respecto a un material de referencia (ACA 315) en siembras de julio y agosto.

Criadero	Cultivar	Desvío *	STD **	n° ***	Fecha de siembra					
					01-jul		15-jul		01-ago	
					(fecha de antesis)					
AG SEED	FLORIPAN 200	-10	0,0	1	10-sep	28-sep	20-sep	09-oct	02-oct	21-oct
SURSEM	VIRGILE	-10	0,0	1	10-sep	28-sep	20-sep	09-oct	02-oct	21-oct
BIOCERES	BIOINTA 1007	-10	2,0	8	10-sep	28-sep	20-sep	09-oct	02-oct	21-oct
NIDERA	BAGUETTE 501	-8	6,5	2	12-sep	30-sep	22-sep	11-oct	04-oct	23-oct
BUCK	55 CL 2	-7	2,1	3	12-sep	30-sep	22-sep	11-oct	04-oct	23-oct
AG SEED	FLORIPAN100	-6	2,4	3	14-sep	02-oct	24-sep	13-oct	06-oct	25-oct
DON MARIO	CAMBIUM	-6	3,0	6	14-sep	02-oct	24-sep	13-oct	06-oct	25-oct
INTA	MS INTA 815	-5	1,8	5	15-sep	03-oct	25-sep	14-oct	07-oct	26-oct
BUCK	55 CL 2	-5	2,6	6	15-sep	03-oct	25-sep	14-oct	07-oct	26-oct
ACA	906	-5	3,2	14	15-sep	03-oct	25-sep	14-oct	07-oct	26-oct
BUCK	PLENO	-4	2,0	9	15-sep	03-oct	25-sep	14-oct	07-oct	26-oct
ACA	909	-4	2,1	6	16-sep	04-oct	26-sep	15-oct	08-oct	27-oct
ACA	908	-3	2,1	8	16-sep	04-oct	26-sep	15-oct	08-oct	27-oct
ACA	907	-3	0,5	3	16-sep	04-oct	26-sep	15-oct	08-oct	27-oct
BUCK	CLARAZ	-3	1,2	5	16-sep	04-oct	26-sep	15-oct	08-oct	27-oct
BUCK	SY330	-3	1,6	5	16-sep	04-oct	26-sep	15-oct	08-oct	27-oct
ACA	910	-3	2,5	6	17-sep	05-oct	27-sep	16-oct	09-oct	28-oct
SURSEM	LE2335	-3	0,0	1	17-sep	05-oct	27-sep	16-oct	09-oct	28-oct
BIOCERES	BIOINTA 1006	-3	2,8	18	17-sep	05-oct	27-sep	16-oct	09-oct	28-oct
BIOCERES	BIOINTA 1005	-2	2,9	17	17-sep	05-oct	27-sep	16-oct	09-oct	28-oct
KLEIN	NUTRIA	-2	2,7	18	17-sep	05-oct	27-sep	16-oct	09-oct	28-oct
KLEIN	LIEBRE	-2	2,8	5	17-sep	05-oct	27-sep	16-oct	09-oct	28-oct
KLEIN	TAURO	-2	3,1	29	17-sep	05-oct	27-sep	16-oct	09-oct	28-oct
KLEIN	RAYO	-2	2,3	14	18-sep	06-oct	28-sep	17-oct	10-oct	29-oct
INTA	MS INTA Bon 514	-1	2,1	3	18-sep	06-oct	28-sep	17-oct	10-oct	29-oct
KLEIN	PROMETEO	-1	1,3	4	19-sep	07-oct	29-sep	18-oct	11-oct	30-oct
KLEIN	LANZA	0	1,2	5	20-sep	08-oct	30-sep	19-oct	12-oct	31-oct
KLEIN	LEON	0	2,7	18	20-sep	08-oct	30-sep	19-oct	12-oct	31-oct
DON MARIO	CRONOX	1	1,7	22	21-sep	09-oct	01-oct	20-oct	13-oct	01-nov
SURSEM	L2331	2	2,9	10	21-sep	09-oct	01-oct	20-oct	13-oct	01-nov
BIOCERES	BIOINTA 2005	2	2,3	5	21-sep	09-oct	01-oct	20-oct	13-oct	01-nov
NIDERA	BAGUETTE 9	2	2,0	10	21-sep	09-oct	01-oct	20-oct	13-oct	01-nov
BUCK	75 Aniversario	2	2,8	12	21-sep	09-oct	01-oct	20-oct	13-oct	01-nov
DON MARIO	Atlax	2	2,1	13	22-sep	10-oct	02-oct	21-oct	14-oct	02-nov
SURSEM	LE2357	2	0,9	3	22-sep	10-oct	02-oct	21-oct	14-oct	02-nov
BIOCERES	BIOINTA 1001	3	6,1	26	22-sep	10-oct	02-oct	21-oct	14-oct	02-nov
BIOCERES	BIOINTA 1004	3	3,1	17	22-sep	10-oct	02-oct	21-oct	14-oct	02-nov
SURSEM	LE2333-Nogal 33	3	2,0	9	23-sep	11-oct	03-oct	22-oct	15-oct	03-nov
BIOCERES	BIOINTA 2006	3	2,8	7	23-sep	11-oct	03-oct	22-oct	15-oct	03-nov
RELMÓ	INIA CONDOR	4	2,8	12	23-sep	11-oct	03-oct	22-oct	15-oct	03-nov
INTA	MS INTA 615	4	1,4	3	24-sep	12-oct	04-oct	23-oct	16-oct	04-nov
BUCK	SY200	4	2,8	9	24-sep	12-oct	04-oct	23-oct	16-oct	04-nov
INTA	MS INTA 415	4	1,7	3	24-sep	12-oct	04-oct	23-oct	16-oct	04-nov
BUCK	METEORO	5	3,6	8	24-sep	12-oct	04-oct	23-oct	16-oct	04-nov
BIOCERES	BIOINTA 2007	5	0,0	1	25-sep	13-oct	05-oct	24-oct	17-oct	05-nov
KLEIN	PROTEO	5	5,1	23	25-sep	13-oct	05-oct	24-oct	17-oct	05-nov
ACA	356	5	3,9	5	25-sep	13-oct	05-oct	24-oct	17-oct	05-nov
BIOCERES	BIOINTA 3006	6	0,8	5	25-sep	13-oct	05-oct	24-oct	17-oct	05-nov
INTA	MS INTA Bon 215	6	1,2	3	25-sep	13-oct	05-oct	24-oct	17-oct	05-nov
ACA	360	6	1,6	3	26-sep	14-oct	06-oct	25-oct	18-oct	06-nov

\*Diferencia de ciclo con respecto al cultivar de referencia obtenidas entre 11/5 y el 25/6, 1990/91-2016/2017, \*\* desvío estándar de la diferencia del ciclo, \*\*\* número de observaciones.

## **AGRADECIMIENTOS**

A René Acastello, Alejandro Chiavassa, Antonio Boasso y Germán Eggel por su colaboración en las labores de campo y a nuestros compañeros del área de producción vegetal Marcia Trossero, Juan Manuel Orcellet y Juan Manuel Picco por la ayuda brindada durante el ensayo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- SEA, 2016. Sistema de Estimaciones Agrícolas del Centro - Norte de la Provincia de Santa Fe, Informe Trigo. Campaña 2016.
- Zadoks J., Chang T. & Konzak C. 1974. A decimal code for the growth stage of cereals. Weed Res. 14: 415-421.
- Villar J. & L. Rosetti. 2016. Evaluación de cultivares de trigo 2015 y recomendaciones para la próxima campaña. Publicación Miscelánea N° 131. INTA Rafaela. Pág: 1-10.



## EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE TRIGO, CAMPAÑA 2016, SAN FABIÁN, DEPARTAMENTO SAN JERÓNIMO (SANTA FE- ARGENTINA).

MARTINS, L.<sup>1\*</sup>; CALCHA, J.<sup>1</sup>; LIEBER, B.<sup>2</sup>; TORNOTTI, L.<sup>2</sup>; PÉREZ, D. H.<sup>2</sup>;  
CASTELLARÍN, J.<sup>3</sup>; ANDRIANI, J.<sup>3</sup>; SANMARTI, N.<sup>3</sup>; GIANINETTO G.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>AER INTA Gálvez, <sup>2</sup>Asesor privado, <sup>3</sup>EEA INTA Oliveros, <sup>4</sup>AFA Humboldt.

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

### INTRODUCCIÓN

Desde hace 15 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 en el departamento San Jerónimo (provincia de Santa Fe). De la misma manera, por noveno 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 y analizar la estabilidad de sus rendimientos a través de los años.

De acuerdo al mapa de las subregiones trigueras de Argentina, este ensayo así como la Red que integra se encuentran ubicados dentro de la subregión II Norte, la cual comprende gran parte del centro y todo el sur de la provincia de Santa Fe, un sector del este de la provincia de Córdoba y una porción del sector norte de Buenos Aires (Figura 1) (UCA, 2012).

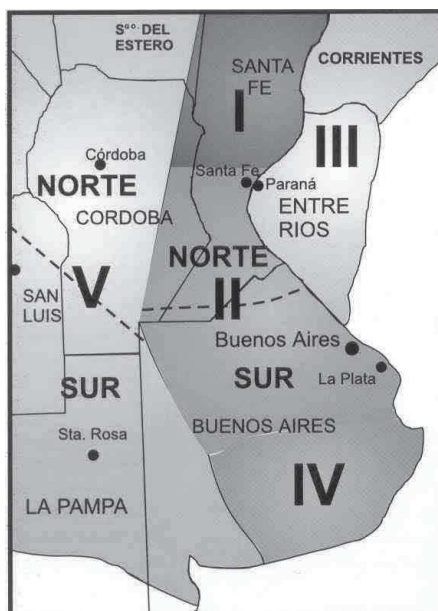
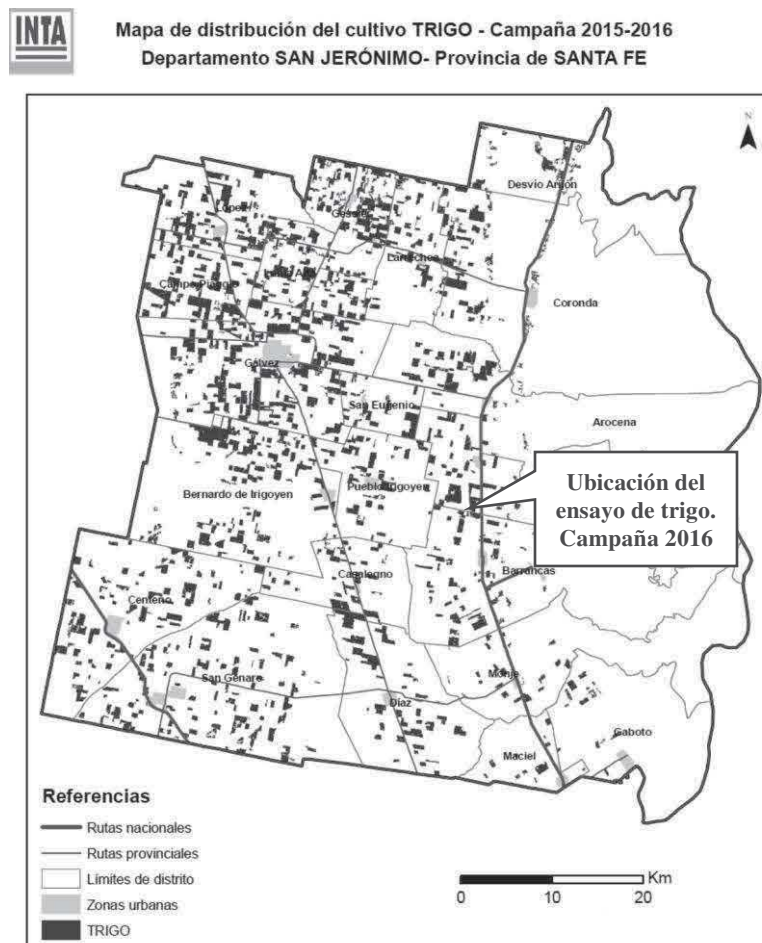


Figura 1. Subregiones trigueras de la República Argentina.

De acuerdo a una clasificación no supervisada de imágenes satelitales (Landsat 8 OLI\_TIRS) (Chuvioco, 1995), se estimó la distribución de los lotes sembrados con trigo durante la campaña 2015 en el departamento San Jerónimo (Figura 2). Además, en la misma figura se presenta la posición geográfica en donde se realizó el ensayo de cultivares de trigo de la campaña 2016. Según se observa, y en correspondencia con la clase de aptitud de los suelos, la mayor densidad de lotes con cultivo de trigo ocupan los suelos agrícolas o agrícolas ganaderos y se observan sectores sin presencia de trigo, los cuales corresponden a campos ganaderos, a sectores aledaños a arroyos y al sector isleño. Según el Ministerio de Agroindustria de la Nación (2017), la superficie sembrada en este Departamento en la campaña 2015/16, fue de 46.485 ha. De acuerdo a una estimación realizada por la AER INTA Gálvez (RIAN 2016, datos no publicados), sobre un total de 546 lotes productivos (2,8 % de representatividad de la superficie firme del departamento (316.798 ha)), durante la campaña 2016 el porcentaje de ocupación por el cultivo de trigo fue de 32,78 % (179 lotes), un 10,81 % superior a lo estimado para la campaña 2015.



**Figura 2.** Clasificación no supervisada de imágenes satelitales (Landsat 8 OLI\_TIRS), con control de campo y ubicación geográfica del ensayo de cultivares de trigo – campaña 2015. Noviembre de 2015.

## METODOLOGÍA

El lote en el cual se implantó el ensayo se ubicó al sur de la localidad de San Fabián, lindante a la autopista Santa Fe-Rosario (LS 32°11'4,98''; LO 61°00'7,94'').

El suelo es *Argiudol Típico* serie Maciel, de clase de aptitud 1, con un índice de aptitud (IAT) de 82 (GeoINTA), y el cultivo antecesor fue soja de primera. El ensayo se diseñó en parcelas divididas en bloques, con dos repeticiones. La siembra se realizó a 21 cm entre sí, con fertilización en la línea. El 20 de julio se sembraron 12 cultivares de ciclo corto y 1 cultivar de ciclo intermedio-largo, con una densidad de 160 kg/ha de semilla. La semilla fue curada con un fungicida a base del principio activo difenoconazole.

Los tratamientos químicos para el control de malezas en barbecho y en el cultivo, así como el de control de enfermedades, están detallados en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Detalle de los tratamientos químicos utilizados para el control de malezas y enfermedades del ensayo de Trigo. Campaña 2016.

<b>Control de Malezas</b>	
<b>19/05/2016</b>	1,20 litros/ha de Sulfosato + 0,50 litros/ha de 2,4-D Amina + 0,12 cm <sup>3</sup> /ha de Dicamba + 8 g/ha de Metsulfurón.
<b>Control de Enfermedades a la totalidad de las parcelas</b>	
<b>8/10/2016</b>	0,50 litros/ha de una suspensión concentrada compuesta por los principios activos Isopyrazam 12,5 g + Azoxistrobina 20 g.

Se realizó el muestreo de suelo de 0-20 cm de profundidad para determinar los parámetros químicos. Además, días antes de la siembra se aplicó fertilizante al voleo: 120 kg/ha de urea y 80 kg/ha de sulfato de calcio y a la siembra se fertilizó en la línea con 96 kg/ha de fosfato monoamónico.

Por otra parte, 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 y la profundidad de la capa freática, con lo cual se elaboró la distribución mensual del año 2016. 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 las plantas y las precipitaciones ocurridas durante el ciclo del cultivo.

La cosecha se efectuó el 8 de diciembre de 2016, con una cosechadora experimental (ancho de corte de 1,20 m). Los rendimientos se expresan en kg/ha al 14 % de humedad. Para cada uno de los cultivares, se presentan los rendimientos, sus componentes y el análisis estadístico elaborado con el programa INFOSTAT.

## RESULTADOS

### *Análisis de suelo:*

En la tabla 2 se presenta el resultado del análisis de fertilidad química del suelo y se destaca que el mismo está medianamente provisto de materia orgánica y de nitratos, con un pH ligeramente ácido y según los valores de referencia, el fósforo asimilable y los sulfatos, se presentan bajos.

**Tabla 2.** Resultado del análisis de suelo. Ensayo de Trigo. Campaña 2016. Referencias: ppm (partes por millón).

Materia Orgánica (Walkley - Black)	Fósforo (Bray - Kurtz I)	Nitratos (Harper mod.)	Sulfatos (Turbidimétrico)	pH actual (en agua)
2,30 %	13,1 ppm	59,4 ppm	23,4 ppm	5,9

### *Precipitaciones:*

Las precipitaciones fueron superiores al valor medio de los últimos 99 años (registro histórico en la zona de Gálvez – AER INTA Gálvez), en un 28 % (tabla 3).

**Tabla 3.** Precipitaciones registradas (en mm) en San Fabián (Santa Fe) y registro histórico de precipitaciones (1917-2016) en Gálvez. Ensayo de Trigo. Campaña 2016.

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
<b>Año 2016</b>	80	405	129	229	1	42	24	3	18	111	116	171	1329
<b>Histórico 1917-2016</b>	117	97	133	88	52	28	29	30	53	108	106	111	955
<b>Diferencia</b>	-37	308	-4	141	-51	14	-5	-27	-35	3	10	60	374

### *Profundidad de la capa freática:*

Los valores registrados de profundidad de la capa freática, obtenidos en un freatómetro ubicado a 1.000 metros de donde se implantó el ensayo, establecen otro parámetro ambiental con influencia sobre los resultados obtenidos (Tabla 4).

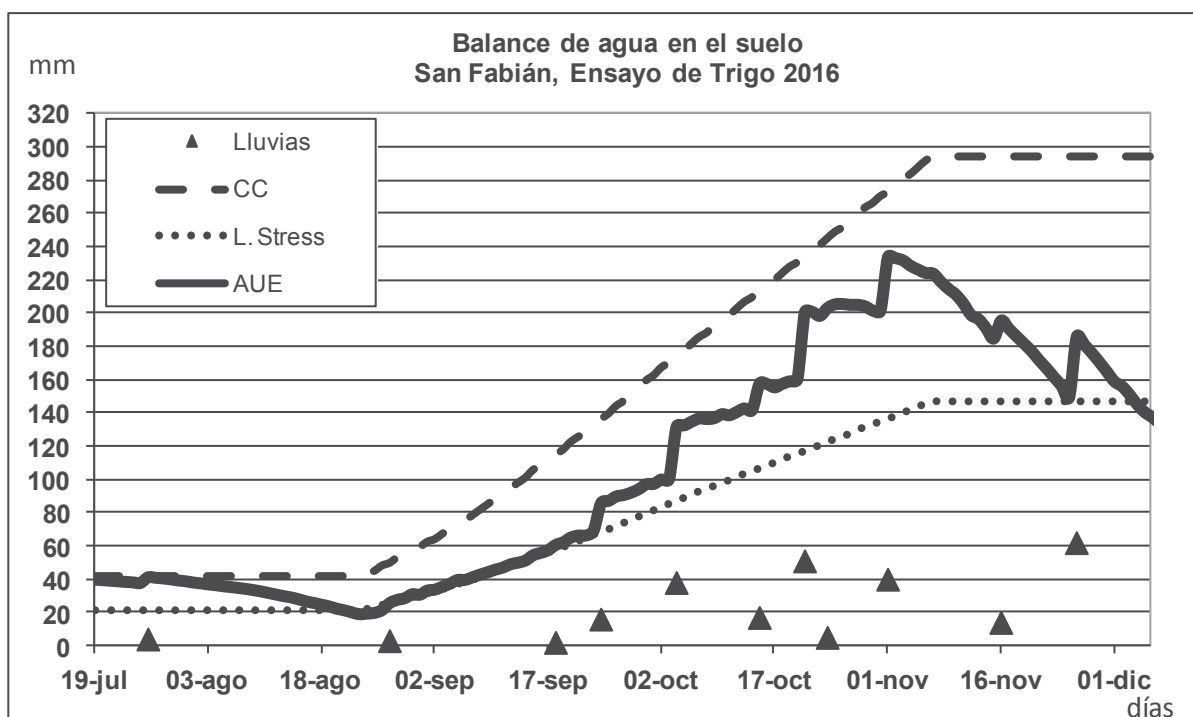


**Tabla 4.** Profundidad de la capa freática en el establecimiento Miraflores SA - Ensayo de Trigo. Campaña 2016.

Profundidad de la capa freática (metros)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio anual
1,80	0,20	0,70	-	-	-	0,70	-	1,20	1,30	1,30	-	1,03

**Balace de agua en el suelo:**

El valor ajustado de agua a la siembra y hasta los 2 metros de profundidad fue de 325 mm. Luego, se observa que la disponibilidad hídrica durante gran parte del ciclo estuvo ubicada entre la capacidad de campo y el límite de estrés, es decir que el cultivo estuvo bien provisto de agua durante su crecimiento y desarrollo (Figura 3). En el mes de noviembre, durante la última quincena, la disponibilidad de agua en el suelo se situó cercana al límite de estrés hídrico, pero estas condiciones no afectaron a los cultivares de ciclo corto ya que habían logrado para ese momento la madurez fisiológica.



**Figura 3.** Balance de agua en el suelo durante el ciclo de cultivo de los cultivares de ciclo intermedio-largo y ciclo corto. Ensayo de Trigo – Campaña 2016. Referencias: CC (capacidad de campo), L. Stress (límite de estrés hídrico), AUE (agua útil existente).

**Rendimientos:**

A continuación, en las tablas 5 y 6, se visualizan los resultados de los rendimientos, del análisis estadístico, del número de plantas y espigas por metro cuadrado logrados, para los cultivares de ciclo intermedio-largo y ciclo corto.

**Cultivar de ciclo intermedio-largo:**

El cultivar Klein Serpiente fue el único de ciclo intermedio-largo sembrado en este ensayo y el principal objetivo de su inclusión fue posicionarlo en la misma fecha de siembra que los trigos de ciclo corto, con el propósito de comparar y evaluar su respuesta ante el efecto de la fecha de siembra y de las condiciones meteorológicas ocurridas en el ciclo del cultivo. Según el catálogo técnico del semillero, este cultivar pertenece al Grupo 1 de calidad industrial de trigo pan y el período de siembra recomendado del mismo, para la subregión II Norte, es entre el 25 de mayo y el 10 de julio. Como era previsible, este cultivar no pudo expresar su potencial de rendimiento de acuerdo a la fecha en que fue sembrado y quedo posicionado con un rendimiento similar al logrado por el último cultivar de ciclo corto ensayado. Asimismo y de acuerdo a las condiciones medioambientales pudo alcanzar un rendimiento adecuado, con 3.693 kg/ha.

**Tabla 5.** Rendimiento de grano del cultivar de ciclo intermedio. Ensayo de Trigo. Campaña 2016. Referencias: m metro, kg kilogramos, ha hectárea.

Trigo Ciclo Intermedio		Rendimientos medios (kg/ha)	Plantas/m <sup>2</sup>	Espigas/m <sup>2</sup>
<i>KLEIN</i>	Serpiente	<b>3.693</b>	<b>329</b>	<b>419</b>

**Cultivares de ciclo corto:**

Los rendimientos logrados fueron excepcionales para la zona, con un promedio de 4.489 kg/ha, un número medio de 360 plantas/m<sup>2</sup>, 489 espigas/m<sup>2</sup> y 1,36 espigas/planta. El mayor número de cultivares se ubicó entre los 4.126 y 4.723 kg/ha de rendimiento medio y dos cultivares superaron los 5.000 kg/ha (Tabla 6).

**Tabla 6.** Rendimiento de grano de los cultivares de ciclo corto. Ensayo de Trigo. Campaña 2016. Referencias: m (metro), kg (kilogramos), ha (hectárea). Test DGC: nivel de significancia al 5 %, medias con las mismas letras no difieren entre sí.

<b>Trigo Ciclo Corto</b>		<b>Rendimientos medios (kg/ha)</b>	<b>Test DGC</b>	<b>Plantas/m<sup>2</sup></b>	<b>Espigas/m<sup>2</sup></b>
<i>DON MARIO</i>	<b>DM Ceibo</b>	<b>5.588</b>	a	<b>352</b>	<b>519</b>
<i>DON MARIO</i>	<b>DM Fuste</b>	<b>5.085</b>	b	<b>298</b>	<b>508</b>
<i>BIOCERES</i>	<b>BioINTA 1008</b>	<b>4.723</b>	c	<b>286</b>	<b>419</b>
<i>SURSEM</i>	<b>SRM Nogal 90</b>	<b>4.657</b>	c	<b>425</b>	<b>535</b>
<i>KLEIN</i>	<b>Klein Lanza</b>	<b>4.581</b>	c	<b>379</b>	<b>490</b>
<i>ACA</i>	<b>ACA 909</b>	<b>4.511</b>	c	<b>383</b>	<b>451</b>
<i>AGSEED</i>	<b>Floripan 100</b>	<b>4.346</b>	c	<b>337</b>	<b>417</b>
<i>BUCK</i>	<b>Buck Saeta</b>	<b>4.321</b>	c	<b>360</b>	<b>486</b>
<i>BUCK</i>	<b>SY 330</b>	<b>4.303</b>	c	<b>376</b>	<b>421</b>
<i>ACA</i>	<b>ACA 908</b>	<b>4.156</b>	c	<b>367</b>	<b>511</b>
<i>DON MARIO</i>	<b>DM Cambium</b>	<b>4.126</b>	c	<b>425</b>	<b>522</b>
<i>BUCK</i>	<b>Buck Claraz</b>	<b>3.466</b>	d	<b>333</b>	<b>587</b>
Promedios		<b>4.489</b>		<b>360</b>	<b>489</b>

## CONSIDERACIONES FINALES

Todos los cultivares lograron un desempeño favorable, pero se destacaron por lograr los mejores rendimientos: Don Mario Ceibo: 5.588 kg/ha y Don Mario Fuste: 5.085 kg/ha.

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.gob.ar/documentos/oliveros-informa-ya-resultados-de-experiencias-en-red>.

El trigo es un cultivo de importancia productiva y económica para el sector agropecuario nacional, por lo que es de interés que esta información esté disponible y sea de utilidad para productores y profesionales que producen trigo en los agrosistemas agrícolas del departamento San Jerónimo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Sr. Miguel Lieber, propietario del establecimiento agropecuario Miraflores S.A. y a su personal, por otorgar el espacio físico y por la predisposición operativa para realizar el ensayo; a la Lic. Verónica Sapino, del área de investigación en producción vegetal de la EEA INTA Rafaela, por confeccionar la imagen con la estimación de la distribución de lotes sembrados con trigo en el departamento San Jerónimo; a los semilleros por haber colaborado con la entrega de los distintos cultivares; a AFA Humboldt por haber otorgado la semilla del cultivar Klein Serpiente y a ASP Gálvez por su apoyo económico para realizar la cosecha.

## **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.
- Chuvieco, E. 1995. Introducción a la teledetección espacial. 2º Edición. Ediciones RIALP S.A. Madrid.
- GEOINTA. En: <http://geointa.inta.gov.ar/visor/?p=83> (18/01/2017).
- INFOSTAT. En: <http://www.infostat.com.ar> (18/01/2017).
- Ministerio de agroindustria de la Nación. 2017. En: <https://datos.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones> (02/03/2017).
- UCA (Universidad Católica Argentina). 2012. *Mapa con las subregiones trigueras de Argentina*. En: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/greenstone/collect/tesis/tmp/efecto-fertilizacion-nitrogenada.html> (09/02/2017).



## **EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE CULTIVARES DE TRIGO PAN EN SAN JUSTO, SANTA FE. Campaña 2016/2017.**

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

<sup>1</sup>Profesionales de la AER San Justo del INTA

<sup>2</sup>Profesionales Cooperativa Agrícola Ganadera de Videla

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

### **INTRODUCCIÓN**

En el departamento San Justo, provincia de Santa Fe, durante la campaña agrícola 2016/17 se sembraron 30.000 ha de trigo, alcanzando valores históricos de rendimiento de la zona y que no se observaban desde la campaña 2.007/2.008, cuando fueron sembradas 40.000 ha (Ministerio de Agroindustria, 2017).

El mercado de semillas de trigo ofrece año a año nuevas variedades de los distintos semilleros. Esto conlleva a que las instituciones como INTA, realicen evaluaciones de su comportamiento en las distintas zonas de producción a fin de contar con una herramienta más al momento de tener que tomar decisiones en la siembra del cultivo.

Desde hace varias campañas, el INTA Oliveros dirige una red de evaluación de trigo pan para el centro y sur de Santa Fe. En el marco de la misma, se realizó un ensayo con el objetivo de obtener información sobre el comportamiento de diferentes cultivares comerciales en el área de influencia de la AER San Justo del INTA, durante la campaña 2016/17.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

En un lote perteneciente a la Cooperativa Agrícola Ganadera de Videla Ltda., se realizó un ensayo comparativo de cultivares de trigo pan de ciclo corto. La siembra se efectuó en directa el 14/07/16, interviniendo 16 variedades.

Previo a la siembra (13/06/16) se realizó el control químico de las malezas con una mezcla compuesta por Glifosato 74,7% (2 kg/ha) + 2,4-D 80% (1 L/ha) + Metsulfurón (6 g/ha) + Dicamba (0,25 L/ha) + Sulfato de amonio (1,33 L/ha).

El suelo muestreado el 21/06/16 se presentaba con valores bajos y comunes para la zona: MO (2,23%), N total (0,112%), N-NO<sub>3</sub> (7,6 ppm), Fósforo (10,2 ppm) y S-SO<sub>4</sub> (6,21 ppm) y un pH igual a 6,21 considerado adecuado.

Para la siembra se utilizó una sembradora Tanzi 4350 con un espaciamiento entre hileras de 19,1 cm, fertilizando al momento de la siembra con 126 kg/ha de fosfato diamónico (18% de N y 20% de P). La fertilización se completó el 13/08/16, con 188,5 kg/ha de Solmix (N: 28% y S:5%).

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con dos repeticiones y el tamaño de la unidad experimental fue de 4,35 m de ancho y 130 m de longitud.

Se determinaron las fechas de ocurrencia de floración (Z 6.1) y madurez fisiológica

(Z8.6). El 21 de octubre se realizó una evaluación de severidad (S%) de roya anaranjada (*Puccinia graminis*) en hoja bandera.

La cosecha se realizó el 24/11/16 sobre la superficie total de la parcela (565,5 m<sup>2</sup>) con una cosechadora John Deere 1175 y 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%). Se realizaron, además, la determinación del peso de mil granos (P1000), peso hectolítrico (PH), porcentaje de proteína y porcentaje de gluten.

Los rendimientos se analizaron con ANOVA y las medias se compararon con el método particionante DGC, con un  $\alpha=0,05$ .

En el cuadro 1 se indican las precipitaciones de marzo a noviembre de 2.016, tomadas de los datos recopilados por la Cooperativa Agrícola Ganadera de Videla Ltda.

**Cuadro 1.** Precipitaciones (mm) mensuales registradas en Videla, Santa Fe durante marzo – noviembre de 2016.

mes	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV
mm	84	393	16	14	24	3	22	228	87

Las precipitaciones de otoño (abril-mayo) tuvieron valores superiores para la época, por lo que la reserva de agua edáfica se consideró favorable para el cultivo. Durante el período de crecimiento vegetativo (julio-agosto), las lluvias fueron algo deficitarias, situación que se mantuvo promediando la etapa crítica de encañazón (septiembre), mientras que para el llenado de grano (octubre), se registraron lluvias muy abundantes.

## RESULTADOS

Las condiciones de excesiva humedad del suelo, no permitieron una siembra oportuna. Las principales consecuencias de esto fueron, en primera instancia, el traslado de la emergencia del cultivo a una fecha tardía (27/07/2016) y, posteriormente, un escaso crecimiento del cultivo.

En cuanto a la evaluación de la severidad de roya de la hoja, ninguna variedad superó el 5% de severidad en hoja bandera (HB). Se destacaron 6 genotipos por no presentar la enfermedad (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Roya en hoja bandera (HB) como % de Severidad en variedades de trigo sembradas en Videla, Santa Fe el 14/07/16.

Semillero	Variedad	Roya HB (%)
ACA	ACA 908	3
	ACA 909	5
BIOCERES	BioINTA 1008	3
BUCK	Buck Claraz	0
	Buck Saeta	0
	SY 330	0
DON MARIO	DM Cambium	0
	DM Ceibo	0
	DM Fuste	3
KLEIN	Klein Lanza	3
	Klein Liebre	3
	Klein Rayo	5
	Klein Tauro	3
MERCOSED	MS 815	1
NIDERA	Baguette 501	3
SURSEM	SRM Nogal 90	0

El Cuadro 3 muestra que el rendimiento promedio logrado en el ensayo estuvo por debajo del reportado para el departamento San Justo por la Dirección de Estimaciones Agrícolas y Delegaciones (Ministerio de AgroIndustria, 2017) cuyo valor asciende a los 2.900 kg/ha para la misma campaña. Resulta evidente que la fecha de siembra tardía condicionó la obtención de rendimientos elevados.

El método estadístico utilizado dividió a las variedades en dos grupos, destacándose 11 con rendimiento superior a los 2.400 kg/ha.

**Cuadro 3.** Fecha de ocurrencia de la floración y de la madurez fisiológica (MF), días entre la siembra y la floración, días de llenado de granos y rendimiento de variedades de trigo ciclo corto sembradas el 14/07/16 en Videla, Santa Fe.

Variedad	Floración (Z6.1)	MF (Z8.6)	Días de siembra a floración	Días de llenado de granos	Rendimiento (Kg/ha, 14% H <sup>o</sup> )*
<b>Buck Saeta</b>	12-oct	10-nov	90	29	<b>2.989,45</b> a
<b>Klein Liebre</b>	17-oct	16-nov	95	30	<b>2.958,60</b> a
<b>SY 330</b>	12-oct	11-nov	90	30	<b>2.847,05</b> a
<b>DM Ceibo</b>	11-oct	16-nov	89	36	<b>2.765,75</b> a
<b>Baguette 501</b>	12-oct	13-nov	90	32	<b>2.677,50</b> a
<b>DM Cambium</b>	11-oct	11-nov	89	31	<b>2.659,10</b> a
<b>ACA 908</b>	11-oct	12-nov	89	32	<b>2.656,10</b> a
<b>SRM Nogal 90</b>	14-oct	16-nov	92	33	<b>2.613,25</b> a
<b>DM Fuste</b>	15-oct	16-nov	93	32	<b>2.561,20</b> a
<b>Klein Tauro</b>	08-oct	12-nov	86	35	<b>2.499,70</b> a
<b>Klein Rayo</b>	10-oct	11-nov	88	32	<b>2.491,10</b> a
<b>BioINTA 1008</b>	12-oct	10-nov	90	29	<b>2.334,15</b> b
<b>MS 815</b>	14-oct	16-nov	92	33	<b>2.326,10</b> b
<b>ACA 909</b>	11-oct	13-nov	89	33	<b>2.163,65</b> b
<b>Buck Claraz</b>	25-oct	26-nov	103	32	<b>2.071,60</b> b
<b>Klein Lanza</b>	12-oct	10-nov	90	29	<b>1.829,10</b> b
<b>PROMEDIO</b>					<b>2.527,7</b>
<b>CV (%)</b>					<b>10,73</b>

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ). Test: DGC, Alfa=0,05

Los parámetros de calidad evaluados se presentan en el cuadro 4. La variedad Buck Claraz no se encontraba en madurez comercial al momento de la cosecha, por lo cual no se envió la muestra a laboratorio para su análisis.



**Cuadro 4.** Peso de mil granos (P1000), peso hectolítrico (PH), Contenido de proteína y gluten de variedades de trigo ciclo corto sembradas el 14/07/16 en Videla, Santa Fe.

Variedad	P1000 (g)	PH (Kg/hl)	% Proteína	% Gluten
<b>Buck Saeta</b>	37,00	82,60	9,22	21,66
<b>Klein Liebre</b>	29,25	74,75	10,56	24,65
<b>SY 330</b>	37,00	79,90	10,71	24,96
<b>DM Ceibo</b>	34,00	79,45	9,88	23,15
<b>Baguette 501</b>	36,50	80,35	10,08	23,49
<b>DM Cambium</b>	32,25	83,90	10,28	24,01
<b>ACA 908</b>	31,25	84,55	10,55	23,66
<b>SRM Nogal 90</b>	28,50	76,80	9,85	23,08
<b>DM Fuste</b>	31,75	79,00	9,88	23,08
<b>Klein Tauro</b>	44,50	81,50	10,63	24,82
<b>Klein Rayo</b>	37,50	80,15	10,93	25,59
<b>BioINTA 1008</b>	42,25	79,90	10,37	24,20
<b>MS 815</b>	39,50	78,80	10,16	23,82
<b>ACA 909</b>	39,75	82,80	9,75	22,83
<b>Klein Lanza</b>	35,50	82,80	9,98	23,36

## CONSIDERACIONES FINALES

Se destacaron 12 variedades que alcanzaron el grado 1 de comercialización por presentar un PH superior a 79 kg/hl. En cuanto al porcentaje de proteína del grano, si bien no alcanzó el estándar comercial de 11% en ninguna variedad, suponiendo descuentos en la venta del grano, se destacaron 5 variedades con valores superiores a 10,5%. Si tenemos en cuenta estos dos parámetros, se destacaron ACA 908, Klein Tauro, Klein Rayo y SY 330, presentando, además, rendimientos superiores estadísticamente.

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.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio de Agroindustria. 2017. [en línea]  
<https://datos.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>. Verificado el 16/03/2017.
- Cooperativa Agrícola Ganadera de Videla Ltda. 2017. [en línea]  
<http://coopvidela.com.ar/portal/index.php/registro-lluvias>. Verificado el 16/03/2017.

## EVALUACIÓN DEL CONTROL DE *LISTRONOTUS BONARIENSIS* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) CON INSECTICIDAS EN EL CULTIVO DE TRIGO.

TROSSERO, M.A.\*; FRANA, J.E.; MASSONI, F.A.

---

Profesionales del Área Investigación en Producción Vegetal del INTA EEA Rafaela

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

### INTRODUCCIÓN

El trigo (*Triticum aestivum* L.) es el principal cultivo de invierno en los sistemas agrícolas de la región pampeana argentina. En los últimos diez años, ocupó una superficie anual promedio de 4,5 millones de hectáreas con una producción de 12,1 millones de toneladas. En este contexto, la provincia de Santa Fe aportó aproximadamente el 13,7 % de la producción nacional (Ministerio de Agroindustria, 2017).

Entre sus plagas principales se encuentran distintas especies de artrópodos. El gusano blanco (*Diloboderus abderus*) puede comprometer la densidad de plantas; los pulgones (*Schizaphis graminum* y *Metopolophium dirhodum*) pueden afectar el área fotosintética o incidir sobre el peso de 1000 granos (*Sitobion avenae*). Por otro lado algunas larvas de lepidópteros (*Faronta albilinea* y *Pseudaletia adultera*) consumen hojas, brotes, espigas o granos afectando el rendimiento del cultivo. En 1996, en la provincia de Santa Fe, se registraron daños de un nuevo organismo (Gamundi y Molinari, 1996), conocido como el “gorgojo del macollo del trigo”, *Listronotus bonariensis* (Kuschel) (Coleoptera: Curculionidae), especie que es originaria del Neotrópico y se la considera una plaga principal en pasturas en Nueva Zelanda (Pottinger, 1961; Barker & Addison, 1989).

Los adultos de *L. bonariensis* son de tamaño pequeño (3 mm de largo), cuerpo grisáceo y cubierto de escamas cerosas a la que se adhieren partículas de tierra, favoreciendo su mimetismo con el suelo. Estas características, sumadas a la inmovilidad que adopta al ser perturbado y sus hábitos crepusculares, dificultan su observación. Estos insectos se alimentan de las hojas a las que realizan pequeñas perforaciones o “ventanitas” (indicadores de la oviposición), pero sin ocasionar daños graves. La presencia del gorgojo se infiere generalmente a través de la observación de sus huevos, que están encastrados en la parte interior de las vainas, próximos a la superficie del suelo (Gamundi y Molinari, 1996). *L. bonariensis* comienza a oviponer a principios de invierno, en etapas iniciales del desarrollo del cultivo de trigo y se mantiene durante el macollaje (Gallez *et al.*, 1996).

El daño que produce se debe a la actividad minadora de las larvas, que se caracterizan por ser pequeñas, de color cremoso y cabeza color caramelo. Éstas se ubican en la corona de las plantas de trigo y se alimentan de las yemas que dan origen a macollos o raíces. Cuando el ataque se ocasiona en estados tempranos del desarrollo del cultivo, con frecuencia, las plántulas mueren,

mientras que, si se registran en etapas posteriores, los principales daños pueden ser: reducción o muerte de macollos, reducción de espigas por plantas, vuelco de las plantas, reducción o muerte de raíces (Pottinger, 1961; Gamundi y Molinari, 1996).

El “gorgojo del macollo del trigo” también se presenta como plaga en el cultivo de maíz y se puede encontrar en distintas gramíneas hospederas, como son el raigrás, cebadilla, centeno, cebada y avena. Los sistemas de labranza reducida y siembra directa favorecen el desarrollo de gramíneas nativas como malezas, las que predisponen el crecimiento poblacional de esta plaga (Gamundi y Molinari, 1996).

Distintas experiencias sobre control químico del insecto en trigo, fueron realizadas en Totoras y Oliveros, provincia de Santa Fe, en 1996, estas mostraron escasa eficacia de control de larvas con pulverizaciones terrestre sobre plantas, tanto con productos de contacto como sistémicos a dosis altas (Gamundi y Molinari, 1996). En el cultivo de maíz, según prácticas realizadas en Brasil, así como en Pergamino durante la campaña 1995, también resultó negativo el control de larvas de esta plaga y pocos productos fueron eficaces para controlar adultos (Iannone y Leiva, 2012).

En la campaña agrícola 2016 se detectó en la EEA Rafaela del INTA la presencia de *L. bonariensis* en algunos cultivares del ensayo de fenología de variedades de trigo correspondiente a la siembra del 27 de mayo de 2016, donde se evalúan distintos materiales comerciales de ciclo largo y corto en diferentes fechas de siembra. Debido a la escasa información sobre el control efectivo de la plaga en nuestro país, y a la aparición en el mercado de insecticidas con nuevos modos de acción, se realizaron ensayos con el objetivo de determinar el número de huevos y larvas de *L. bonariensis* en plantas de trigo y evaluar el control químico a distintas dosis de insecticida y con diferentes productos aplicados sobre el follaje en Rafaela, provincia de Santa Fe.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron tres ensayos de trigo en la EEA Rafaela del INTA, en un suelo Argiudol típico y con soja como cultivo antecesor. En todos los casos se realizó siembra directa a un distanciamiento entre surco de 0,21 m.

### Ensayo 1

El ensayo se sembró el 13/06/2016 con el cultivar (cv) ACA 602. Se aplicó un diseño experimental en bloques completamente aleatorizados, con dos tratamientos (T): T1: Testigo sin control del insecto con 8 repeticiones y T2: Imidacloprid 36 % + Spirotetramat 12 % (150cc/ha) con 12 repeticiones; cada tratamiento (parcela) contaba con 14 surcos por 10 metros de largo (27,3 m<sup>2</sup>).

Para estimar números de huevos y lavas de *L. bonariensis*, se tomaron cinco plantas al azar por parcela en tres fechas (20/07/2016, 30/08/2016 y 12/09/2016), se observaron a través de

una lupa (Olympus mod. SZ61) y se contabilizó y registró cada planta. Con los datos de densidad de huevos por planta se realizó un mapa de contornos a través del software Surfer® para ver la distribución espacial. El control químico de larvas se realizó el 30/08/2016 mediante mochila de aire comprimido a presión constante.

Previo a la cosecha se registró el número de espigas por metro lineal. La cosecha se realizó en siete surcos por 10 metros de largo (14,7 m<sup>2</sup>) por parcela mediante una cosechadora mecánica experimental (Fankhauser). Se estimó el rendimiento de granos, se ajustó la humedad a 14 % y se expresó en kg/ha.

El análisis estadístico se realizó mediante una regresión Poisson utilizando el software estadístico InfoStat; para las variables huevos y larvas/planta según cada tratamiento, mientras que los rendimientos y número de espigas por metro lineal se analizó la varianza. Las diferencias entre medias se compararon con el test de LSD de Fisher ( $p < 0,05$ ).

## **Ensayo 2**

Se evaluó la producción de materia seca (MS) en un lote de trigo (cv SY 330) sembrado el 20/07/2016. Se tomaron muestras al azar de 40 plantas para estimar la infestación inicial y luego el lote se dividió en tres tratamientos. El T1 y T3 contaban con una superficie de 5.400 m<sup>2</sup> donde se realizó control químico del insecto mediante una pulverizadora de arrastre (Metalfor LTP 600 de enganche tres puntos y ancho de trabajo de 12 m). En el T1 se aplicó 200cc/ha de Imidacloprid (21 %) + BetaCiflutrin (9 %) y en el T3, 150cc/ha de Imidacloprid (36 %) + Spirotetramat (12 %). El T2 era el testigo sin control de insectos y contaba con una superficie de 10.500 m<sup>2</sup>. A los 15 días después de la aplicación (DDA), se tomaron muestras al azar de 15 plantas por parcela. Las muestras fueron llevadas al laboratorio. Se contabilizó y registró la cantidad de huevos y larvas totales por planta para estimar la efectividad de los insecticidas.

Una vez que el cultivo se encontraba en estado grano pastoso (Z8 según escala de Zadocks *et al.*, 1974), se registró el número de espigas por metro lineal en 20 muestras por tratamiento. Posteriormente se tomaron tres muestras por tratamiento donde se cortaron las plantas de 1m<sup>2</sup> a la altura de la corona, luego se realizó el peso de materia verde, se colocaron 48 hs en estufa a 60 °C y se realizó el peso de materia seca. Para el análisis estadístico de la varianza y las diferencias entre medias comparadas con el test de LSD de Fisher ( $p < 0,05$ ) se utilizó el software estadístico InfoStat.

## **Ensayo 3**

En un lote de trigo (cv Klein Rayo) sembrado el 10/08/2016, se tomó una superficie de 202 m<sup>2</sup> y se aplicó un diseño experimental en bloques completamente aleatorizados, con tres tratamientos y tres repeticiones. Cada parcela fue representada por 10 surcos por 10 m de largo (21 m<sup>2</sup>). Los tratamientos fueron: T1: Testigo libre de químicos, T2: 400cc de Imidacloprid (36 %) + Spirotetramat (12 %) y T3: 600cc de Imidacloprid (36 %) + Spirotetramat (12 %).



Se tomaron muestras al azar antes del control químico (21/09/2016) y a los siete DDA de cinco plantas por parcela. Las muestras se remitieron al laboratorio y se contabilizaron el número de huevos y larvas de *L. bonariensis* utilizando una lupa (Olympus SZ61).

Al momento de la cosecha se registró el número de espigas por metro lineal. La cosecha se realizó en siete surcos por 10 metros de largo (14,7 m<sup>2</sup>) por parcela mediante una cosechadora mecánica experimental (Fankhauser). Se estimó el rendimiento de granos por parcela, se ajustó la humedad a 14 % y se expresó en kg/ha. Se analizó la varianza y las diferencias entre medias se compararon con el test de LSD de Fisher (p<0,05) mediante el software InfoStat.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan los registros de precipitaciones ocurridos durante el 2016 con el propósito de ilustrar los excesos hídricos de la primera mitad del período considerado y las oscilaciones durante el segundo semestre.

**Tabla 1.** Precipitaciones mensuales (mm) del año 2016, serie histórica 1930/2016 y diferencia 2016-1930/2016 ( $\Delta$ ) registradas en la Estación Agrometeorológica de la EEA Rafaela.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
2016	80	381	55	307	15	40	15	3	17	139	72	161	1283
1930/2016	118	119	154	94	47	28	22	26	41	85	107	125	966
$\Delta$	-39	262	-99	213	-32	12	-8	-23	-24	54	-35	36	317

Las precipitaciones acumuladas entre los meses de febrero y abril (742,6 mm) duplicaron la media de la serie histórica (366,7 mm). Esta situación provocó ascensos de napas, anegamiento, compactación de lotes y retrasó la fecha de siembra temprana del cultivo de trigo. Si bien el período vegetativo transcurrió con escasas precipitaciones, la buena oferta hídrica al inicio favoreció el desarrollo del cultivo.

No se detectaron organismos plaga (insectos y enfermedades) de presencia frecuente en años normales en densidades que impacten el rendimiento del cultivo. La única especie que mereció temprana consideración fue *L. bonariensis*. A continuación se presentan los datos registrados en los ensayos conducidos para determinar el número de huevos y larvas del coleóptero en plantas de trigo y evaluar el control con diferentes productos químicos y a distintas dosis aplicadas sobre el follaje.

### Ensayo 1

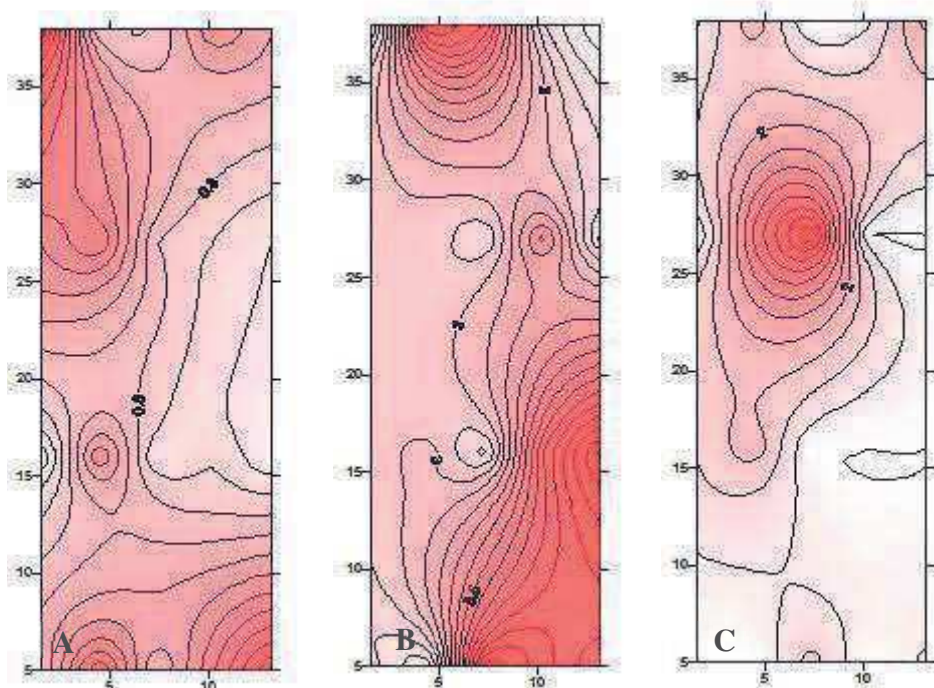
Se detectaron diferencias significativas entre tratamientos en el número de huevos para cada uno de los recuentos (Tabla 2), estas podrían estar relacionados a las condiciones ambientales de las parcelas y no al ensayo en sí, ya que fueron previos al establecimiento de los tratamientos, más aun cuando se considera la inversión del valor máximo en dos recuentos sucesivos. Una de las posibles explicaciones estaría dada por la marcada agregación de los

desoves influenciado por el efecto del anegamiento sobre la dispersión de los adultos previa y posterior a la emergencia del cultivo.

**Tabla 2.** Número promedio de huevos y larvas por plantas de trigo para cada tratamiento en tres fechas de muestreo (20/07/2016, 30/08/2016, 12/09/2016).

Fechas de muestreo	20/07/2016		30/08/2016		12/09/2016	
Tratamientos	N° Huevo	N° Larva	N° Huevo	N° Larva	N° Huevo	N° Larva
T1: Sin tratar	0,9	0,0	5,9	1,6	0,5	1,7
T2: Spirotetramat + Imidacloprid	1,5	0,0	3,2	1,2	1,3	1,8

En el mapa de contornos de la densidad de huevos por planta (isolíneas  $\pm 0,2$ ) (Figura 1) se detectó que las concentraciones promedio de huevos fueron variables en el tiempo, siendo bajo al principio (20/07/2016) y luego se incrementó notablemente hacia fines de agosto, para luego decrecer en septiembre. No se detectó oviposición uniforme en el ensayo destacándose concentraciones en los extremos en los dos primeros muestreos (Figura 1A y 1B) y en el centro del ensayo al final (Figura 1C).



**Figura 1.** Mapas de contornos de las densidades de huevos de *L. bonariensis* por planta en fechas 20/07/2016 (A); 30/08/2016 (B) y 12/09/2016 (C).

Las densidades de larvas no presentaron diferencias significativas entre tratamientos, y por lo tanto se infiere que no hubo efecto de control del insecticida.

Respecto a N° de espigas y rendimiento (Tabla 3), no se encontraron diferencias

significativas ni en el promedio del número de espigas/m lineal ( $p = 0,8353$ ) ni en el rendimiento ( $p = 0,2644$ ).

**Tabla 3.** Número de espigas por metro lineal y rendimiento (kg/ha) en función de los tratamientos.

Tratamientos	Nº espigas/m lineal	Rendimiento (kg/ha)
T1: Testigo sin control	70	3.439
T2: Spirotetramat + Imidacloprid	69	3.329

## Ensayo 2

El muestreo previo al tratamiento indicó que el cultivo registraba una densidad de 3,2 huevos y 0,1 larvas de *L. bonariensis* por planta. A los 15 DDA se detectó que la densidad de larvas/planta en Imidacloprid + BetaCiflutrina no difería del testigo sin tratamiento (Tabla 4), pero se notó menor cantidad de larvas al aplicar Spirotetramat + Imidacloprid. ( $p = 0,0639$ ;  $DMS_{LSD\ Fisher} = 0,94406$  de larvas por planta).

**Tabla 4.** Número de larvas por planta para los tres tratamientos a los 15 DDA.

Tratamientos	Larvas	
T3: Imidacloprid + Spirotetramat	1,2	A
T1: Imidacloprid + BetaCiflutrin	1,4	A B
T2: Testigo sin control	2,3	B

No se detectaron diferencias de rendimiento entre tratamientos al considerar el peso de la materia seca (Tabla 5) del cultivo en grano pastoso (17/10/2016; Z8 según escala de Zadocks).

**Tabla 5.** Número de espigas por metro lineal y peso seco promedio por metro cuadrado ( $kg/m^2$ ) en función de los tratamientos.

Tratamientos	Nº espigas/m lineal		Materia seca ( $kg/m^2$ )
T1: Imidacloprid + BetaCiflutrin	41	A	0,458 A
T2: Testigo sin control	49	A B	0,435 A
T3: Imidacloprid + Spirotetramat	52	B	0,419 A

Por el contrario, se encontraron diferencias significativas en el número de espigas/m lineal entre tratamientos ( $p = 0,0283$ ), pero tal vez sea consecuencia de factores ajenos al efecto insecticida (anegamiento previo a la siembra, baja densidad de plantas y desuniformidad del lote).

### Ensayo 3

No se detectaron diferencias entre tratamientos para huevos y larvas por planta tanto en el recuento previo como a los 7 DDA (Tabla 6) sugiriendo que no existe control con los activos y dosis ensayados.

**Tabla 6.** Número de huevos y larvas por planta para los tres tratamientos, en dos fechas de muestreo (previo: 21/09/2016 y 7 DDA: 28/09/2016).

Fechas de muestreo Tratamientos	21/09/2016		28/09/2016	
	Nº Huevo	Nº Larvas	Nº Huevo	Nº Larvas
T1: Testigo sin control	0,5	0,1	1,2	0,2
T2: Imidacloprid + Spirotetramat 400cc	1,4	0,2	1,4	0,7
T3: Imidacloprid + Spirotetramat 600cc	1,1	0,2	2,1	0,7

Respecto a las variable espigas/m lineal y rendimiento, tampoco se detectaron diferencias estadísticas significativas (Tabla 7).

**Tabla 7.** Número de espigas por metro lineal y rendimiento promedio por hectárea (kg/ha) en función de los tratamientos.

Tratamientos	Nº espigas/m lineal	Rendimiento (kg/ha)
T1: Testigo sin control	57	2.556
T2: Imidacloprid + Spirotetramat 400cc	54	2.635
T3: Imidacloprid + Spirotetramat 600cc	64	2.579

Se observa un prolongado período de desove de la especie. Las primeras detecciones comenzaron en julio y se manifestaron hasta septiembre de 2016. Existe la posibilidad de que los adultos hayan estado presentes con anterioridad y que también puedan extender su período de postura, ya que hay registros donde se lo cita en plántulas de maíz (Iannone y Leiva, 2012). En Nueva Zelanda, dependiendo de la temperatura, tienen dos generaciones anuales (AgPest, 2017).

Por otra parte, la dificultad en el control de larvas y adultos expresada por diversos autores (Gamundi y Molinari, 1996 y Iannone y Leiva, 2012) coincide con los resultados exploratorios del presente ensayo. A su vez, a pesar de utilizar insecticidas con nuevas moléculas y modos de acción, no se obtuvieron resultados contundentes en la reducción del número de larvas. Además, debe considerarse que la gran variabilidad observada entre las densidades de huevos por planta dentro de un ensayo, se debe a las características de agregación y dispersión por vuelo del insecto adulto que dificultaría las evaluaciones.



## CONSIDERACIONES FINALES

A pesar de las abundantes lluvias otoñales en los dos últimos años que provocaron anegamientos temporarios, se registró la presencia de *Listronotus bonariensis*, particularmente, considerando que estos curculiónidos pasan el estado pupal en el suelo (FERA, 2017). Si bien la aparición de esta especie resurge después de 20 años en la región, no se podría descartar que haya estado presente en bajas densidades y como tal haya pasado desapercibida.

Por todo lo expuesto, se puede inferir que no se encontró un método de control adecuado para reducir el número de huevos y posteriores larvas una vez detectado el problema. Por otra parte, no existen valores que podrían interpretarse como umbrales de tratamiento orientativos en virtud de que dicha densidad de larvas no promovió diferencias de rendimiento entre el insecticida y el testigo sin tratamiento. Se podría asumir que, de encontrarse un método efectivo de prevención del daño, sería de esperar mayor número de espiga y por ende mayores rendimientos. Sin embargo, los rendimientos podrían considerarse normales para el ambiente, la zona y el año considerado.

Se sugiere, en futuras campañas, monitorear los lotes desde la emergencia del cultivo, para así detectar tempranamente la presencia de *L. bonariensis* a través de la presencia de las “ventanitas” y luego los desoves con lupa de mano de 20x o estáticas. Futuros ensayos deberían incluir un tratamiento libre de la plaga desde la emergencia de la plántula o lograr la exclusión física de los adultos mediante jaulas. No se descarta la opción del tratamiento de semillas con insecticidas sistémicos en ensayos tendientes al control de las hembras al masticar la “ventanita” en la lámina del cereal, o de larvas pequeñas en las yemas axilares, pero esta alternativa podría tener resultados variables en la efectividad del control y algunos efectos ambientales indeseables. Existen recomendaciones en ámbitos internacionales que sugieren el control de los adultos en cobertura total en presiembra, pero se duda de la efectividad por cuanto los adultos tienen dispersión mediante el vuelo.

## BIBLIOGRAFIA

- AgPest. 2017. Argentine stem weevil: Key characteristics, biology, impacts, control and further information. En: Ag Research, New Zealand. <http://agpest.co.nz/?pesttypes=sadasd> Accedido noviembre 2016.
- Barker, G.M. & P.J. Addison. 1989. Sampling Argentine stem weevil, *Listronotus bonariensis* (Kuschel), populations in pasture: the soil-dwelling stages. New Zealand Journal of Agricultural Research. 1989. Vol. 32: 95-103.
- FERA - Food and Environment Research Agency, UK. 2017. Argentine stem weevil, *Listronotus bonariensis* (Kuschel). Plant Pest Factsheet, 4 pp. En <http://fera.co.uk/news/resources/documents/pests-disease-argentineStemWeevil.pdf> Accedido noviembre 2016.
- Gallez, L., Miravalles, M. & Mockel F. 1996. Sintomatología del daño producido por *Listronotus bonariensis* (Coleoptera: Curculionidae) en cultivos de trigo en el sur de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata 101(1): 43-50

- Gamundi, J.C. & Molinari, A. 1996. Plaga del trigo en el área del INTA de Oliveros. El gorgojo del macollo del trigo. En: Hoja de divulgación, Secretaría de Extensión de la Fac. Cs. Agrarias, UNR, Núm 36, Año V, octubre.
- Iannone, N & P. Leiva. 2012. Biología y control de plagas en el cultivo de maíz. Cap. 8. Pp 177-202. En: Eyherabide G. (Ed.) Bases para el manejo del cultivo de maíz. Ediciones INTA.
- Ministerio de Agroindustria, Presidencia de la Nación. 2017. Datos abiertos de Agroindustria. Producción de trigo nacional y Santa Fe. Período anual: año 2005-2016. Accedido: Enero 2017. <https://datos.magyp.gob.ar>.
- Pottinger, R.P. 1961. A study on the biology and economic importance of the Argentine stem weevil, *Hyperodes bonariensis* Kuschel, in New Zealand. M.Agr.Sc. thesis, Lincoln College, New Zealand.
- Zadoks J., Chang T. y Konzak C. 1974. A decimal code for the growth stage of cereals. *Weed Res.* 14: 415-421.
- Zadoks J., Chang T. y Konzak C. 1974. A decimal code for the growth stage of cereals. *Weed Res.* 14: 415-

## EFFECTO DEL GENOTIPO Y DE LA NUTRICIÓN NITROGENADA SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DEL GRANO DE TRIGO

ORCELLET, J.M. \* y ROSETTI, L.

*Profesionales del Área Investigación en Producción Vegetal, INTA Rafaela*

*\* Autor de contacto: orcellet.juan@inta.gob.ar*

### INTRODUCCIÓN

El trigo (*triticum aestivum L.*) es el cultivo de invierno más importante de los sistemas agrícolas de la región pampeana (RP), con una producción anual de 12,5 millones de toneladas (SIIA, 2016). Sin embargo, en el cultivo de trigo, además de la producción, un factor de importancia es la calidad del grano, dado que de esto depende el destino que se le dé al mismo. En este sentido, el contenido de proteína bruta (PB) y el peso hectolítrico (PH) son los parámetros que definen la calidad del grano producido. En línea con esto, la cosecha 2015/2016 fue la más baja en cantidad de proteína en la historia de la producción triguera nacional, con un promedio de 9,5% de PB (Cuniberti *et al.*, 2016). Es válido remarcar que trigo con estos valores proteicos son considerados forrajeros, ya que carecen de proteínas en cantidad suficiente para formar el gluten que luego permite lograr un buen volumen de pan (Cuniberti *et al.*, 2016).

La calidad del grano de trigo producido es afectada por diversos factores, entre los que se destacan el clima, la variedad utilizada y el manejo nutricional del cultivo. Si bien el clima es un factor no controlable, las demás variables que afectan la calidad pueden ser controladas por el productor triguero. En Argentina, las variedades comerciales son clasificadas anualmente en tres grupos de calidad (GC) panadera (CONASE). Los cultivares de Grupo 1 son trigos de alta calidad, correctores de otros de inferior calidad, las variedades del Grupo 2 son de muy buena calidad panadera pero no llegan a ser correctoras, y las variedades del Grupo 3 son trigos con buenos comportamientos de rendimiento pero de una calidad panadera deficitaria. Si bien a nivel país entre el 60 y 80% del trigo sembrado pertenece a los GC 1 y 2 (Cuniberti *et al.*, 2016), esto no es suficiente para conseguir trigos de calidad, lo cual quedó en evidencia en la campaña 2015/2016.

Por otro lado, el nitrógeno (N) es el nutriente que con mayor frecuencia limita el rendimiento del cultivo y además es un factor fundamental para determinar la calidad del grano de trigo. Es por esto que un correcto manejo de la fertilización nitrogenada contribuye a un mayor rendimiento y calidad del cultivo. En zonas con inviernos lluviosos, como el sudeste bonaerense, el fraccionamiento de la dosis de N incrementa la eficiencia de uso del N (Reussi Calvo *et al.*, 2013). En lo que respecta a calidad, algunos autores han reportado que la aplicación foliar de N en los estadios avanzados del cultivo aumenta el contenido de PB del grano (Echeverría & Studdert, 1998). Es por esto, que es fundamental evaluar el efecto de la aplicación de nitrógeno en diferentes momentos del ciclo y su efecto sobre el rendimiento y el contenido de PB del grano en el centro de Santa Fe.

Por lo tanto, los objetivos del presente trabajo fueron evaluar el efecto sobre el rendimiento y calidad del cultivo de trigo de: 1) cultivares de diferentes GC, 2) diferentes dosis y momentos de aplicación de nitrógeno, y 3) fertilización foliar en estadios avanzados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En la campaña 2016 se realizó un experimento en la EEA Rafaela, donde se evaluaron distintos tratamientos de fertilización nitrogenada en cultivares de diferentes GC, el diseño experimental utilizado fue en bloques completos aleatorizados con tres repeticiones. Los cultivares evaluados fueron: Klein Serpiente (GC 1) y SY 200 (GC 2). En la Tabla 1 se muestran los tratamientos nitrogenados evaluados para los diferentes cultivares. La fuente de N utilizada, para las aplicaciones al momento de la siembra y en el estadio Z3.1 (Zadoks et al., 1974), fue urea (46-0-0) granulada aplicada al voleo en cobertura total. Por otro lado, la aplicación foliar se realizó en Z5.5, y para ésta se utilizó Foliar Sol U<sup>®</sup> (20 - 0- 0) a una dosis de 20 kg N ha<sup>-1</sup> con una mochila pulverizadora. Para que el fósforo (P) y el azufre (S) no sean limitantes se aplicó a la siembra una dosis de 30-40 y 20-25 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

**Tabla 1:** Dosis de nitrógeno (N) en kg N ha<sup>-1</sup>, evaluadas para los diferentes cultivares de trigo.

N° Tratamiento	Dosis de N (kg ha <sup>-1</sup> )			N° Tratamiento	Dosis de N (kg ha <sup>-1</sup> )		
	Siembra	Z 3.1	Z 5.5		Siembra	Z 3.1	Z 5.5
<b>GC 1 : Klein Serpiente</b>				<b>GC 2 : SY 200</b>			
1	0	0	0	15	0	0	0
2	0	0	20	16	0	0	20
3	50	0	0	17	50	0	0
4	50	0	20	18	50	0	20
5	100	0	0	19	100	0	0
6	100	0	20	20	100	0	20
7	50	50	0	21	50	50	0
8	50	50	20	22	50	50	20
9	150	0	0	23	150	0	0
10	150	0	20	24	150	0	20
11	100	50	0	25	100	50	0
12	100	50	20	26	100	50	20
13	200	0	0	27	200	0	0
14	200	0	20	28	200	0	20

En pre-siembra en el estrato superficial del suelo (0-20 cm) se realizó la determinación de MO (Walkley & Black, 1934), N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (N inicial), fósforo extractable (Bray & Kurtz, 1945) y humedad gravimétrica hasta los 150 cm de profundidad.

A cosecha en cada parcela se evaluó el rendimiento y se expresó al 14,5 % de humedad (Tabla 2), se determinó el peso de mil granos (P1000) y el peso hectolítrico (PH). Para la determinación del N total en grano se utilizó el método de Kjeldahl, con digestión con ácido sulfúrico (Nelson & Sommers, 1973). Para obtener el valor de PB se multiplicó por 5,7 y fue

expresada al 13,5 % tal como indica la norma de comercialización del trigo (Norma XX).

Para comparar las variables (rendimiento, P1000, PH y PB) entre tratamientos, se realizaron análisis de la varianza utilizando el procedimiento incluido en las rutinas del programa R commander (R Core Team, 2014). Cuando las diferencias entre tratamientos fueron significativas, se empleó el test de la diferencia mínima significativa (DMS), con un nivel de probabilidad de 10 %. Además, se realizaron contrastes para evaluar el efecto del cultivar utilizado, fraccionamiento de N y de la fertilización foliar.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ensayo fue instalado sobre un suelo *Argiudol típico*, con un contenido de materia orgánica moderado (2,4%), un pH levemente ácido (6,3) y un adecuado nivel de fósforo (P) extractable (35,4 mg kg<sup>-1</sup>). Por su parte, la disponibilidad de N fue muy baja (N-NO<sub>3</sub>: 6,6 mg kg<sup>-1</sup>).

El rendimiento del cultivo de trigo en el centro de Santa Fe es explicado en gran medida ( $r^2 = 0.88$ ) por el contenido hídrico inicial (Ai) y las lluvias en los primeros meses del ciclo (junio, julio y agosto) (Villar, 2000). El Ai promedio fue de 340,6 mm hasta 1,5 m de profundidad, superando en un 5,5% la capacidad máxima de almacenamiento, esto es consecuencia de las elevadas precipitaciones ocurridas durante los meses estivales (742,6 mm), que además ocasionaron ascensos del nivel freático casi hasta la superficie. Por otro lado, las precipitaciones desde junio hasta agosto fueron de 58 mm, siendo inferiores a la media histórica (75 mm). Sin embargo, gracias a la buena disponibilidad hídrica inicial y a las precipitaciones ocurridas durante el llenado de grano (octubre), se aseguró una adecuada disponibilidad hídrica al cultivo (Tabla 2).

**Tabla 2.** Precipitaciones registradas en la Estación Agro-meteorológica de la EEA Rafaela desde abril hasta octubre del 2016.

	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Total
<b>Lluvia 2016 (mm)</b>	307	14,6	39,8	14,8	3	16,5	139	534,7



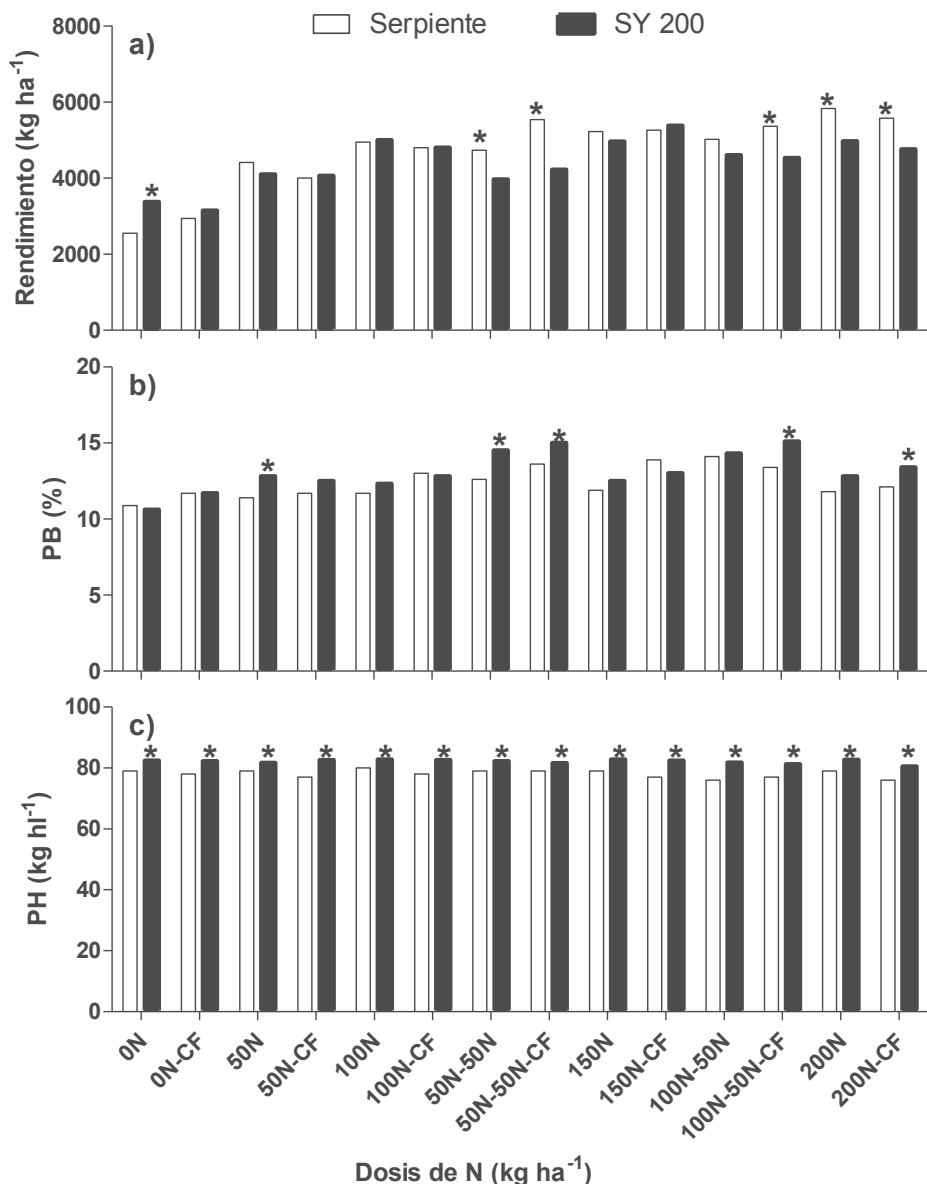
**Tabla 3:** Rendimiento, Peso de mil granos (P1000), peso hectolítrico (PH) y proteína bruta (PB) para los diferentes tratamientos evaluados. Letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas para DMS 10 % de probabilidad.

Tratamiento	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )	P1000 (g)	PH (kg hl <sup>-1</sup> )	PB (%)
<b>GC 1 : Klein Serpiente</b>				
1	2.552 a	45,5 de	79 ab	10,9 a
2	2.944 a	43,9 abcde	78 ab	11,7 ab
3	4.415 bc	43,2 ab	79 ab	11,4 ab
4	4.002 b	44,7 bcde	77 ab	11,7 abc
5	4.951 cde	45,3 cde	80 b	11,7 abc
6	4.800 cd	45,5 de	78 ab	13,0 cdef
7	4.735 cd	43,6 abcd	79 ab	12,6 bcde
8	5.544 ef	45,3 cde	79 ab	13,6 ef
9	5.228 def	44,1 abcde	79 ab	11,9 abc
10	5.260 def	45,6 e	77 ab	13,9 ef
11	5.025 cde	45,2 cde	76 a	14,1 f
12	5.362 def	43,5 abc	77 ab	13,4 def
13	5.836 f	42,5 a	79 ab	11,8 abc
14	5.579 ef	44,9 bcde	76 a	12,1 abcd
<b>GC 2 : SY 200</b>				
15	3.371 ab	41,9 ab	82,4 bc	10,6 a
16	3.141 a	40,8 a	82,2 bc	11,7 b
17	4.097 bcd	42,1 ab	81,7 abc	12,8 cd
18	4.065 bcd	42,5 ab	82,6 bc	12,5 c
19	5.004 fg	41,6 ab	82,8 c	12,3 bc
20	4.803 defg	43,2 b	82,6 bc	12,8 cd
21	3.969 bc	42,1 ab	82,2 bc	14,5 ef
22	4.224 cde	42,9 b	81,6 abc	15,0 ef
23	4.962 efg	41,6 ab	82,8 bc	12,5 c
24	5.385 g	40,7 a	82,4 bc	13,0 cd
25	4.602 cdef	41,7 ab	81,8 abc	14,3 e
26	4.530 cdef	42,0 ab	81,2 ab	15,1 f
27	4.971 efg	42,0 ab	82,7 bc	12,8 cd
28	4.759 defg	42,5 ab	80,5 a	13,4 d

### Efecto del grupo de calidad

Para los dos cultivares se determinó gran respuesta al agregado de nitrógeno, donde la máxima respuesta incrementó el rendimiento del tratamiento testigo (Tratamiento 1 y 15) en 118 y 60%, para el cultivar perteneciente al GC1 y al GC2, respectivamente (Tabla 2). Esto se explicaría en parte por la baja disponibilidad de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> que había al momento de la siembra del

cultivo. Al evaluar por GC, para el cultivar perteneciente al GC1 el rendimiento fue desde 2.552 kg ha<sup>-1</sup> hasta 5.836 kg ha<sup>-1</sup>, mientras que para el cultivar perteneciente al GC2 el rendimiento varió entre 3.371 kg ha<sup>-1</sup> y 5.385 kg ha<sup>-1</sup>. En lo que respecta a P1000 y PH, en ambos cultivares no se observaron cambios por efecto de la fertilización nitrogenada. Por el contrario, para ambos GC, se determinó un efecto de la fertilización nitrogenada en el contenido de PB del grano. En el cultivar del GC1 el contenido de PB aumentó de 10,9% a un valor máximo de 14,1%, mientras que en el GC2 de 10,6% a 15,1% (Tabla 3).



**Figura 1.** Rendimiento (a), proteína bruta (b), y peso hectolítrico (c) del cultivo de trigo para los diferentes tratamientos evaluados. Barras vacías para la variedad Klein Serpiente (Grupo de calidad 1) y barras rellenas para la variedad SY 200 (Grupo de calidad 2). \* Diferencias significativas entre contrastes de variedades (p<0,10).

Para evaluar el efecto del GC de la variedad sobre el rendimiento y la calidad del grano, se realizaron contrastes entre los tratamientos de fertilización evaluados. Al comparar el rendimiento entre cultivares se determinaron diferencias significativas ( $p < 0,10$ ) en 6 de los 14 tratamientos evaluados, lo cual representa un 43% (Figura 1a). No obstante, es válido remarcar que en 5 de los 6 tratamientos con diferencias significativas ( $p < 0,10$ ), el cultivar perteneciente al GC 1 presentó un mayor rendimiento.

Por otro lado, al comparar el contenido de PB entre cultivares de diferentes GC, se determinó diferencia significativa ( $p < 0,10$ ) entre cultivares en 5 de los 14 tratamientos evaluados, lo cual representa un 36% (Figura 1b). En todos los casos el cultivar de GC 2 presentó mayor nivel de PB que el cultivar del GC1 con diferencia significativa ( $p < 0,10$ ).

Al comparar el PH entre los cultivares evaluados, se determinó diferencia significativa ( $p < 0,10$ ) en todos los tratamientos de fertilización nitrogenada. Sin embargo, la variedad perteneciente al GC 2, fue la que presentó mayores valores de PH.

Si bien estos resultados corresponden a un solo año de experimentación, evidencian que un cultivar de GC2 con un buen manejo de la fertilización nitrogenada puede tener similar calidad (PB y PH) que un cultivar de GC 1.

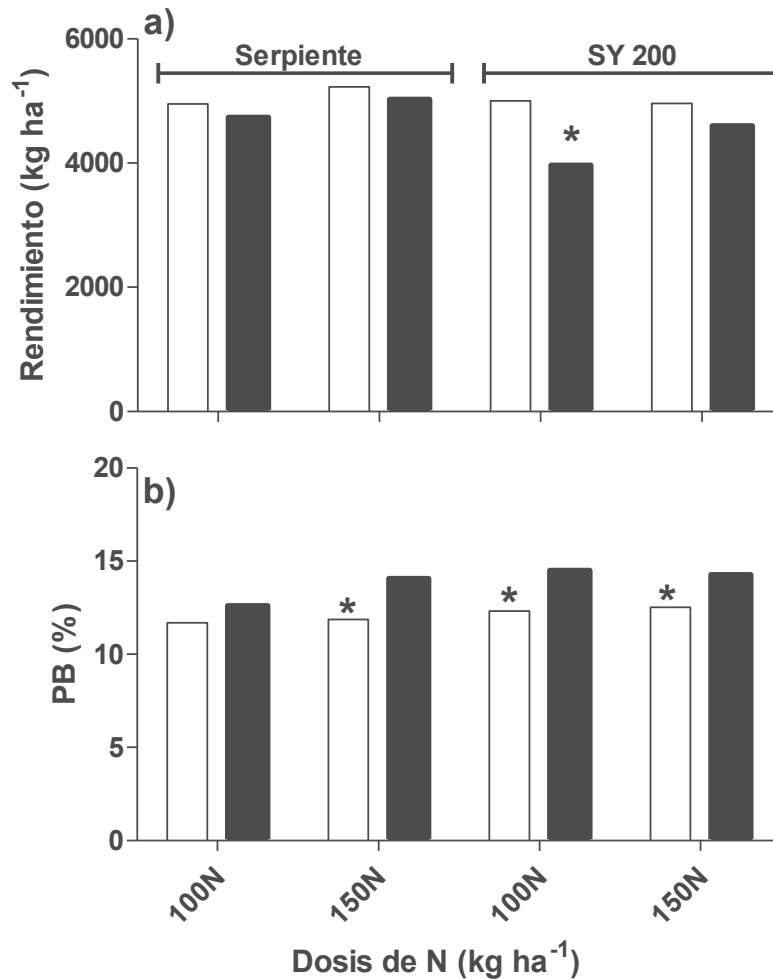
### **Efecto del fraccionamiento de nitrógeno**

En zonas con inviernos lluviosos, el fraccionamiento de la dosis de N incrementa la eficiencia de uso (Barbieri *et al.*, 2008; Reussi Calvo *et al.*, 2013), lo cual no solo aumenta la producción sino también reduce el impacto ambiental de la fertilización. Sin embargo, en zonas donde los inviernos son secos como en el centro de Santa Fe, el efecto del fraccionamiento de N sobre el rendimiento se encuentra limitado a la ocurrencia de precipitaciones al momento de la re-fertilización. En el presente trabajo se evaluó el efecto del fraccionamiento de N (dosis de 100 y 150 kg N ha<sup>-1</sup>) sobre el rendimiento y los parámetros de calidad (PB y PH), para los cultivares pertenecientes a diferentes GC (1 y 2).

El fraccionamiento de N no produjo incrementos significativos en el rendimiento del cultivo (Figura 2a), esto se explicaría en parte porque al momento de la re-fertilización (Z3.1), a fines de agosto, no ocurrieron precipitaciones que permitieran incorporar el fertilizante aplicado. Por esta misma causa, en la Figura 2a se observa que para el cultivar SY 200 con la dosis de 100 kg N ha<sup>-1</sup>, aplicada a la siembra presentó un mayor rendimiento respecto a la dosis dividida ( $p < 0,10$ ), lo cual deja en evidencia que el fertilizante aplicado en Z3.1 no incidió en el rendimiento. En los demás tratamientos se observa la misma tendencia, es decir, un mayor rendimiento en los tratamientos con la dosis completa a la siembra ( $p \geq 0,10$ ).

Por otro lado, al evaluar el efecto del fraccionamiento de N sobre el contenido de proteína, se determinó que en 3 de los 4 tratamientos el fraccionamiento de N incrementó significativamente el contenido de PB (Figura 2b). Este resultado, sumado a la nula respuesta en rendimiento por efecto del fraccionamiento, estaría indicando que el N aplicado por la re-fertilización (Z3.1) fue

utilizado en estadios avanzados del ciclo, en el momento de llenado de grano, producto de las escasas precipitaciones al momento de la re-fertilización, fines de agosto (Tabla 2).



**Figura 2.** Rendimiento (a) y proteína bruta (b) del cultivo de trigo para los diferentes tratamientos evaluados (Variedades y dosis de Nitrógeno). Barras vacías aplicación a la siembra y barras rellenas aplicación fraccionada (siembra y Z3.1). \* Diferencias significativas entre contrastes ( $p < 0,10$ ).

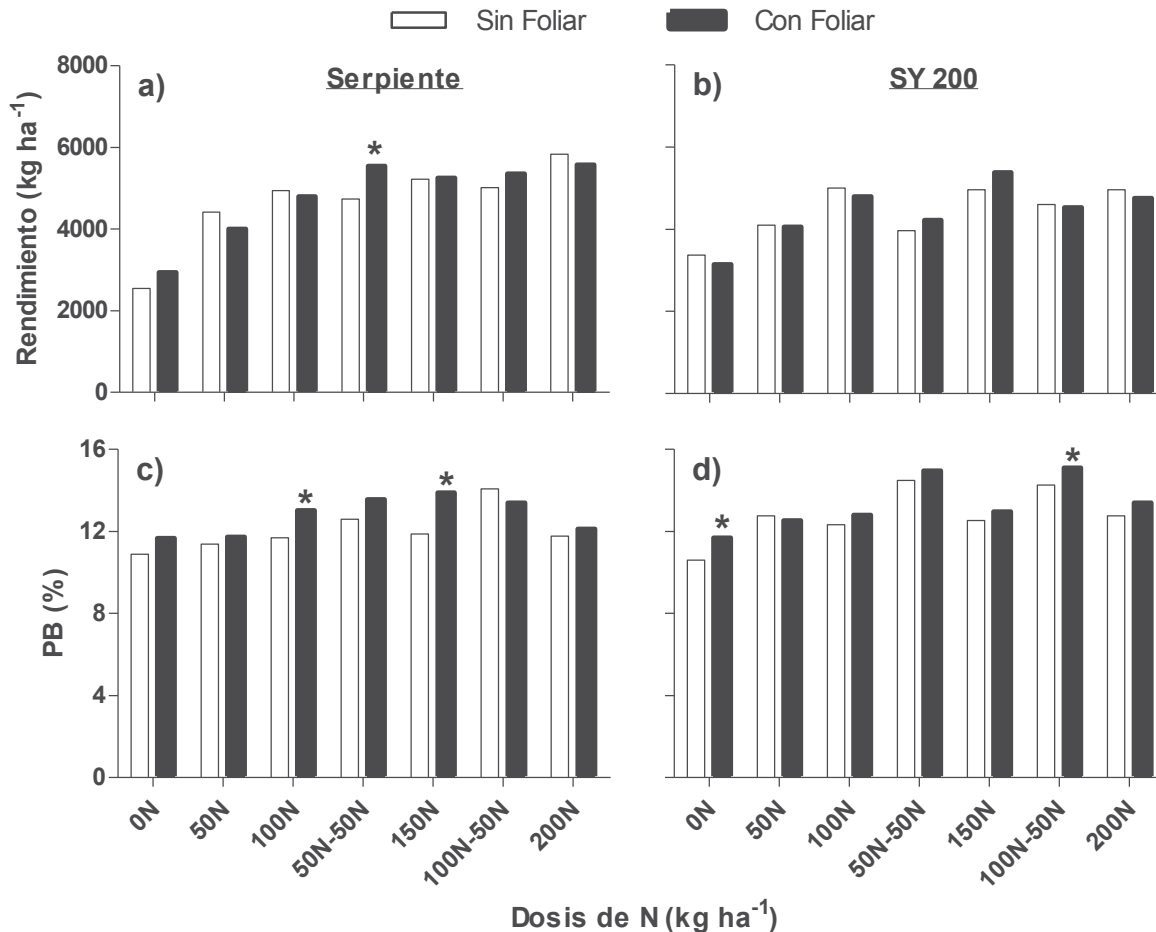
### Efecto de la fertilización foliar

La fertilización foliar en estadios avanzados es una práctica poco habitual en el cultivo de trigo, sin embargo, para otras regiones trigueras (sudeste bonaerense) se ha reportado que es una buena estrategia para incrementar el contenido de proteína del grano (Echeverría & Studdert, 1998). En el presente trabajo se evaluó el efecto de la fertilización foliar en estadios avanzados (Z5.5) sobre el rendimiento y el contenido de proteína del grano.

La fertilización foliar (20 kg N ha<sup>-1</sup>) solo incrementó significativamente ( $p < 0,10$ ) el rendimiento en 1 de los 14 tratamientos (Figura 3 a y b). Este resultado, se explicaría en parte porque al momento de la fertilización (Z5.5), el número de grano por unidad de superficie

(variable de mayor incidencia sobre el rendimiento) ya se encuentra definido.

Por otro lado, al evaluar el efecto de la fertilización foliar de N sobre el contenido de proteína, se determinó que en 4 de los 14 tratamientos la fertilización foliar incrementó significativamente ( $p < 0,10$ ) el contenido de PB (Figura 3 c y d). Si bien esto solo representa un 29 %, se observa como tendencia que en el resto de los tratamientos la fertilización foliar incrementó el contenido de proteína ( $p >= 0,10$ ).



**Figura 3.** Rendimiento (a y b) y proteína bruta (PB) (c y d) del cultivo de trigo en función de las dosis de nitrógeno (N), para la variedad Klein Serpiente (Grupo de calidad 1, a y c) y para la variedad SY 200 (Grupo de calidad 2, b y d). Barras vacías sin fertilización foliar y barras rellenas con fertilización foliar. \* Diferencias significativas entre contrastes ( $p < 0,10$ ).

## CONCLUSIÓN

En el presente trabajo se determinó que es posible conseguir buenos rendimientos y buenos parámetros de calidad de grano, combinando el uso de cultivares pertenecientes a los grupo de calidad 1 y 2 y un buen manejo de la nutrición nitrogenada. Además, se determinó que



para las condiciones analizadas el fraccionamiento de N no incrementó el rendimiento del cultivo, sin embargo, se observó un efecto positivo de dicha práctica en el contenido de PB del grano. Por último, se observó que las aplicaciones foliares de N en estadios avanzados tienden a incrementar el contenido de proteína del grano.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Barbieri, P.A.; H.R. Sainz Rozas & H.E. Echeverría. 2008. Time of nitrogen application affects nitrogen use efficiency of wheat in the humid pampas of Argentina. *Can. J. Plant Sci.* 88, 849-857.
- Cuniberti, M; I. Mir; E. Chialvo; O. Berra; S. Macagno. & M. Pronotti. 2016. Rendimiento y calidad del trigo en la región central del país. *Información para Extensión.* [www.inta.gov.ar/mjuarez](http://www.inta.gov.ar/mjuarez) [29/03/2017 15:32 hs].
- Blackmer, T.M. & J.S. Schepers. 1995. Use of chlorophyll meter to monitor nitrogen status and schedule fertigation for corn. *J. Prod. Agric.* 8:56–60.
- Bray, R. H. & L.T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soil. *Soil Sci.* 59: 39-45.
- Bremner, J. & D. Keeney. 1965. Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate and nitrite. *Annal. Chem. Acta.* 32: 485-495.
- Echeverría, H.E., & G.A. Studdert. 1998. El contenido de nitrógeno en la hoja bandera del trigo como predictivo del incremento de proteína en el grano por aplicaciones de nitrógeno en la espigazón *Revista Facultad de Agronomía La Plata*, 103.
- Nelson, DW & L.E. Sommers. 1973. Determination of total nitrogen in plant material. *Agron. J.* 65:109-112.
- R Core Team. 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org> [Marzo, 2016]
- Reussi Calvo, N; H. Sainz Rozas, H.E. Echeverría & N. Diovisalvi. 2013. ¿Cómo ajustamos la dosis de nitrógeno durante el ciclo del trigo <http://www.laboratoriofertilab.com.ar/publicaciones.php> [20/03/2017 10:30 hs].
- SIIA, Sistema integrado de información agropecuaria, 2016. <http://www.sii.gov.ar/>. [Enero, 2016].
- Villar, J. 2000. Economía del agua en el cultivo de trigo en el área centro de Santa Fe. *Información técnica de trigo. Campaña 1998. Publ. Misc. N°90. Trabajo N °2.* INTA EEA Rafaela. 5 p.
- Walkley, A. & I.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37: 29-38.
- Zadoks, J.C.; T.T. Chang & C.F. Zonzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.* 14: 415-421

## FERTILIZACIÓN FOLIAR NITROGENADA EN ESTADIOS AVANZADOS DEL CULTIVO DE TRIGO: EFECTOS SOBRE RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE PROTEÍNA

ORCELLET, J.M.<sup>1\*</sup>; PEREZ, D.<sup>2</sup>; REUSSI CALVO, N.<sup>3</sup>; SAINZ ROZAS, H.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> INTA Rafaela; <sup>2</sup> CREA Galvez; <sup>3</sup> Laboratorio FERTILAB ; <sup>4</sup> INTA Balcarce  
\* Autor de contacto: orcellet.juan@inta.gob.ar

### INTRODUCCIÓN

El nitrógeno (N) es el nutriente que con mayor frecuencia limita el rendimiento del cultivo de trigo (*triticum aestivum L.*) en la región pampeana. Esto se debe, en parte a los bajos contenidos de MO que presentan los suelos de dicha región (Sainz Rozas *et al.*, 2011) y a los elevados requerimientos de los nuevos cultivares presentes en el mercado. Por lo tanto, es necesario contar con metodologías precisas para el diagnóstico de N en el cultivo de trigo.

En la actualidad, la metodología de diagnóstico más utilizada, define la dosis de N en función del contenido de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en pre-siembra del cultivo y los umbrales de requerimiento varían según zona, sistema de labranza y rendimiento objetivo (Fontanetto *et al.*, 2005; Barbieri *et al.*, 2008). Sin embargo, en suelos con elevados contenidos de MO, como el sudeste de Buenos Aires (SEB), se ha determinado falta de ajuste de esta metodología, dado que no contempla los aportes de N por mineralización durante el ciclo del cultivo (Reussi Calvo *et al.*, 2013). Por lo tanto, el uso combinado de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en pre-siembra con índices de mineralización como el Nan (N incubado en anaerobiosis), permiten un mejor diagnóstico de las necesidades nitrogenadas del cultivo de trigo.

En general, los métodos de diagnósticos están orientados a obtener el máximo rendimiento (físico o económico) para cada ambiente de producción. No obstante, en el cultivo de trigo en particular, la calidad del grano y en especial el contenido de proteína bruta (PB), es un componente importante a la hora de la comercialización y del posterior destino del grano. Es válido mencionar, que en la campaña de trigo 2015- 2016 el contenido promedio de PB a nivel país fue de 9,5%, siendo este el más bajo de la historia de la producción triguera nacional (Cuniberti *et al.*, 2016). Es por esto que es necesario evaluar todas aquellas prácticas que tiendan a incrementar el contenido de PB del grano. Para cumplir con dicho objetivo, se debe recurrir a mayores dosis de N aplicadas en estadios iniciales del cultivo o a aplicaciones foliares entre hoja bandera (HB) y anthesis (Bergh *et al.*, 2006). Sin embargo, respecto a las fertilizaciones en estadios avanzados, se ha reportado que los incrementos en PB son mayores cuando la disponibilidad de N del cultivo es menor (Stark & Tindall, 1992). Por lo tanto, es importante contar con métodos de diagnóstico que permitan diferenciar situaciones de necesidad de aplicación tardías de N en el cultivo de trigo.

Para las condiciones del sudeste bonaerense, se determinó que la concentración de N de la hoja bandera (HB) es un buen indicador del contenido de PB del grano (Echeverría & Studdert,

1998). Además, dichos autores, reportaron que esta metodología predice en forma satisfactoria la respuesta en el contenido proteico de los granos, al agregado de N. Sin embargo, esta metodología tiene limitaciones en la práctica debido al tiempo requerido para realizar el muestreo, secado, molienda y determinación de N.

Frente a este escenario, una alternativa promisoriosa puede ser el medidor de clorofila, Minolta SPAD<sup>®</sup> 502, que evalúa la nutrición del cultivo de una manera rápida, simple y sencilla. Dicho instrumento, permite obtener el índice de verdor (IV) de la hoja bandera, el cual está en estrecha relación con el contenido de clorofila (Finman *et al.*, 1997) y, por ende, con la concentración de N de la hoja (Schepers *et al.*, 1992). Para el sudeste bonaerense, el IV de la hoja bandera en floración es un buen predictor del incremento de PB del grano de trigo por efecto de aplicaciones de N (Urea) en dicho momento. Sin embargo, en otras zonas trigueras como el centro de Santa Fe, no se cuenta con información similar. Por lo tanto, los objetivos del presente trabajo fueron: 1) evaluar el efecto de la fertilización foliar en estadio avanzado, sobre el rendimiento y contenido de proteína del grano de trigo y 2) evaluar el SPAD<sup>®</sup> 502 como herramienta para diagnosticar las necesidades de fertilizaciones foliares de N en estadios avanzados del cultivo de trigo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron 11 experimentos de fertilización nitrogenada en el cultivo de trigo bajo siembra directa en las campañas 2015 (5 experimentos) y 2016 (6 experimentos.), en diferentes departamentos del centro de Santa Fe (Tabla 1). En cada sitio experimental el diseño utilizado fue en bloques completos aleatorizados con tres repeticiones, se evaluaron dosis crecientes de N aplicadas a la siembra (desde 0 hasta 200 kg N ha<sup>-1</sup>), cada dosis con y sin fertilización foliar en pre emergencia floral (Z49, según Zadocks *et al.*, 1974). Para las aplicaciones realizadas al momento de la siembra la fuente de N utilizada fue urea granulada (46-0-0) aplicada al voleo en cobertura total. Por otro lado, para la aplicación foliar se utilizó Foliar Sol U<sup>®</sup> (20 - 0 - 0) con bajo contenido de biuret, a una dosis de 20 kg N ha<sup>-1</sup> utilizando una mochila pulverizadora a explosión. Es importante remarcar, que dicha dosis se aplicó diluida en agua, con una relación 1:1. Para que el fósforo (P) y el azufre (S) no sean limitantes se aplicó a la siembra una dosis de 30-40 y 20-25 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

En pre-siembra se realizó la determinación de MO (Walkley & Black, 1934) en el estrato superficial (0-20 cm), N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (N inicial) y humedad gravimétrica hasta los 60 y 150 cm de profundidad, respectivamente.. La concentración inicial de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> se determinó por colorimetría (Kenney & Nelson, 1982).

Durante el ciclo del cultivo se efectuaron lecturas de IV mediante SPAD<sup>®</sup> en el estadio de pre emergencia floral en la HB (Z49, según Zadocks *et al.*, 1974). Se realizaron 15 lecturas con el clorofilómetro en cada parcela, las mismas se realizaron en la última hoja expandida, a la mitad de la distancia entre el tallo y el ápice, y a la mitad de la distancia entre el borde de la hoja y la

nervadura central. Luego se determinó el índice de suficiencia de N (ISN) como el cociente entre la lectura de la parcela problema y la parcela de referencia ( $200 \text{ kg N ha}^{-1}$ ).

Al momento de la cosecha, en cada parcela se evaluó el rendimiento y se expresó al 14,5% de humedad. Para la determinación del N total en grano se utilizó Kjeldahl, con digestión con ácido sulfúrico (Nelson & Sommers, 1973), para obtener el valor de PB se multiplicó por 5,7 y fue expresada al 13,5 % tal como indica la norma de comercialización del trigo (Norma XX).

La respuesta absoluta (RA) a la fertilización foliar (para rendimiento y PB) se calculó como la diferencia entre el tratamiento con y sin N foliar para la misma dosis de N a la siembra. Por otro lado, la respuesta relativa (RR) a la fertilización foliar, se calculó como el cociente entre la respuesta absoluta de la fertilización foliar y el valor absoluto de rendimiento y/o PB de la misma dosis sin fertilización foliar, multiplicada por 100.

Para comparar las variables edáficas entre sitios experimentales y de cultivo dentro de cada sitio experimental, se realizaron análisis de la varianza utilizando el procedimiento incluido en las rutinas del programa R commander (R Core Team, 2014). Cuando las diferencias entre tratamientos fueron significativas, se empleó el test de la diferencia mínima significativa (DMS), con un nivel de probabilidad de 5 %. Para evaluar el efecto de la fertilización foliar sobre el rendimiento y el contenido de PB, para cada sitio experimental se realizaron contrastes entre el tratamiento con y sin N foliar para la misma dosis de N a la siembra. Además, se realizaron análisis de regresiones lineales simples empleando el procedimiento lm (lineal model), para evaluar la relación entre el ISN con la RR y RA, del rendimiento y del contenido de PB.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento del cultivo de trigo en el centro de Santa Fe es explicado en gran medida ( $r^2 = 0,88$ ) por el contenido hídrico inicial ( $A_i$ ) y las lluvias en los primeros meses del ciclo (junio, julio y agosto) (Villar, 2000). El  $A_i$  promedio fue de 197 mm hasta el 1,5 m de profundidad, mientras que la precipitación promedio desde junio hasta agosto fue de 112 mm, siendo esta superior a la media histórica (75 mm). Frente a esta situación, se observó que en la mayoría de los sitios experimentales las condiciones hídricas fueron óptimas (Tabla 1).

El contenido de MO promedio de todos los sitios experimentales fue de 2,81 % con un mínimo de 2,20 % y un máximo de 3,75 % , siendo significativa la diferencia entre sitios ( $p < 0,05$ ). La diferencia en el contenido de MO entre sitios, se explicaría en parte por la diferente historia agrícola y de manejo de los suelos. Al momento de la siembra se determinó que la disponibilidad inicial promedio de  $\text{N-NO}_3^-$  fue de  $70 \text{ kg ha}^{-1}$ , siendo significativas las diferencias entre sitios experimentales (Tabla 1).

**Tabla 1:** Materia orgánica (MO), disponibilidad inicial de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (N inicial), agua inicial (Ai), precipitaciones desde Julio hasta Agosto (Pp) de los sitios experimentales.

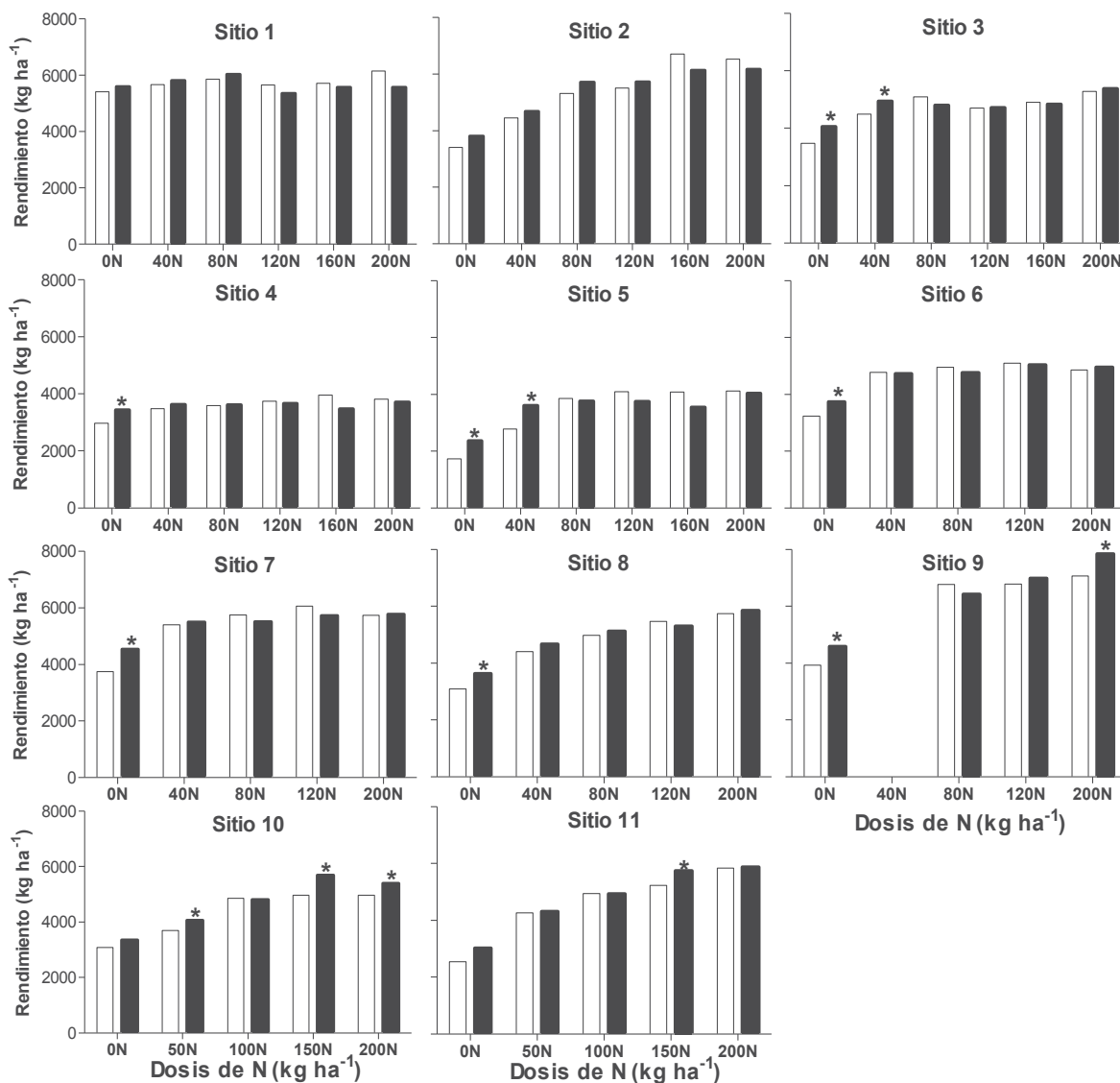
Sitio	Año	Ubicación	Suelo		Condiciones hídricas	
			MO (%)	N inicial (kg ha <sup>-1</sup> )	Ai (mm)	Pp (mm)
Sitio 1	2015	San Jerónimo	2,78 d	64 bc	231	168
Sitio 2	2015	San Jerónimo	2,75 d	60 b	210	168
Sitio 3	2015	San Jerónimo	2,57 c	56 b	215	168
Sitio 4	2015	Las Colonias	2,40 b	89 ef	130	131
Sitio 5	2015	Castellanos	2,20 a	76 cde	234	168
Sitio 6	2016	San Jerónimo	3,19 f	71 bcd	130	79
Sitio 7	2016	San Jerónimo	3,65 g	92 ef	92	79
Sitio 8	2016	San Jerónimo	3,60 g	100 f	94	79
Sitio 9	2016	San Jerónimo	2,97 e	85 de	156	79
Sitio 10	2016	Castellanos	2,40 b	40 a	340	58
Sitio 11	2016	Castellanos	2,40 b	40 a	340	58

El IV obtenido a partir del uso del medidor de clorofila, Minolta SPAD® 502 es un indicador de la concentración de N en hoja (Schepers *et al.*, 1992). En la Tabla 2, se observa un incremento significativo ( $p < 0,05$ ) del IV de la hoja bandera en el estadio Z49, en la medida que se incrementa la dosis de N aplicada a la siembra en cada sitio experimental. Para dicho estadio el IV de la hoja bandera varió desde 27,4 (Sitio 11, 0N) hasta 53,3 (Sitio 9, 200N).

Al evaluar rendimiento, no se determinó diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) entre los años evaluados, siendo el promedio de 4.569 y 5.004 kg ha<sup>-1</sup>, para el 2015 y 2016, respectivamente. Para todos los sitios experimentales el rendimiento promedio fue de 4.783 kg ha<sup>-1</sup>, con un mínimo de 1.730 kg ha<sup>-1</sup> (Sitio 5, 0N) y un máximo de 7.848 kg ha<sup>-1</sup> (Sitio 9, 200N). Esta variación, indicaría la diferencia en potencial de rendimiento y de respuesta a N entre los sitios experimentales, afectado por numerosos factores (Ai, Pp, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Nan). En todos los sitios experimentales se determinó respuesta significativa ( $p < 0,05$ ) al agregado de N al momento de la siembra.

Al igual que para rendimiento, al comparar el contenido de PB entre años no se determinó diferencia significativa ( $p > 0,05$ ). El contenido de PB promedio fue de 11,42%, con valores que van desde 7,22 % (Sitio 1, 0N) hasta 15,29% (Sitio 8, 200N). Es válido mencionar que en todos los sitios el agregado de N al momento de la siembra incrementó en forma significativa ( $p < 0,05$ ) el contenido de PB.



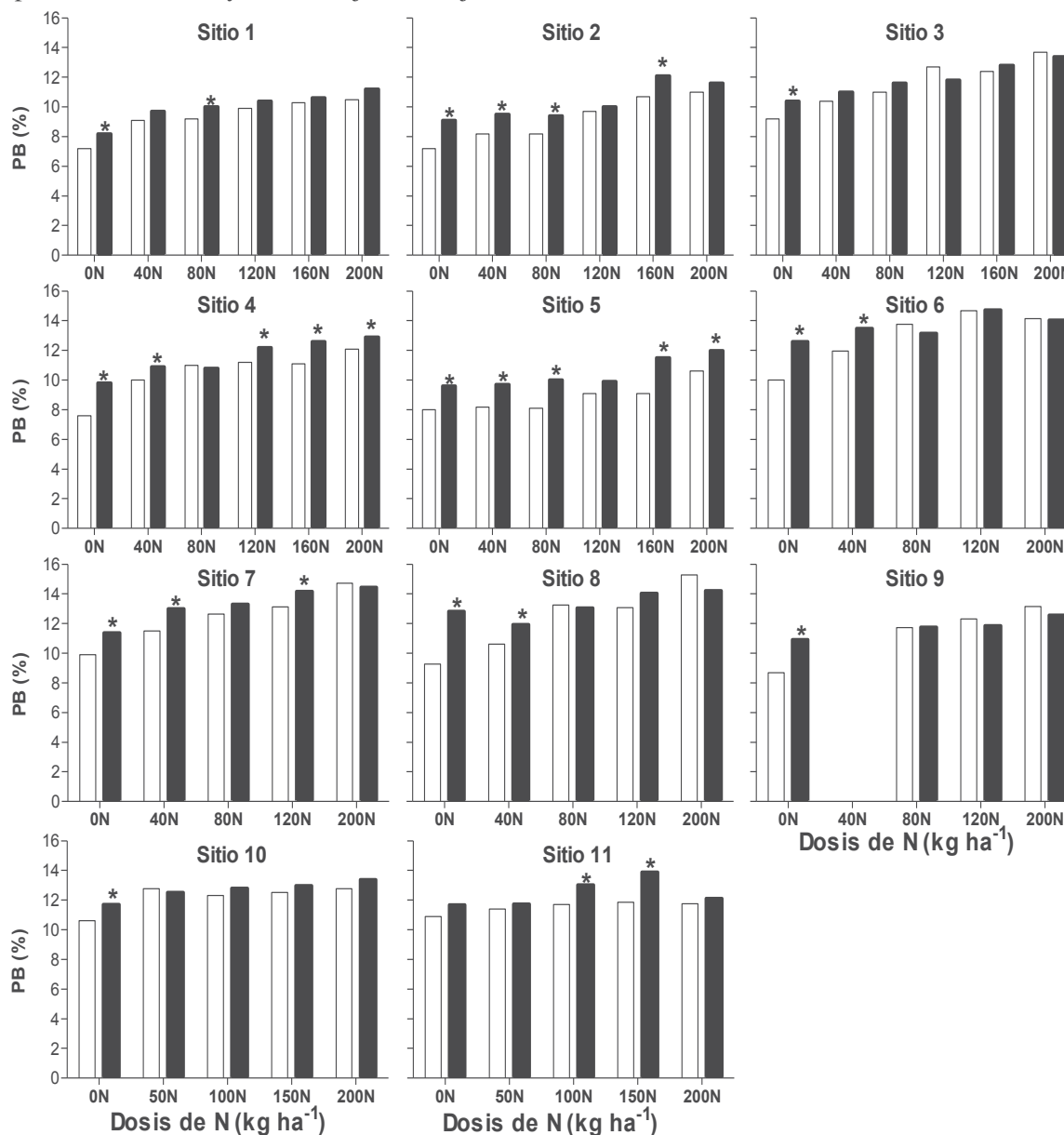


**Figura 1.** Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) del cultivo de trigo en función de las dosis de nitrógeno (N) para los diferentes sitios experimentales. Barras vacías sin fertilización foliar y barras rellenas con fertilización foliar. \*Contrastes significativos (p<0,10).

El incremento del contenido de PB del grano de trigo, es el principal objetivo de la fertilización foliar en estadios avanzados (Z4.9), en el presente trabajo se evaluó el efecto de dicha práctica sobre el rendimiento del cultivo. Del total de los sitios y dosis evaluadas, se determinó que la fertilización foliar incrementó significativamente (p< 0,10) el rendimiento en 13 de los 59 tratamientos (Sitios - Dosis), lo cual representa un 22% de las situaciones (Figura 1). En dichos casos, la respuesta media fue de 554 kg ha<sup>-1</sup> con valores que van desde los 446 kg ha<sup>-1</sup> hasta los 819 kg ha<sup>-1</sup>. Al considerar la respuesta media (554 kg ha<sup>-1</sup>) y la dosis utilizada (20 kg N ha<sup>-1</sup>), la eficiencia de uso del N promedio fue de 27,7 kg grano/kg de N, la cual supera

ampliamente a la relación histórica precio de grano: precio de fertilizante de 5,9:1 (Barbieri *et al.*, 2009).

Un punto a remarcar, es que 9 de los 13 tratamientos con respuestas significativas ( $p < 0,10$ ) en rendimiento por efecto de la fertilización foliar, corresponden a los tratamientos con menores disponibilidades de N, es decir los testigos (0N) o las dosis más bajas de N (40N). Resultados similares han sido reportados por trabajos previos, Varga y Svecnjak (2006), quienes demostraron que la aplicación foliar de N en antesis puede generar incrementos en el rendimiento, siempre y cuando las dosis de N aplicada en siembra y/o macollaje sean bajas.



**Figura 2.** Proteína Bruta (PB) (%) en grano de trigo en función de las dosis de nitrógeno (N) para los diferentes sitios experimentales. Barras vacías sin fertilización foliar y barras rellenas con fertilización foliar. \* Contrastes significativos ( $p < 0,10$ ).

El principal objetivo de la fertilización foliar en estadios avanzados del cultivo de trigo, es incrementar el contenido de proteína y, por ende, la calidad del grano producido. Al considerar todos los sitios experimentales y dosis, se determinó que la fertilización foliar en Z4.9, incrementó significativamente ( $p < 0,10$ ) el contenido de PB en grano en 28 de los 59 tratamientos (Sitios - Dosis), lo cual representa un 47 % del total (Figura 2). Para los tratamientos con efecto significativo ( $p < 0,10$ ) de la fertilización foliar sobre el contenido de PB, se determinó un incremento promedio de 1,56 % de PB, con valores que van desde 0,75 % hasta 3,54 % de PB. En la Figura 2, se observa que existe mucha variabilidad entre sitios y dosis, en la respuesta en PB a la fertilización foliar.

Estos resultados estarían indicando la necesidad de contar con métodos de diagnóstico que permitan predecir la respuesta, en rendimiento y en PB, frente a una aplicación de N en el cultivo de trigo y de esta forma contribuir a la toma de decisiones. Para otras regiones trigueras (sudeste bonaerense) se ha reportado que el IV de la hoja bandera durante el llenado de grano es un indicador del contenido de proteína y, además, es un buen predictor de la respuesta en PB frente a aplicaciones tardías de N (Echeverría & Studdert, 2001).

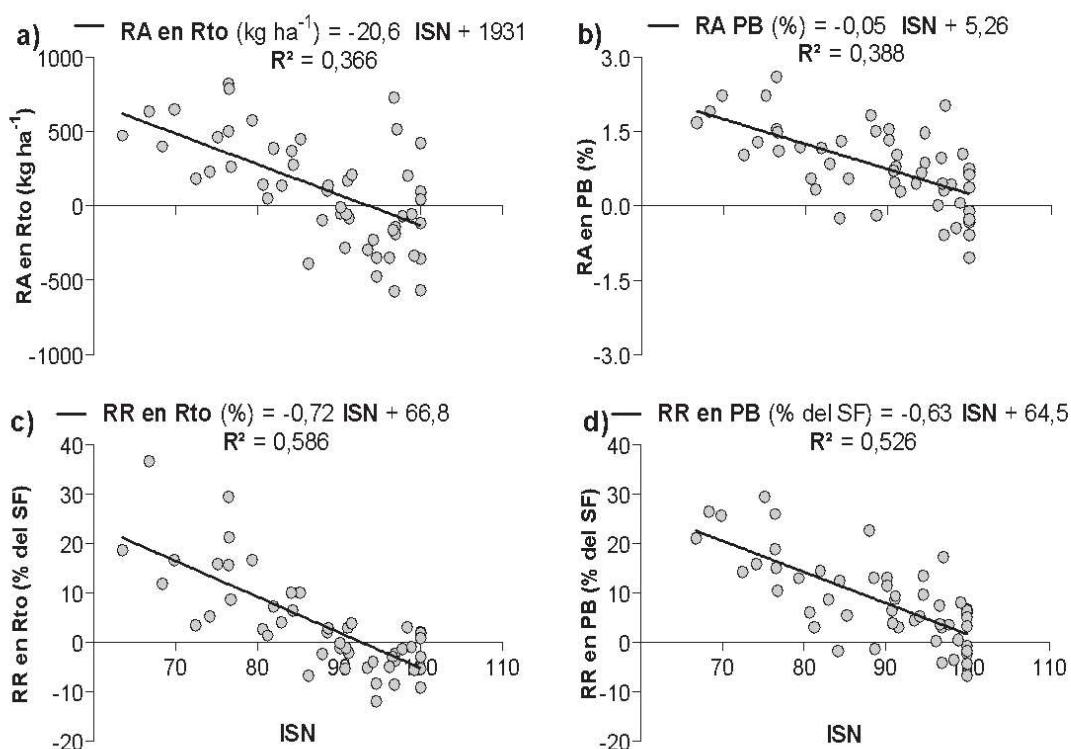
El uso del IV, tiene ciertas limitantes dado que es afectado por numerosos factores entre los que se destacan cultivar, disponibilidad hídrica, enfermedades y deficiencia de otros nutrientes (Blackmer & Schepers, 1995; Gandrup *et al.*, 2004). Por lo tanto, para corregir dicho inconveniente se recomienda elaborar un ISN el cual se obtiene del cociente entre el IV de la parcela problema (o lote) y el IV de una franja de referencia (sin limitaciones de N). Por este motivo, para evaluar el medidor de clorofila, Minolta SPAD<sup>®</sup> 502, como herramienta de diagnóstico, en el presente trabajo se utilizó el ISN.

Para evaluar el SPAD como herramienta para predecir incrementos en rendimiento por efecto de la fertilización foliar, se relacionó el ISN con la respuesta absoluta (RA) y respuesta relativa (RR). Para todos los sitios evaluados se determinó relación significativa ( $p < 0,05$ ) entre la RA en rendimiento a la fertilización y el ISN, siendo la capacidad predictiva solo del 36 % (Figura 3a). Sin embargo, dada la diferencia entre los sitios experimentales (potencial de rendimiento, variedades, etc.), se evaluó la relación entre la RR del rendimiento con el ISN. Dicha relación fue significativa ( $p < 0,05$ ) y el ISN explicó el 58,6% de la variación de la RR del rendimiento (Figura 3c). En ambas relaciones las pendientes negativas indican una reducción en la respuesta en rendimiento por la fertilización foliar, en la medida que se incrementa el ISN, similar a lo reportado por otros autores (Varga & Svecnjak, 2006).

Por otro lado, se evaluó el medidor de clorofila, como herramienta para predecir incrementos en el contenido de PB por efecto de la fertilización foliar. Para todos los sitios experimentales, se determinó que el ISN presentó una capacidad predictiva del 38,8 % de la RA en PB a la fertilización (Figura 3b). Para el sudeste bonaerense, Echeverría y Studdert (2001), reportaron similar asociación entre el IV y el incremento en PB. Además, en el presente trabajo,

se evaluó la relación entre la RR del contenido de PB con el ISN, donde se determinó una relación significativa ( $p < 0,05$ ) y una capacidad predictiva del 52,6 % (Figura 3d).

En síntesis, estos resultados demuestran que el medidor de clorofila, a través del ISN en el estadio de Z4.9, es un buen predictor de la respuesta a la fertilización foliar, tanto para rendimiento como también para PB.



**Figura 3.** Respuesta absoluta (RA) y Respuesta Relativa (RR) en Rendimiento (Rto) y proteína bruta (PB) a la fertilización foliar en función del índice de suficiencia de nitrógeno (ISN) en pre emergencia floral (Z49).

## CONCLUSIÓN

En el presente trabajo se determinó que la fertilización foliar incrementó el rendimiento en aquellas situaciones con baja disponibilidad de N. Además, que dicha práctica agronómica incrementó el contenido de PB del grano de trigo. Por último, se comprobó que el medidor de clorofila (Minolta SPAD<sup>®</sup> 502), es una buena herramienta para predecir respuestas en rendimiento y PB al agregado de fertilizantes foliares en estadios avanzados del ciclo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barbieri, P. A.; Echeverría, H. E. & Sainz Rozas, H. R. 2009. Dosis óptima económica de nitrógeno en trigo según momento de fertilización en el sudeste bonaerense. *Ciencia del suelo*, 27(1), 115-125.
- Barbieri, P.A.; H.R. Sainz Rozas & H.E. Echeverría. 2008. Time of nitrogen application affects nitrogen use efficiency of wheat in the humid pampas of Argentina. *Can. J. Plant Sci.* 88, 849-857.
- Bergh, R; T Loewy & HE Echeverría. 2006. Fertilización nitrogenada: efecto sobre el rendimiento y la calidad panadera de trigo. *Trigo en siembra directa. AAPRESID*. Pág. 154- 155.
- Blackmer, T.M. & J.S. Schepers. 1995. Use of chlorophyll meter to monitor nitrogen status and schedule fertigation for corn. *J. Prod. Agric.* 8:56–60.
- Cuniberti, M; Mir, I; Chialvo, E; Berra, O; Macagno, S. & Pronotti, M. 2016. Rendimiento y calidad del trigo en la región central del país. *Información para Extensión*. [www.inta.gov.ar/mjuarez](http://www.inta.gov.ar/mjuarez) [29/03/2017 15:32 hs]
- Echeverría, H.E., & G.A Studdert. 1998. El contenido de nitrógeno en la hoja bandera del trigo como predictivo del incremento de proteína en el grano por aplicaciones de nitrógeno en la espigazón *Revista Facultad de Agronomía La Plata*, 103.
- Echeverría, H.E., & G.A Studdert. 2001. Predicción del contenido de proteína en grano de trigo (*Triticum aestivum L*) mediante el índice de verdor de la hoja bandera. *Ciencia del Suelo* 19:67-74.
- Finnan, J. M.; Burke, J. I., & Jones, M. B. 1997. A note on a non-destructive method of chlorophyll determination in wheat (*Triticum aestivum L.*). *Irish journal of agricultural and food research*, 85-89.
- 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. *Publicación miscelánea. EEA Rafaela*, (103).
- Gandrup, M.E.; F.O. García; K.P. Fabrizzi, & H.E. Echeverría. 2004. Evolución de un índice de verdor en hoja para evaluar el status nitrogenado en trigo. *Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA)*, 33(3):105-121.
- Keeney, D.R. & D.W. Nelson. 1982. Nitrogen inorganic forms. In: Page, A.L. *et al.* eds. *Methods of soil analysis. Part 2. Agron. Monog 9 ASA and SSSA*, Madison, WI. pp. 643-698
- Nelson, DW & LE Sommers. 1973. Determination of total nitrogen in plant material. *Agron. J.* 65:109-112.
- Norma XX. Norma de comercialización de Trigo pan. Resolución 1262/2004. (En línea). <http://www.olicer.com.ar/servicios/archivos/NORMA%20XX%20Trigo%20Pan.pdf>
- R Core Team. 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [En línea] <<http://www.R-project.org>>.
- Reussi Calvo, N.I.; H. Sainz Rozas; H. Echeverría & A. Berardo. 2013. Contribution of anaerobically incubated nitrogen to the diagnosis of nitrogen status in spring wheat. *Agron. J.* 105(2): 321-328.
- Sainz Rozas, H.R.; H.E. Echeverría & H.P. Angelini. 2011. Niveles de materia orgánica y de pH en suelos agrícolas de la región pampeana y extrapampeana Argentina. *Ciencia del Suelo* 29:29-37.
- Schepers, J.; T. Blackmer, & D. Francis. 1992. Predicting N fertilizer needs for corn in humid



- regions: Using chlorophyll meters. In B. Bock y K. Kelly (ed). Predicting fertilizer needs for corn in humid regions. NFERC, Bull. Y-226. Muscle Shoals, AL, EE.UU. pp. 105 - 114.
- Stark, J. C. & T. A. Tindall. 1992. Timing split applications of nitrogen for irrigated hard red spring wheat. *Journal of Production Agriculture* 5: 221-226.
- Varga, B. & Z Svecnjak. 2006. The effect of late-season urea spraying on grain yield and quality of winter wheat cultivars under low and high basal nitrogen fertilization. *Field Crops Res.* 96: 125-132.
- Villar, J. 2000. Economía del agua en el cultivo de trigo en el área centro de Santa Fe. En: Información técnica de trigo. Campaña 1998. Publ. Misc. N°90. Trabajo N °2. INTA EEA Rafaela.
- Walkley, A. & I.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37: 29-38.
- Zadoks, J.C.; T.T. Chang & C.F. Zonzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.*14: 415-421

## ¿PODEMOS DIAGNOSTICAR NITROGENO DURANTE EL CICLO DEL TRIGO EN EL NORTE DE LA REGION PAMPENA?

ORCELLET, J<sup>1\*</sup>; PEREZ, D<sup>2</sup>; REUSSI CALVO, N<sup>3,4</sup>; SAINZ ROZAS, H<sup>4</sup>; TORNOTTI,<sup>2</sup> Y CALCHA, J<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> INTA Rafaela; <sup>2</sup> CREA Gálvez; <sup>3</sup> Laboratorio FERTILAB; <sup>4</sup> INTA Balcarce; <sup>5</sup> AER Galvez

\* Autor de contacto: orcellet.juan@inta.gob.ar

Trabajo presentado en el Simposio de Fertilidad 2017 de IPNI, Mayo 2017, Rosario.

### INTRODUCCIÓN

El nitrógeno (N) es el nutriente que con mayor frecuencia limita el rendimiento del cultivo de trigo (*triticum aestivum* L.) en la región pampeana argentina (RP). Por lo tanto, para maximizar la eficiencia de uso del N (EUN), se debería cumplir con los cuatro requisitos (4R) del Manejo Responsable de Nutrientes, es decir, seleccionar la dosis, el momento, la fuente y la forma correcta (Bruulsema et al., 2008).

En la RP, la metodología más utilizada para definir la dosis de N, se basa en el contenido de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en pre-siembra del cultivo y umbrales de requerimiento varían según zona, sistema de labranza y rendimiento objetivo (Fontanetto et al., 2005; Barbieri et al., 2008). Sin embargo, se ha determinado falta de ajuste de dicha metodología, dado que no contempla el aporte de N por mineralización durante el ciclo del cultivo (Reussi Calvo et al., 2013a). Por lo tanto, el uso combinado de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en pre-siembra con índices de mineralización, como el Nan (N incubado en anaerobiosis), permite un mejor diagnóstico de las necesidades nitrogenadas del trigo (Reussi Calvo et al., 2013a).

En cuanto al momento de aplicación, es válido recordar que la mayor acumulación de N en el cultivo de trigo se produce entre fines de macollaje y durante la encañazón del mismo, por ende, en dicho momento se obtendría la máxima EUN (Howard et al., 2002). Para regiones con inviernos húmedos, se determinó que aplicaciones fraccionadas incrementan la EUN y la eficiencia de recuperación de N en grano (ERNg) (Barbieri et al., 2008; Velasco et al., 2012). Por lo tanto, surge la necesidad de evaluar el estado nutricional durante el ciclo del cultivo, y ajustar la dosis aplicada a la siembra. Frente a este escenario, el uso de sensores remotos, parecería una alternativa promisoriosa para evaluar el estado nutricional del cultivo de una manera rápida, simple y sencilla. Entre ellos se encuentra el medidor de clorofila, Minolta SPAD<sup>®</sup> 502, con el que se obtiene el índice de verdor (IV) de la hoja el cual está en estrecha relación con el contenido de clorofila (Finman et al., 1997) y, por ende, con la concentración de N en hoja (Schepers et al., 1992).

Para el sudeste bonaerense, se ha reportado que el uso del medidor de clorofila en el estadio de un nudo (Z31; Zadocks et al., 1974) es un buen estimador de la respuesta en rendimiento a la re-fertilización y de la dosis óptima económica (Reussi Calvo et al., 2015). En dicha región, existe una muy baja probabilidad de déficit hídrico (menor al 5%) entre la siembra

y la espigazón del cultivo de trigo (Reussi Calvo y Echeverría, 2006). No obstante, no existe información similar para el norte de la RP (NRP), la cual se caracteriza por presentar escasas precipitaciones durante el ciclo del cultivo, especialmente en los meses invernales (Villar, 2000). Es por esto que los objetivos del presente trabajo fueron evaluar para el NRP: 1) el índice de verdor (IV) y el índice de suficiencia de N (ISN) en el estadio de Z3.1 como método de diagnóstico de N y 2) el efecto de aplicaciones fraccionadas (siembra y Z3.1) sobre rendimiento, la EUN y ERNg.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se realizaron 12 experimentos de fertilización nitrogenada en el cultivo de trigo bajo siembra directa en las campañas 2015 (6 experimentos) y 2016 (6 experimentos.), en diferentes departamentos del centro de Santa Fe. En cada sitio experimental el diseño utilizado fue en bloques completos aleatorizados con tres repeticiones. En el año 2015, se evaluaron dosis crecientes de N aplicadas a la siembra (desde 0 hasta 200 kg N ha<sup>-1</sup>), mientras que en los sitios experimentales del 2016 se evaluaron dosis aplicadas a la siembra y fraccionadas entre siembra y Z 3.1 (Zadocks et al., 1974). En la Tabla 1 se muestran los tratamientos evaluados en los años 2015 y 2016. En todos los tratamientos la fuente de N utilizada fue urea granulada (46-0-0) aplicada al voleo en cobertura total. Para que el fósforo y el azufre no sean limitantes se aplicó a la siembra una dosis de 30-40 y 20-25 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

En pre-siembra se determinó la concentración inicial de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> hasta los 60 cm de profundidad, por colorimetría (Kenney y Nelson, 1982). Durante el ciclo del cultivo se realizaron lecturas de IV mediante SPAD<sup>®</sup> en los estadios de un nudo (Z 3.1, según Zadocks et al., 1974). Se realizaron 15 lecturas con el clorofilómetro en cada parcela, las mismas se realizaron en la última hoja expandida, a la mitad de la distancia entre el tallo y el ápice, y a la mitad de la distancia entre el borde de la hoja y la nervadura central. Posteriormente, se determinó el índice de suficiencia de N (ISN) como el cociente entre la lectura de la parcela problema y la parcela de referencia (200 kg N ha<sup>-1</sup>).

**Tabla 1.** Dosis de nitrógeno (en kg N ha<sup>-1</sup>) evaluada en cada tratamiento para los diferentes sitios experimentales.

Sitio	Año	Tratamiento (kg N ha <sup>-1</sup> )						
		1	2	3	4	5	6	7
Sitio 1	2015	0	40	80	120	160	200	-
Sitio 2	2015	0	40	80	120	160	200	-
Sitio 3	2015	0	40	80	120	160	200	-
Sitio 4	2015	0	40	80	120	160	200	-
Sitio 5	2015	0	40	80	120	160	200	-
Sitio 6	2015	0	40	80	120	160	200	-
Sitio 7	2016	0	40	80	40-40*	120	60-60*	200
Sitio 8	2016	0	40	80	40-40*	120	60-60*	200
Sitio 9	2016	0	40	80	40-40*	120	60-60*	200
Sitio 10	2016	0	40	80	40-40*	120	60-60*	200
Sitio 11	2016	0	50	100	50-50*	150	100-50*	200
Sitio 12	2016	0	50	100	50-50*	150	100-50*	200

\* dosis aplicada en el estadio de 1 nudo (Z 3.1).

Al momento de cosecha en cada parcela, se evaluó el rendimiento y se expresó al 14,5 % de humedad. Para la determinación del N total en grano se utilizó el método de Kjeldahl, con digestión con ácido sulfúrico (Nelson y Sommers, 1973). Para obtener el valor de PB se multiplicó por 5,7 y fue expresada al 13,5 % tal como indica la norma de comercialización del trigo (Norma XX). Además, se calculó la EUN del fertilizante mediante el cociente entre la diferencia de rendimiento del tratamiento fertilizado y el testigo, y los kg de N aplicados. La ERNg, se determinó de forma similar, empleando el contenido de N en grano (Stewart, 2007).

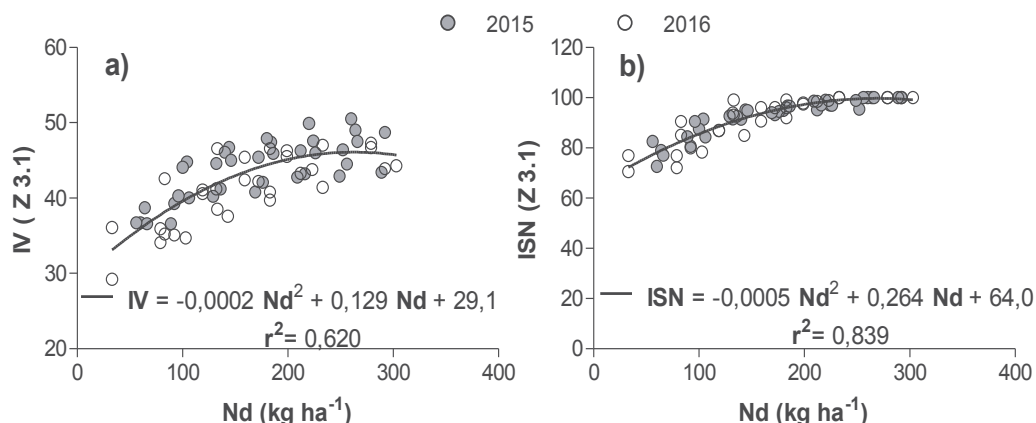
Para comparar la disponibilidad de N entre sitios experimentales y las variables de cultivo dentro de cada sitio experimental, se realizaron análisis de la varianza utilizando el procedimiento incluido en las rutinas del programa R commander (R Core Team, 2014). Cuando las diferencias entre tratamientos fueron significativas, se empleó el test de la diferencia mínima significativa (DMS), con un nivel de probabilidad de 5 %.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento del cultivo de trigo en el NRP es explicado en gran medida por el contenido hídrico inicial (Ai) y las lluvias en los primeros meses del ciclo (junio, julio y agosto) (Villar, 2000). El Ai hasta el 1,5 m de profundidad, fue en promedio de 162 mm para el año 2015 y de 300 mm para el año 2016. Por otro lado, las precipitaciones promedio desde junio hasta agosto fueron de 147 y 58 mm, para el año 2015 y 2016, respectivamente. Frente a esta situación, se observa que en la mayoría de los sitios experimentales las condiciones hídricas fueron óptimas.

Al momento de la siembra se determinó que la disponibilidad inicial promedio de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> fue de 72 kg ha<sup>-1</sup> (mínimo de 33 kg ha<sup>-1</sup> y máximo de 103 kg ha<sup>-1</sup>), con diferencias significativas

entre sitios experimentales (datos no mostrados). En el estadio de un nudo (Z3.1) se determinó un incremento significativo ( $p < 0,05$ ) del IV, en la medida que se incrementaba la dosis de N aplicada a la siembra (datos no mostrados). En la Figura 1 se observa que el IV y el ISN presentan una elevada asociación con el N disponible (suelo + fertilizante), siendo los  $r^2$  de 0,62 y 0,84, respectivamente.



**Figura 1.** a) Índice de verdor (IV) y b) índice de suficiencia de nitrógeno (ISN) en el estadio de un nudo (Z3.1) en función del nitrógeno disponible (suelo + fertilizante). Círculos rellenos para los sitios experimentales del 2015 y círculos vacíos para los sitios experimentales del 2016.

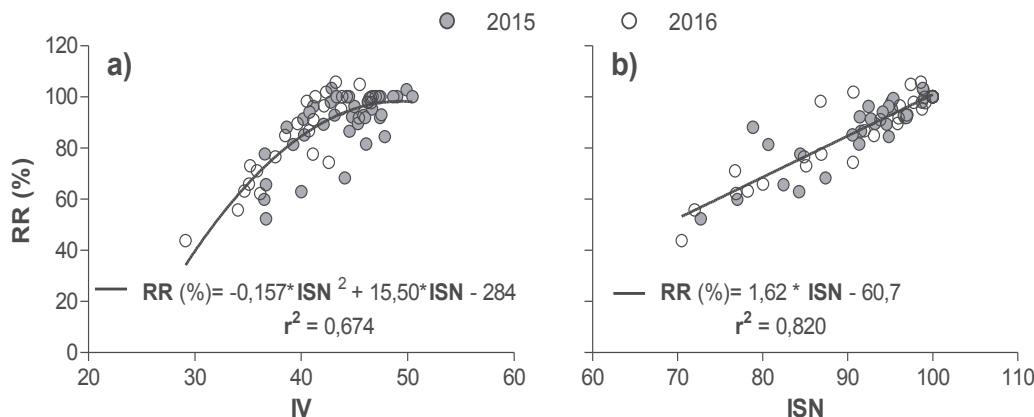
Al evaluar rendimiento, no se determinó diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) entre los años, siendo el promedio de 4.312 y 5.004 kg ha<sup>-1</sup>, para el 2015 y 2016, respectivamente. Para todos los sitios experimentales el rendimiento promedio fue de 4.668 kg ha<sup>-1</sup>, con un mínimo de 1.967 kg ha<sup>-1</sup> y un máximo de 7.068 kg ha<sup>-1</sup>. En todos los sitios experimentales se determinó respuesta significativa ( $p < 0,05$ ) al agregado de N al momento de la siembra. Para la máxima respuesta en rendimiento (diferencia entre la dosis máxima y el testigo) el valor promedio fue de 1.866 kg ha<sup>-1</sup>, con valores que van desde 736 hasta 3.285 kg ha<sup>-1</sup>. Esta variación, indicaría la diferencia en potencial de rendimiento y de respuesta a N entre los sitios experimentales, afectado por numerosos factores (Ai, Pp, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Nan).

En la Figura 2, se observa la relación entre el IV (Figura 2a), y el ISN (Figura 2b) en el estadio un nudo (Z3.1) con el rendimiento relativo. Se determinó, que el ISN presentó una mayor capacidad predictiva del RR, respecto al IV, siendo esta del 82%. Esto se explicaría, en parte, por el hecho de que el IV es afectado por numerosos factores entre los que se destacan cultivar, disponibilidad hídrica, enfermedades y deficiencia de otros nutrientes (Blackmer y Schepers, 1995; Gandrup et al., 2004). Resultados similares han sido reportados para las condiciones del sudeste bonaerense (Reussi Calvo et al., 2015).

Estos resultados indicarían que para el NRP el medidor de clorofila a través del ISN en el estadio de Z3.1 es un buen estimador del estado de nutrición nitrogenada del trigo, siendo una herramienta promisoriosa para el diagnóstico de N. No obstante, el estadio de Z 3.1 en dicha región se produce en promedio a fines del mes de agosto, época en la cual las precipitaciones son muy



escasas, siendo esta una posible limitante del uso del ISN como método de diagnóstico.



**Figura 2.** Rendimiento relativo (RR) en función de: **a)** Índice de verdor (IV) y **b)** índice de suficiencia de nitrógeno (ISN) en el estadio de un nudo (Z31). Círculos rellenos para los sitios experimentales del 2015 y círculos vacíos para los sitios experimentales del 2016.

En los sitios evaluados no se determinó respuesta en rendimiento por efecto del fraccionamiento de N (Tabla 2). No obstante, en ciertas dosis y sitios el fraccionamiento de la dosis de N, produjo una caída en el rendimiento del cultivo respecto a la misma dosis aplicada a la siembra. Esto queda en evidencia en la caída de la EUN por efecto del fraccionamiento en la mayoría de las situaciones evaluadas (Tabla 2). Para las dosis más bajas (80 y 100 kg N ha<sup>-1</sup>), la EUN promedio fue de 22 y 17 kg trigo kg N<sup>-1</sup> para la aplicación a la siembra y fraccionada, respectivamente. Por otro lado, para las dosis más altas (120 y 150 kg N ha<sup>-1</sup>) se determinó que la EUN promedio fue de 17 kg trigo kg N<sup>-1</sup> para la aplicación a la siembra y de 14 kg trigo kg N<sup>-1</sup> para la aplicación fraccionada. Estos resultados, se explicarían en parte, por las escasas precipitaciones ocurridas en los meses de agosto y septiembre. Para ambos meses las precipitaciones solo acumularon 19 mm, lo cual representa solamente el 30 % del promedio histórico de la zona (67 mm) (EEA Rafaela, Agrometeorología).

Por otro lado, se observa como tendencia, que el fraccionamiento de N incrementó el contenido de PB para la mayoría de las situaciones, siendo dicho incremento significativo en algunos casos (Tabla 2). Por esto, al evaluar la ERNg no se encontraron reducciones por efecto del fraccionamiento de N. Para las dosis más bajas (80 y 100 kg N ha<sup>-1</sup>), la ERNg promedio fue de 46 y 45 % para la aplicación a la siembra y fraccionada, respectivamente. Similar diferencia se determinó para las dosis más altas (120 y 150 kg N ha<sup>-1</sup>) donde el promedio fue de 36 % para la aplicación a la siembra y de 35 % para la aplicación fraccionada. Estos resultados indicarían que el N aplicado en el estadio de Z 3.1 fue utilizado en estadios más avanzados del cultivo (llenado de grano), dado que las precipitaciones del mes de octubre fueron de 135 mm.

Estos resultados, difieren de los reportados para regiones con inviernos húmedos, como el sudeste bonaerense (Barbieri et al., 2008; Velasco et al., 2012). Sin embargo, los mismos corresponden a un año de evaluación con un invierno con precipitaciones por debajo de lo

normal, siendo necesario continuar con dicho estudio en pos de maximizar la EUN.

**Tabla 2.** Dosis de nitrógeno (N), rendimiento, proteína (PB), eficiencia de uso de N (EUN) y eficiencia de recuperación de N en grano (ERNg). Para los sitios experimentales del año 2016 (n=6).

	Dosis de N (kg N ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )	PB (%)	EUN (kg trigo kg N <sup>-1</sup> )	ERNg (%)
<b>Sitio 7</b>	0	3.459 <b>a</b>	10,3 <b>a</b>		
	40	4.783 <b>bcd</b>	11,1 <b>ab</b>	33	67
	80	4.957 <b>cd</b>	13,3 <b>cdef</b>	19	58
	40-40*	4.463 <b>b</b>	14,3 <b>efg</b>	13	54
	120	5.100 <b>d</b>	12,7 <b>cd</b>	14	37
	60-60*	4.545 <b>bc</b>	13,7 <b>def</b>	9	34
	200	4.866 <b>bcd</b>	14,2 <b>efg</b>	7	25
<b>Sitio 8</b>	0	3.775 <b>a</b>	10,2 <b>a</b>		
	40	5.222 <b>bc</b>	10,2 <b>a</b>	36	48
	80	5.533 <b>bcd</b>	12,5 <b>bc</b>	22	50
	40-40*	5.295 <b>bcd</b>	12,8 <b>bcd</b>	19	48
	120	6.061 <b>e</b>	13,1 <b>cd</b>	19	45
	60-60*	5.471 <b>bcd</b>	13,0 <b>cd</b>	14	36
	200	5.734 <b>de</b>	14,7 <b>h</b>	10	30
<b>Sitio 9</b>	0	3.630 <b>a</b>	9,7 <b>a</b>		
	40	4.403 <b>b</b>	10,6 <b>b</b>	19	38
	80	4.986 <b>cd</b>	12,1 <b>cd</b>	17	41
	40-40*	4.987 <b>cd</b>	12,7 <b>de</b>	17	46
	120	5.474 <b>efgh</b>	12,7 <b>de</b>	15	37
	60-60*	5.369 <b>defg</b>	13,0 <b>ef</b>	14	38
	200	5.749 <b>gh</b>	15,3 <b>h</b>	11	35
<b>Sitio 10</b>	0	3.938 <b>a</b>	9,1 <b>a</b>		
	40	5.484 <b>bc</b>	9,5 <b>ab</b>	39	52
	80	6.488 <b>defg</b>	10,4 <b>abcd</b>	32	52
	40-40*	5.990 <b>cd</b>	10,6 <b>abcd</b>	26	45
	120	6.915 <b>fgh</b>	10,4 <b>abcd</b>	25	39
	60-60*	6.351 <b>de</b>	11,5 <b>cdef</b>	20	41
	200	7.068 <b>h</b>	13,2 <b>fg</b>	16	37
<b>Sitio 11</b>	0	3.087 <b>a</b>	10,6 <b>a</b>		
	50	3.697 <b>bc</b>	12,8 <b>cd</b>	12	38
	100	4.861 <b>g</b>	12,3 <b>c</b>	18	36
	50-50*	3.969 <b>cd</b>	14,9 <b>e</b>	9	34
	150	4.962 <b>gh</b>	12,5 <b>c</b>	12	26
	100-50*	4.602 <b>fg</b>	14,3 <b>e</b>	10	29
	200	4.971 <b>gh</b>	12,8 <b>cd</b>	9	20
<b>Sitio 12</b>	0	2.552 <b>a</b>	10,9 <b>a</b>		
	50	4.264 <b>b</b>	11,3 <b>ab</b>	34	53
	100	4.951 <b>cd</b>	11,7 <b>abc</b>	24	39
	50-50*	4.735 <b>bc</b>	12,4 <b>bcde</b>	22	40
	150	5.228 <b>cde</b>	11,9 <b>abcd</b>	18	30
	100-50*	5.025 <b>cd</b>	13,5 <b>ef</b>	16	35
	200	5.837 <b>ef</b>	11,8 <b>abcd</b>	16	27

\* indica dosis aplicada en el estadio de 1 nudo (Z31). Letras distintas para cada sitio, indican diferencias significativas con un DMS 5 % de probabilidad.

En síntesis, para el NRP se determinó que el SPAD, y específicamente el ISN en el

estadio de un nudo (Z 3.1) es un buen estimador del N disponible ( $r^2= 0,84$ ) y del RR ( $r^2= 0,82$ ). Sin embargo, debido las escasas precipitaciones en los meses invernales, resulta necesario seguir evaluando si dicha herramienta permite predecir las necesidades de N en el estadio de un nudo, tal como se ha desarrollado para el sudeste bonaerense (Reussi Calvo et al., 2013b).

## CONCLUSIONES

Para las condiciones del NRP, se determinó que el uso de SPAD en el estadio de un nudo (Z 3.1) es un buen estimador de la disponibilidad de N y del rendimiento relativo del cultivo. No obstante, dado que no se determinó respuesta a la fertilización en dicho estadio, no fue posible evaluar esta herramienta como metodología para predecir la respuesta, tal como está desarrollado para otras zonas trigueras.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se hizo posible gracias al apoyo del Proyecto Nacional Suelos del INTA (PNSUELO-1134024).

## BIBLIOGRAFÍA

- Barbieri, P.A., H.R. Sainz Rozas, y H.E. Echeverría. 2008. Time of nitrogen application affects nitrogen use efficiency of wheat in the humid pampas of Argentina. *Can. J. Plant Sci.* 88, 849-857.
- Blackmer, T.M., y J.S. Schepers. 1995. Use of chlorophyll meter to monitor nitrogen status and schedule fertigation for corn. *J. Prod. Agric.* 8:56–60.
- Bruulsema, T.W., C. Witt, F. García, S. Li, T.N. Rao, F. Chen, y S. Ivanova. 2008. Marco global de las mejores prácticas de manejo (MPM) de los fertilizantes. *INPOFOS Informaciones Agronómicas*, (38), 1-4.
- Finnan, J. M., J.I. Burke, y M.B. Jones. 1997. A note on a non-destructive method of chlorophyll determination in wheat (*Triticum aestivum L.*). *Irish journal of agricultural and food research*, 85-89.
- Fontanetto, H., H. Vivas, O. Keller, R. Albrecht, L. Gastaldi, y H. Castignani. 2005. Consideraciones sobre la fertilización nitrogenada de trigo en la región central de Santa Fe. *Publicación miscelánea. EEA Rafaela*, (103).
- Gandrup, M.E., F.O. García, K.P. Fabrizzi, y H.E. Echeverría. 2004. Evolución de un índice de verdor en hoja para evaluar el status nitrogenado en trigo. *Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA)*, 33(3):105-121.
- Howard, D.D., M.A. Newman, M.E. Essington, y W.M. Percell. 2002. Nitrogen fertilization of conservationtilled wheat. II. Timing of nitrogen application of two nitrogen sources. *J. Plant Nutr.* 25: 1329-1339.
- Keeney, D.R., y D.W. Nelson. 1982. Nitrogen inorganic forms. En: Page, A.L. et al. eds. *Methods of soil analysis. Part 2. Agron. Monog 9 ASA and SSSA*, Madison, WI. pp. 643-698
- Nelson, D.W., y L.E. Sommers. 1973. Determination of total nitrogen in plant material. *Agronomy Journal.* 65:109-112.
- Norma XX. Norma de comercialización de Trigo pan. Resolución 1262/2004. (En línea).

- <http://www.olicer.com.ar/servicios/archivos/NORMA%20XX%20Trigo%20Pan.pdf>
- R Core Team. 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [En línea] <<http://www.R-project.org>>.
- Reussi Calvo, N. I., H. Sainz Rozas, H. Echeverría, y N. Diovisalvi. 2013b. ¿Cómo ajustamos la dosis de nitrógeno durante el ciclo del trigo? (En línea).  
<http://www.laboratoriofertilab.com.ar/publicaciones.php>.
- Reussi Calvo, N. I., y H.E. Echeverría. 2006. Estrategias de fertilización nitrogenada en trigo: balance hídrico para el sur bonaerense. *Ciencia del suelo*, 24(2), 115-122.
- Reussi Calvo, N.I., H. Sainz Rozas, H. Echeverría y A. Berardo. 2013a. Contribution of anaerobically incubated nitrogen to the diagnosis of nitrogen status in spring wheat. *Agronomy Journal*. 105(2): 321-328.
- Reussi Calvo, N.I., H. Sainz Rozas, H. Echeverría, y N Diovisalvi, N. 2015. Using Canopy Indices to Quantify the Economic Optimum Nitrogen Rate in Spring Wheat. *Agronomy Journal*, 107(2), 459-465.
- Schepers, J., T. Blackmer, y D. Francis. 1992. Predicting N fertilizer needs for corn in humid regions: Using chlorophyll meters. In B. Bock y K. Kelly (ed). *Predicting fertilizer needs for corn in humid regions*. NFERC, Bull. Y-226. Muscle Shoals, AL, EE.UU. pp. 105 - 114.
- Stewart, W.M. 2007 Consideraciones en el uso eficiente de nutrientes. *Informaciones Agronómicas*, v.67, p.1-6.
- Velasco, J.L., H. Sainz Rozas, H. Echeverría, y P. Barbieri. 2012. Optimizing fertilizer nitrogen use efficiency by intensively managed spring wheat in humid regions: Effect of split application. *Can. J. Plant Sci.* 92: 1-10.
- Villar, J. 2000. Economía del agua en el cultivo de trigo en el área centro de Santa Fe. En: *Información técnica de trigo. Campaña 1998*. Publ. Misc. N°90. Trabajo N°2. INTA EEA Rafaela. 5 p.
- Zadoks, J.C., T.T. Chang y C.F. Zonzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.* 14: 415-421.

## EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE CEBADA CERVECERA 2016

ROSETTI, L. y VILLAR, J.

*Profesionales del Área de Investigación en Producción Vegetal, INTA EEA Rafaela*

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

### INTRODUCCIÓN

La cebada cervecera (*Hordeum vulgare*) es el cuarto cereal en importancia del mundo después del trigo, maíz y arroz, debido a su amplia adaptación ecológica, a su utilización tanto para alimentación animal como humana y a la alta calidad de la malta para la fabricación de cerveza (Gimenez *et al.*, 2008).

En Argentina, de acuerdo al promedio de los últimos cinco años, se cultivan aproximadamente 1,28 millones de hectáreas, lo que significa una producción de 4,18 millones de toneladas por año, con un rendimiento promedio de 3.604 kilos por hectárea (<https://datos.magyp.gob.ar/>, 2016). En Santa Fe se siembran alrededor de 37.400 hectáreas (que representan un 3% de la producción nacional), con un promedio de 3.056 kilos por hectárea.

A partir de la campaña 2013, la EEA Rafaela del INTA incorporó como rutina la evaluación de materiales genéticos de cebada cervecera a través de ensayos comparativos de rendimiento, con la finalidad de identificar su adaptabilidad a las condiciones locales y evaluar su comportamiento productivo (Villar & Benzi, 2015; Villar & Rosetti, 2016).

El ensayo indicado forma parte de una red de evaluación de rendimiento y calidad comercial de cultivares y genotipos experimentales de cebada cervecera que el INTA organiza, en Convenio de Asistencia Técnica con la Cámara de la Industria Cervecera Argentina, entidad que representa un conjunto de malterías y empresas comercializadoras de Argentina.

### MATERIALES Y MÉTODOS

En la campaña 2016 participaron del ensayo 12 cultivares comerciales y precomerciales. Se sembró el 21 de julio en lotes conducidos bajo siembra directa, sobre un suelo Argiudol típico de adecuada fertilidad potencial (Materia orgánica: 2,4 %, Nitrógeno total: 0,100 %, pH: 6,3 y fósforo extractable: 35,4 ppm) y muy baja fertilidad actual (N-NO<sub>3</sub>: 6,6 ppm), todos valores normales para suelos de la región sin roturar. Para mejorar este aspecto se aplicó, en presiembra, yeso agrícola (So<sub>4</sub>Ca 21%) al voleo y la fertilidad nitrogenada se completó con la aplicación de 70 kg N/ha en forma de urea granulada (46% N) al momento de la siembra, incorporada por debajo y al costado de la semilla.

Las parcelas experimentales se dispusieron en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, siendo la unidad experimental de 1,4 m de ancho (7 surcos a 0,20 m) por 5 m de largo. El lote provenía de un cultivo de soja y fue sembrado con una densidad de 300 plantas/m<sup>2</sup>.

El agua útil almacenada en el suelo al inicio de la campaña (21/07/16) fue de 324,4 mm/1,5 m; valor que supera en 1% la capacidad máxima de almacenamiento, debido a la



saturación del perfil por debajo de 1,10 m. El primer metro del perfil, al que accede el cultivo en las primeras etapas, contenía 186,8 mm lo que representa un 86,8% de la capacidad máxima de retención. Por debajo del metro de profundidad había aportes de la napa freática, como consecuencia de las abundantes lluvias ocurridas en los meses de febrero, marzo y abril (742,6 mm).

El ensayo se condujo libre de insectos y malezas. Se realizó un control presiembra con la aplicación de glifosato con 2,4 D (1 litro/ha). Con respecto a las enfermedades se realizó un control químico con Pyraclostrobin (13,5%) + epoxiconazole (5%) (1 litro pc/ha) el 12 de octubre.

Se utilizó la escala fenológica *Zadoks* para el registro de las fechas en que el cultivo alcanzó estados de desarrollo relevantes: emergencia (A), espigazón (Z 5.5), antesis (Z 6.1) y madurez fisiológica (Z 8.6) (*Zadoks et al*, 1974).

La cosecha se efectuó el 29/11/16 de manera mecánica con una cosechadora de parcelas provista de una plataforma para trigo. Los rendimientos de grano fueron expresados en kg/ha y corregidos al 14% de humedad. Los rendimientos, el peso de mil granos y el peso hectolítrico (PH) fueron analizados con ANOVA comparándose las medias por el test de Scott & Knott ( $p < 0.05$ ), para ello se utilizó el Software Infostat versión 2016 (*Di Rienzo et al*, 2016).

A continuación, en la tabla 1 se indican las precipitaciones de abril a noviembre de 2016 recopiladas en la Estación Agrometeorológica de la EEA Rafaela.

**Tabla 1.** Precipitaciones registradas en la Estación Agrometeorológica de la EEA Rafaela durante el cultivo de cebada (junio – noviembre de 2016) y promedios de la serie histórica 1930/2014.

	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Total
<b>N° días de lluvia 2016</b>	5	6	1	5	11	7	58
<b>Lluvia 2016 (mm)</b>	39,8	14,8	3	16,5	139	72,2	606,9
<b>Serie histórica 1930/2014(mm)</b>	28,1	22,4	25,4	41,4	84,8	107,2	449,0
<b>Diferencia 2016-1930/2014 (mm)</b>	11,7	-7,6	-22,4	-24,9	54,2	-35,0	157,9

Los registros durante todo el ciclo de crecimiento fueron inferiores a los valores históricos, con la única excepción de lo ocurrido en junio y octubre. Las lluvias de febrero, marzo y abril (742,6 mm) generaron ascensos del nivel freático (datos no publicados), lo que determinó una muy buena oferta hídrica inicial en el perfil del suelo.

La campaña tuvo un balance general positivo (157,9 mm) con respecto a los valores normales. El período de crecimiento de las plantas, las cuales emergieron el 30 de julio, ocurrió con una escasa oferta de lluvia, mejorando hacia la etapa de llenado de grano (octubre).

## RESULTADOS

En la Tabla 2 se indican las distintas etapas fenológicas del cultivo, días entre siembra y antesis, días de llenado de grano, duración del ciclo, altura en MF, rendimiento de grano (corregido al 14% de humedad), el peso unitario y el PH de los genotipos.

Los diferentes estados fenológicos se atrasaron prácticamente un mes con respecto a las siembras de campañas anteriores de fines de junio (Villar y Rosetti, 2016). La etapa de llenado de grano (octubre), que estuvo acompañada de temperaturas favorables además de precipitaciones adecuadas, presentó una mayor duración que en campañas anteriores (Tabla 2).

La altura promedio de las plantas para todos los cultivares estuvo en valores similares a los obtenidos en un año favorable (Villar y Benzi, 2015) y fueron mayores que en las campañas anteriores, no habiéndose registrado vuelco en ninguno de los materiales (Tabla 2).

El rendimiento medio fue excelente (5.333 kg/ha). No se detectó variabilidad significativa entre los materiales, siendo Explorer el que obtuvo mayor productividad (6.168 kg/ha). Dos materiales experimentales presentaron productividades superiores a los 5.500 kg/ha. El material comercial Andreia, estuvo entre los de mayor rendimiento por tercera campaña consecutiva (Villar y Benzi, 2015; Villar y Rosetti, 2016) (Tabla 2).

La cebada que no se destina a maltería se puede comercializar en el mercado forrajero, tanto nacional como de exportación, con valores que están condicionados por las expectativas de producción de otros granos forrajeros, principalmente del maíz.

Los parámetros asociados a la calidad como grano forrajero (Resolución SENASA 27/2013- Norma V- Anexo B) fueron diferentes entre los materiales. Al analizar el PH se destacaron diferencias significativas entre los materiales: Bv 547-13, Bv 537-13, INTA 7302 y Traveler, los que superaron el valor de 62 kg/hl (Grado 1), mínimo requerido para recibir la mercadería con bonificación del 1% del precio. Otro grupo de materiales (Explorer, Shakira, Scarlett, Sara INTA y Silera INTA) superó el mínimo requerido para el recibo sin descuentos (59 kg/hl). Sin embargo, Andreia, Scrabble y Josefina no alcanzaron el mínimo requerido para el recibo sin descuento del 1,5% pero alcanzaron el mínimo requerido para su recepción (56 kg/hl) (Tabla 2).

**Tabla 2.** Fechas de espigazón, antesis y madurez fisiológica, días desde siembra antesis, días de llenado de grano, ciclo total del cultivo, altura de las plantas en madurez fisiológica, rendimiento de grano, peso unitario de granos y peso hectolítrico de variedades de cebada cervecera. Fecha de siembra: 21 de julio de 2016. INTA, EEA Rafaela

Cultivar	Espigazón Z_5.5	Antesis Z_6.1	MF Z_8.6	Días Siembra- Antesis	Días Llenado de grano	Ciclo total (días)	Altura en MF(cm)	Rendimiento (kg/ha, 14% H°)	P1000 (g)		Peso Hectolitrico (kg/hl)	
Explorer	10-Oct	17-Oct	22-nov	88	36	124	69	6168	52	A	59,9	B
Andreaia	10-Oct	15-Oct	23-nov	86	39	125	77	5934	43,6	B	58,25	B
Bv.547-13	11-Oct	16-Oct	21-nov	87	36	123	76	5858	48,4	B	62,6	A
Bv.537-13	12-Oct	16-Oct	23-nov	87	38	125	83	5712	45,2	B	62,3	A
Sara INTA (Bv.272)	13-Oct	17-Oct	20-nov	88	34	122	80	5695	49,2	B	60,95	A
Traveler	13-Oct	19-Oct	23-nov	90	35	125	70	5687	50,4	A	63,35	A
Silera INTA (Bv.281)	11-Oct	16-Oct	18-nov	87	33	120	76	5581	46	B	61,9	B
INTA 7302	6-Oct	13-Oct	21-nov	84	39	123	79	5482	43,6	B	62,8	A
Shakira	10-Oct	16-Oct	24-nov	87	39	126	71	5408	46,8	A	61,75	A
Scrabble	14-Oct	20-Oct	25-nov	91	36	127	82	5344	44,8	B	58,95	B
Scarlett	16-Oct	20-Oct	25-nov	91	36	127	76	5199	45,6	B	61,65	B
Josefina	8-Oct	14-Oct	21-nov	85	38	123	76	4332	52	A	58,65	B
Promedio	11-Oct	16-Oct	22-Nov	88	37	124	76	5533	47		61	
CV								9,25	3,42		1,69	

## BIBLIOGRAFÍA

- 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)
- Gimenez, F.; V. Conti; F. Moreyra; & J. Tomaso. 2008. Efecto de la época de siembra sobre los caracteres económicos en genotipos de cebada cervecera. VII Congreso Nacional de Trigo. V Simposio Nacional de Cereales de Siembra Otoño-Invernal. I Encuentro del MERCOSUR. Santa Rosa, La Pampa. 2, 3 y 4 de julio de 2008.
- 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.
- Villar, J. & P. Benzi. 2015. Evaluación de cultivares de cebada cervecera 2014. Información técnica de trigo y otros cultivos de invierno. Publ. Misc. N° 129. EEA Rafaela-INTA. Pag.:103-105
- Villar, J. & L. Rosetti. 2016. Evaluación de cultivares de cebada cervecera 2015. En Información técnica de trigo y otros cultivos de invierno, campaña 2016. Publ. Misc. N° 131. EEA Rafaela-INTA. Pag.:97-99.

## **EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE ARVEJA, CAMPAÑA 2016, SAN FABIÁN, DEPARTAMENTO SAN JERÓNIMO (SANTA FE-ARGENTINA).**

MARTINS, L.<sup>1\*</sup>; CALCHA, J.<sup>1</sup>; PRIETO, G.<sup>2</sup>; LIEBER. B.<sup>3</sup>; ANDRIANI, J.<sup>4</sup>; SANMARTI, N.<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup>AER INTA Gálvez; <sup>2</sup> AER Arroyo Seco; <sup>3</sup> Asesor Privado ;<sup>4</sup> EEA INTA Oliveros  
\*Autor de contacto: [martins.luciano@inta.gob.ar](mailto:martins.luciano@inta.gob.ar)

### **INTRODUCCIÓN**

El 2016 fue declarado como “Año Internacional de las Legumbres” por la ONU (Organización de las Naciones Unidas), con el propósito de crear mayor conciencia de la contribución que tienen estos alimentos para la seguridad alimentaria. La celebración de este año internacional permite enfocar acciones hacia toda la cadena alimentaria con el objetivo de promover un mejor aprovechamiento de las proteínas derivadas de las legumbres, incrementar su producción mundial, utilizar de manera más apropiada la rotación de cultivos y hacer frente a los retos que plantea el comercio de legumbres (CLERA, 2014).

Argentina produce legumbres desde hace más de 70 años y la zona núcleo de estos cultivos se encuentra principalmente en el sudeste de Santa Fe y el norte de Buenos Aires. En el último tiempo, se incorporó superficie en el sudeste, oeste y centro de Buenos Aires, en el centro de Santa Fe, en el oeste de Entre Ríos y en algunas zonas del este de Córdoba. Asimismo, el mercado interno no ha tenido un crecimiento marcado, ya que el consumo anual es de 15.000 a 20.000 toneladas de legumbres entre productos frescos y enlatados, es decir, el 10 % de la producción que se exporta.

Agronómicamente, las legumbres tienen un consumo de agua inferior a otros cultivos de invierno (entre 100-150 milímetros menos), y permiten una mejor conservación del nitrógeno en el suelo en relación a los cultivos de trigo, cebada o avena. Además, incluidas en el esquema de rotación, mejoran la productividad de los cultivos de verano (PRIETO, 2014).

De acuerdo a una estimación realizada por la AER INTA Gálvez (RIAN 2016, datos no publicados), sobre un total de 546 lotes productivos (2,8 % de representatividad de la superficie firme del departamento San Jerónimo (316.798 ha)), durante la campaña 2016 el porcentaje de ocupación por el cultivo de arveja fue de 1,83 % (10 lotes), 1,28 % superior a lo estimado para la campaña 2015.

Por tal motivo, por cuarto año consecutivo se realiza este ensayo, integrado a la red nacional de arveja y coordinado desde la AER INTA Arroyo Seco, con el objetivo de evaluar el comportamiento y la adaptación de los cultivares más utilizados o de cultivares experimentales de arveja (*Pisum sativum*), y de obtener datos relevantes para el área productiva del departamento San Jerónimo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El lote en el cual se implantó el ensayo se ubicó al sur de la localidad de San Fabián, lindante a la autopista Santa Fe-Rosario (LS 32°11'4,98" LO 61°00'7,94"). El suelo es Argiudol Típico serie Maciel, de clase de aptitud 1, con un índice de aptitud de 82 (GeoINTA), y el cultivo antecesor fue soja de primera. El diseño experimental del ensayo fue en bloques completos aleatorizados y se estableció en parcelas de 2,10 metros por 20 metros, con 3 repeticiones.

La siembra se realizó el 20 de julio y se efectuó con una sembradora Agrometal MX de 33 surcos a 21 cm entre sí. Los cultivares sembrados se presentan en la tabla 1. La densidad de siembra utilizada fue de 230 kg/ha. La inoculación y el curado de las semillas se realizó con 400 ml de Signum® (bio-inductor), 100 ml de Maxim XL® (fungicida), y 100 ml de Pre Max® (protector), cada 100 kg de semilla.

**Tabla 1.** Cultivares, color de grano, peso de 1000 granos (P 1000) y densidad de siembra utilizados en el ensayo de arveja. Campaña 2016.

<b>Cultivares</b>	<b>Color de grano</b>	<b>P 1000 (gramos) (siembra)</b>	<b>Densidad de siembra (kg/ha)</b>
<b>Yams</b>	amarilla	<b>273</b>	<b>230</b>
<b>Shamrock</b>	verde	<b>250</b>	<b>230</b>
<b>Reussite</b>	amarilla	<b>240</b>	<b>230</b>
<b>Bluestar</b>	verde	<b>239</b>	<b>230</b>
<b>Navarro</b>	amarilla	<b>237</b>	<b>230</b>
<b>Meadow</b>	amarilla	<b>233</b>	<b>230</b>
<b>Facon</b>	verde	<b>172</b>	<b>230</b>
<b>Viper</b>	verde	<b>142</b>	<b>230</b>
Promedios		<b>223</b>	<b>230</b>

Los tratamientos químicos realizados para el control de malezas en barbecho y en el cultivo, así como el control de insectos y enfermedades están detallados en la tabla 2.



**Tabla 2.** Tratamientos realizados para el control de malezas, insectos y enfermedades en el ensayo de arveja. Campaña 2016.

<b>Control de Malezas</b>	
<b>19/05/2016</b>	1,20 litros/ha de Sulfosato + 0,50 litros/ha de 2,4-D Amina + 0,120 cm <sup>3</sup> /ha de Dicamba + 8 g/ha de Metsulfurón.
<b>Control de enfermedades</b>	
<b>8/10/2016</b>	0,400 litros/ha de una suspensión concentrada compuesta por los principios activos Isopyrazam 12,5 g + Azoxistrobina 20 g.

Se realizó el muestreo de suelo de 0-20 cm de profundidad para determinar los parámetros químicos. Días antes de la siembra se aplicó fertilizante al voleo: 120 kg/ha de urea y 80 kg/ha de sulfato de calcio, y a la siembra se fertilizó en la línea con 96 kg/ha de fosfato monoamónico.

Antes de la siembra, se realizaron tres determinaciones de humedad del suelo hasta una profundidad de 2 metros, extrayendo muestras en el punto medio de cada horizonte. Además, se registró la evapotranspiración de referencia y las lluvias diarias, con lo que se realizó la distribución mensual correspondiente al año 2016. A partir de los datos obtenidos y del muestreo de humedad inicial del suelo, fue calculado y graficado el balance de agua en el suelo (software de Balance Hídrico de Cultivo, BAHICU 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.

La cosecha se efectuó el 11 de diciembre de 2016 y se determinó el rendimiento y el P1000. Previamente a la cosecha se estimó el número de plantas por metro cuadrado.

## RESULTADOS

### *Análisis de suelo:*

En la tabla 3 se presenta el resultado del análisis de fertilidad química del suelo y se destaca que el mismo está medianamente provisto de materia orgánica y de nitratos, con un pH ligeramente ácido y según los valores de referencia, el fósforo asimilable y los sulfatos se presentan bajos.

**Tabla 3.** Resultados del análisis químico del suelo. Ensayo de arveja. Campaña 2016. Referencias: MO (Materia Orgánica), ppm (partes por millón).

Materia Orgánica (Walkley - Black)	Fósforo (Bray - Kurtz I)	Nitratos (Harper mod.)	Sulfatos (Turbidimétrico)	pH actual (en agua)
2,30 %	13,1 ppm	59,4 ppm	23,4 ppm	5,9

***Precipitaciones:***

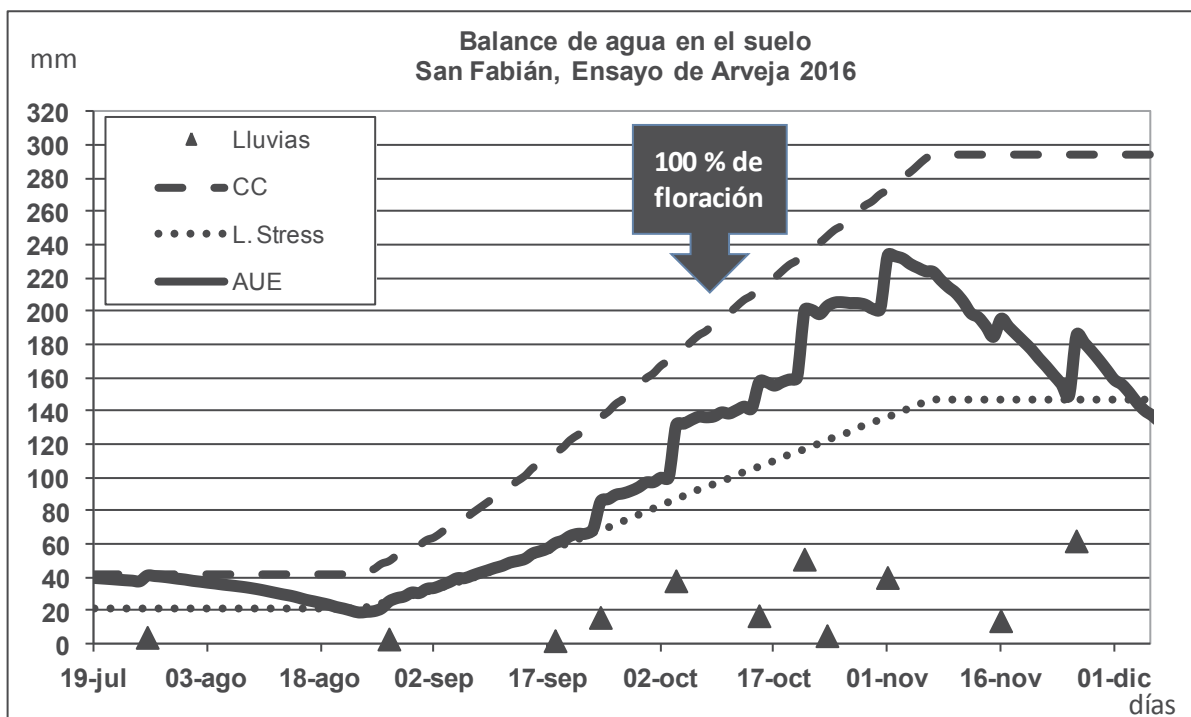
El registro de precipitaciones alcanzado fue superior al valor medio de los últimos 99 años (registro histórico en la zona de Gálvez – AER INTA Gálvez), el cual superó en un 28 % a la media histórica que es de 955 mm (Tabla 4).

**Tabla 4.** Precipitaciones (en milímetros), registradas en San Fabián durante 2016 y registro histórico de precipitaciones (1917-2016) en Gálvez. Ensayo de Arveja. Campaña 2016.

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
<b>Año 2016</b>	80	405	129	229	1	42	24	3	18	111	116	171	1329
<b>Histórico 1917-2016</b>	117	97	133	88	52	28	29	30	53	108	106	111	955
<b>Diferencia</b>	-37	308	-4	141	-51	14	-5	-27	-35	3	10	60	374

***Balance de agua en el suelo:***

El valor ajustado de agua a la siembra y hasta los 2 metros de profundidad fue de 325 mm. En la figura 1 se presenta la evolución del balance de agua en el suelo, las precipitaciones diarias y el período aproximado en el cual se observó el 100 % de la floración de todos los cultivares de arveja. Se observa que la disponibilidad hídrica durante el ciclo del cultivo se ubicó entre capacidad de campo y el límite de estrés, es decir que el cultivo estuvo bien provisto de agua durante su crecimiento y desarrollo. En el mes de noviembre, durante la última quincena, la disponibilidad de agua en el suelo se situó cercana al límite de estrés hídrico, pero estas condiciones no afectaron a los distintos cultivares ya que habían logrado para ese momento la madurez fisiológica.



**Figura 1.** Balance de agua en el suelo durante el ciclo de cultivo. Referencias: CC (capacidad de campo), L. Stress (límite de estrés hídrico), AUE (agua útil existente).

### **Rendimientos:**

En la tabla 5 se exponen los rendimientos medios logrados y la significancia estadística, según el test LSD Fisher (alfa: 0,05) (INFOSTAT), el número de plantas por metro cuadrado logradas y el peso de 1000 granos logrados a cosecha.

Los valores superiores de rendimiento, obtenidos para la campaña y localidad donde se realizó el ensayo, correspondieron a los cultivares Yams (amarilla) y Shamrock (verde). En este ensayo, la densidad de siembra fue igual para todos los cultivares (230 kg/ha), lo que permitió obtener elevados rindes de acuerdo al número de plantas/m<sup>2</sup> logradas (entre 89 y 148 pl/m<sup>2</sup>).

Asimismo, el P1000 es un componente preponderante para explicar el rendimiento de los distintos cultivares, y tanto Yams como Shamrock obtuvieron los valores superiores al resto de los cultivares.

**Tabla 5.** Rendimiento, análisis estadístico, plantas/metro cuadrado y peso de 1000 granos logrados a cosecha. Ensayo de arveja. Campaña 2016. Referencias: kg (kilogramos), ha (hectárea), m (metro). Test LSD Fisher: nivel de significancia al 5 %, medias con las mismas letras no difieren entre sí.

Cultivares	Rendimiento medio (kg/ha)	LSD Fisher	plantas/m <sup>2</sup>	Cultivares	P 1000 (gramos) (cosecha)	LSD Fisher
Yams	4.811	a	108	Yams	291	a
Shamrock	4.575	ab	89	Shamrock	264	b
Reussite	4.091	bc	103	Reussite	237	c
Viper	4.021	c	144	Bluestar	230	c
Navarro	3.999	cd	103	Navarro	228	c
Facon	3.964	cd	148	Meadow	222	c
Meadow	3.908	cd	98	Facon	171	d
Bluestar	3.535	d	98	Viper	169	d
Promedios	4.113		112		227	

Hasta la fecha, en el establecimiento Miraflores S.A. de San Fabián, se realizaron cuatro campañas ensayando distintos cultivares de arveja y con la implementación de similares tecnologías de insumos y de procesos. Se obtuvieron rendimientos favorables especialmente en las dos últimas campañas, en las cuales el cultivo pudo expresarse en su crecimiento y en su desarrollo debido a las condiciones meteorológicas sucedidas durante el ciclo del cultivo (Tabla 6).

**Tabla 6.** Rendimientos medios comparados de las cuatro campañas ensayadas. Ensayo de arveja. Campañas 2016, 2015, 2014 y 2013.

Campañas	2016	2015	2014	2013
Cultivares	Rendimiento medio (kg/ha)	Rendimiento medio (kg/ha)	Rendimiento medio (kg/ha)	Rendimiento medio (kg/ha)
Yams	4.811	4.218	2.690	1.965
Shamrock	4.575	4.186	-	-
Reussite	4.091	4.378	2.278	2.441
Viper	4.021	3.391	2.433	2.329
Navarro	3.999	4.169	2.520	-
Facon	3.964	3.811	2.734	2.083
Meadow	3.908	4.429	-	-
Bluestar	3.535	4.578	2.627	-
Viper Productor	2.516	-	2.500	-
Experimental 8	-	3.714	2.706	2.280
Exp 4 (amarilla)	-	-	3.060	-
ALFETA	-	-	-	2.041
EXP 11	-	-	-	1.905
EXP 3	-	-	-	1.653
Promedios	3.936	4.146	2.616	2.087

## CONSIDERACIONES FINALES

El agua disponible para el cultivo, desde el momento de la siembra y por un período aproximado de 20 días, estuvo en capacidad de campo, con lo cual la implantación de los cultivares fue óptima. En los siguientes dos meses, y en correspondencia con el período vegetativo, la floración y el llenado de granos, las lluvias fueron superiores a los valores medios históricos y el agua disponible en el suelo estuvo entre la capacidad de campo y el límite de estrés. De esta manera, el crecimiento de las plantas se vio favorecido, desarrollando una importante masa foliar, un óptimo llenado de granos y un rendimiento medio del ensayo de 4.113 kg/ha.

Mediante la aplicación de la tecnología adecuada y un buen manejo por parte de los productores y profesionales, la arveja es un cultivo con buenas posibilidades de expandirse en los suelos agrícolas del departamento San Jerónimo.



## **AGRADECIMIENTOS**

Al Sr. Miguel Lieber, propietario del establecimiento agropecuario Miraflores S.A. y a su personal, por otorgar el espacio físico para realizar el ensayo y por la predisposición operativa.

## **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.

Clera. 2014. En: <http://clera.com.ar/jornada-revalorizacion-de-las-legumbres-secas-en-la-alimentacion-humana/> (09/02/2017).

GEOINTA. En: <http://geointa.inta.gov.ar/visor/?p=83> (18/01/2017).

INFOSTAT. En: <http://www.infostat.com.ar> (18/01/2017).

Prieto, G. 2014. Legumbres: una alternativa rentable y sustentable. En: <http://intainforma.inta.gov.ar/?p=22003> (18/01/2017).

## **EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE COLZA EN LA EEA RAFAELA DEL INTA, CAMPAÑA 2016**

**ROSETTI, L.\* y VILLAR, J.**

---

*Profesionales del Área de Investigación en Producción Vegetal, INTA EEA Rafaela  
\*Autor de contacto: rosetti.lucia@inta.gob.ar*

### **INTRODUCCIÓN**

La colza (*Brassica napus L.*) es un cultivo de ciclo invernal y es una de las principales oleaginosas a nivel mundial con 71,4 millones de toneladas de semillas producidas en los años 2014/15 (FAO, 2016). En nuestro país la superficie sembrada para la campaña 2015/2016 fue cercana a las 37.000 hectáreas (datos MAGyP, 2016), en Santa Fe hubo una reducción de la misma en un 36,4% (10.000 ha en 2014/2015 y 6,360 ha en 2015/2016), con un rendimiento promedio de 2.066 kg/ha.

Es un cultivo que se presenta como una interesante alternativa agrícola para el centro de Santa Fe, debido a su buena adaptabilidad y a las numerosas ventajas que presenta, entre las que se cuenta que desocupa el lote un mes antes que el resto de los cultivos invernales, permitiendo la siembra de un cultivo de segunda más temprano y que, debido a su ciclo invernal, accede al mercado en una época del año diferente al resto de las oleaginosas (soja, girasol).

Dada la potencialidad de este cultivo, desde la década del 90 la EEA Rafaela del INTA ha realizado ensayos con el objetivo de comparar el rendimiento y otros aspectos agronómicos de cultivares de colza primaverales, en el marco de la Red Nacional de evaluación de cultivares de colza.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El ensayo se realizó en el campo experimental del INTA EEA Rafaela, donde se evaluaron 12 materiales comerciales de colza de tipo primaveral. Fueron incluidos híbridos y variedades procedentes de cuatro semilleros comerciales y del programa de mejoramiento de INTA (Tabla 1).

**Tabla 1** – Cultivares comerciales primaverales evaluados. INTA EEA Rafaela, campaña 2016.

<b>Cultivar</b>	<b>Tipo</b>	<b>Empresa</b>
<b>Solar CL</b>	Híbrido	High Tech
<b>Smilla</b>	Híbrido	High Tech
<b>E 1503</b>	Variedad	INTA
<b>E 1604</b>	Variedad	INTA
<b>E 1507</b>	Variedad	INTA
<b>Hyola 575 CL</b>	Híbrido	Advanta
<b>Macacha</b>	Variedad	INTA
<b>E 1512</b>	Variedad	INTA
<b>Diamond</b>	Híbrido	Nuseeds
<b>Nuvette 2286</b>	Variedad	Nuseeds
<b>Bioaureo 2386</b>	Variedad	Nuseeds
<b>Bioaureo 2486</b>	Variedad	Nuseeds

Con el fin de lograr una mejor implantación de los materiales y de disminuir el riesgo de pérdida de plantas que las heladas tempranas pudiesen provocar durante la primera etapa de crecimiento, previo a la siembra (marzo) fueron removidos los rastrojos del cultivo antecesor (soja). Además, se distribuyó al voleo una dosis de 100 kg/ha de SO<sub>4</sub>Ca.

El ensayo fue realizado mediante siembra directa el 23/05/16, sobre un suelo *Argiudol típico* de adecuada fertilidad potencial (MO: 2,4%, Nt: 0,1 %, pH: 6,3 y P: 35,4 ppm) y una baja fertilidad actual (6,6 ppm N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Para tratar de mejorar esto último se fertilizó al momento de la siembra con 70 kg N/ha (urea 46%), incorporada por debajo y al costado de la semilla. La emergencia se registró el 06/06/2016.

Las parcelas experimentales se dispusieron en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, siendo la unidad experimental 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 (23/05/16) era de 340,6 mm/1,5 m, lo que supera en un 5,5% la capacidad máxima de almacenamiento, debido a la saturación del perfil por debajo de 1,10 m. El primer metro del perfil, al que accede el cultivo en las primeras etapas, contenía 196,6 mm, lo que representa un 91,4% de la capacidad máxima de retención.

El ensayo se mantuvo libre de malezas e insectos durante todo el ciclo de crecimiento del cultivo. Para lograrlo se controlaron malezas en presiembra con la aplicación de glifosato (2,5 L/ha) y en posemergencia con Clopiralid (Lontrel<sup>®</sup> 0,25 L/ha pc). Se realizaron monitoreos periódicos de plagas en base a los cuales se efectuó un control para *Plutella xylostella* “palomita de las coles” y el de *Brevycorine brassicae* “Pulgón ceniciento”, mediante la aplicación de insecticidas (Clorpirifos, 300 cm<sup>3</sup>pc/ha + Lambdacialotrina 5%, 250 cm<sup>3</sup>pc/ha) el 29/08/16.

Se utilizó la escala fenológica CETIOM (Arnoud, 1989) para el registro de las fechas en

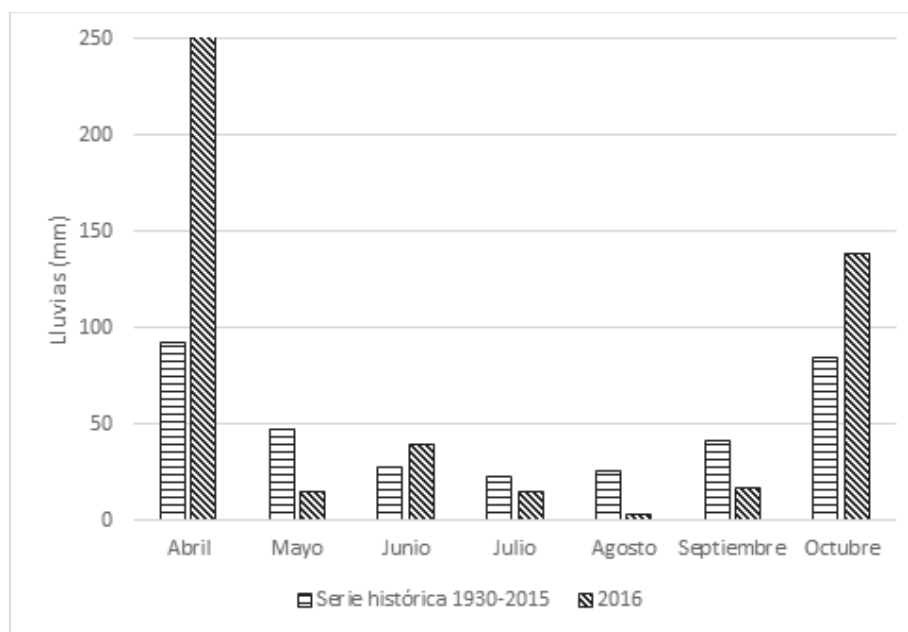
que el cultivo alcanzó estados de desarrollo relevantes: emergencia (A); roseta (B6), elongación de la vara (D1 y D2); floración (F1) y madurez fisiológica (G5).

La cosecha se realizó el 21/10/16 de manera mecánica con una cosechadora de parcelas provista de una plataforma para trigo. Los rendimientos de grano fueron expresados en kg/ha y corregidos al 8,5% de humedad y se analizaron con ANOVA comparándose las medias por el test de Scott & Knott ( $p < 0.05$ ).

## RESULTADOS

Si bien las fechas de siembra de fines de abril y principios de mayo se presentan como las más promisorias, porque además de generar los mayores potenciales de producción permiten adelantarse a las siembras de trigo (Villar, 2009), la misma se realizó a fines del mes de mayo, como consecuencia de las lluvias de abril (las mismas superaron en un 122% a la media histórica) (Figura 1).

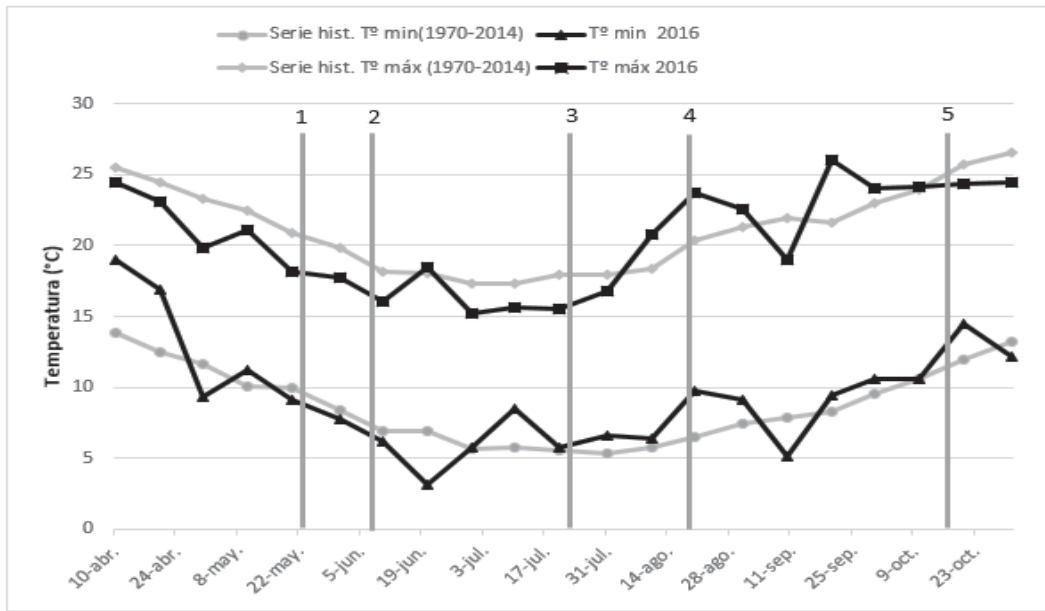
Durante la campaña las lluvias estuvieron en valores inferiores a la media, incluso durante el mes de agosto no se registraron precipitaciones, ya en octubre, cuando estaba finalizando el ciclo del cultivo las lluvias fueron abundantes, pero tardías para ser aprovechadas por el cultivo.



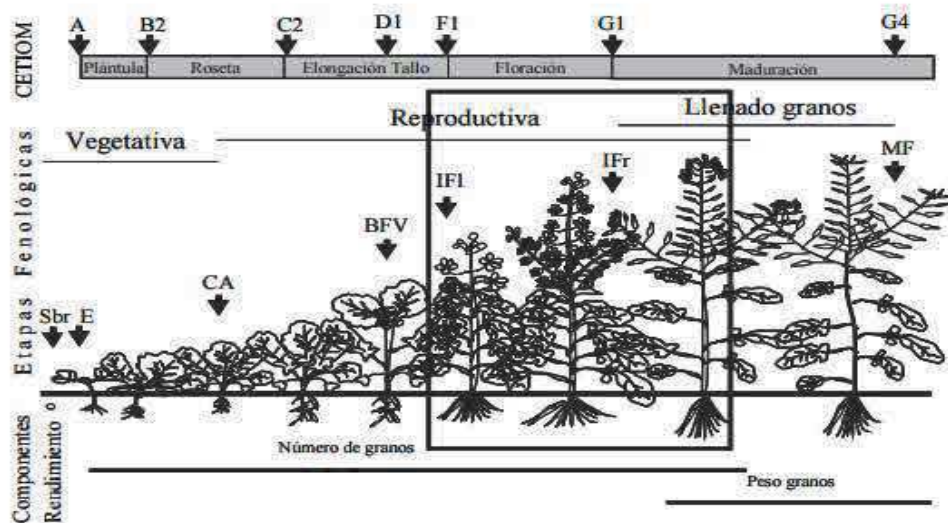
**Figura 1:** Lluvias mensuales entre abril y octubre de 2016, registradas en la EEA Rafaela del INTA y promedio histórico (serie 1930-2015).

En la figura N° 2 podemos observar el momento de ocurrencia de las diferentes etapas fenológicas del cultivo y las temperaturas máximas y mínimas durante ese período. El período crítico del cultivo (Figura 3), donde queda establecido el número final de silicuas y granos por silicua, ocurre entre inicio de floración y comienzo de crecimiento de las silicuas. Este período

tuvo lugar a mediados de agosto, momento en el cual las temperaturas fueron propicias, favoreciendo un buen establecimiento de las silicuas.



**Figura 2:** Evolución de las temperaturas máximas y mínimas diarias como promedios móviles (10 días) durante el ciclo del crecimiento de la colza y sus respectivas series históricas (1970-2014). Etapas ontogénicas: 1-Siembra, 2-Emergencia, 3-Roseta, 4-Floración y 5-Madurez fisiológica. Fuente: Estación meteorológica INTA Rafaela.



**Figura 3:** Esquema indicando las distintas etapas ontogénicas de colza y los componentes del rendimiento que se generan a lo largo del desarrollo del cultivo: siembra (Sbr), emergencia (E), cambio de ápice (CA), botón floral visible (BFV), inicio de floración (IF1), inicio de fructificación (IFr), madurez fisiológica (MF), utilizando la escala

CETIOM. El recuadro indica el período crítico para la definición de rendimiento del cultivo. Adaptado de Gómez y Miralles (2006).

La aparición de las primeras flores ocurrió durante la segunda quincena de agosto para los distintos cultivares (Tabla 2) mientras que el registro del 50% de floración (F1) se registró 3 días más tarde, con la sola excepción de Solar CL, que se dilató por 12 días. El inicio de la etapa reproductiva (F1) se extendió desde el 11 de agosto para la más precoz (Diamond), hasta el 27 de septiembre para la más tardía (Solar CI).

El momento de corte (G5) se generalizó en la segunda quincena de octubre, extendiéndose hasta el 21 de octubre para la menos precoz (Solar CI).

La duración total del ciclo fue en promedio de 146 días, el período vegetativo tuvo una duración promedio de 84 días (con valores de 76 días para el más precoz y 93 días para el cultivar más tardío), y el reproductivo 62 (con un rango de valores entre 58 y 65 días) (Tabla 2).

**Tabla 2:** Fecha y duración de los estadios vegetativos, reproductivos y total para los cultivares de colza, altura de plantas y vuelco de plantas (0: sin vuelco, 1: presentó vuelco).

Cultivar	Evaluación Fenológica						Ciclo vegetativo (días)	Ciclo reproductivo (días)	Ciclo total (días)	Altura (cm)	Vuelco
	Fecha										
	Roseta (B4-B6)	Elongación vara floral (D1)	Elongación vara floral (D2)	1° flores en la parcela	Inicio floración (F1)	Madurez fisiológica /corte					
Diamond	22-jul.	27-jul.	1-ago.	7-ago.	11-ago.	11-oct.	76	65	141	106	1
E 1512	25-jul.	1-ago.	5-ago.	15-ago.	17-ago.	15-oct.	84	61	145	89	0
E 1604	22-jul.	4-ago.	9-ago.	15-ago.	18-ago.	17-oct.	84	63	147	97	0
E 1503	26-jul.	1-ago.	8-ago.	13-ago.	16-ago.	13-oct.	82	61	143	101	0
Hyola 575 CL	25-jul.	2-ago.	6-ago.	14-ago.	18-ago.	14-oct.	83	61	144	89	0
Nuvette 2286	27-jul.	5-ago.	10-ago.	16-ago.	19-ago.	17-oct.	85	62	147	93	0
E 1507	26-jul.	3-ago.	6-ago.	13-ago.	16-ago.	13-oct.	82	61	143	103	1
Bioaureo 2386	22-jul.	2-ago.	7-ago.	14-ago.	17-ago.	15-oct.	83	62	145	94	0
Smilla	26-jul.	7-ago.	11-ago.	18-ago.	23-ago.	20-oct.	87	63	150	93	0
Bioaureo 2486	23-jul.	6-ago.	11-ago.	17-ago.	20-ago.	18-oct.	86	62	148	103	0
Machaca	21-jul.	6-ago.	9-ago.	18-ago.	22-ago.	19-oct.	87	62	149	100	0
Solar CL	28-jul.	7-ago.	13-ago.	24-ago.	27-ago.	21-oct.	93	58	151	103	0
<b>Promedio</b>	24-jul.	3-ago.	8-ago.	15-ago.	18-ago.	16-oct.	84	62	146	98	

La altura de las plantas (Tabla 2) varió entre 89 y 106 cm, este parámetro tuvo escasa asociación con el vuelco de las mismas. Se puede observar que pasado el metro de altura solo dos cultivares presentaron algún síntoma de vuelco: Diamond y E1507.

El rendimiento promedio de grano fue 1.129 kg/ha, similar al obtenido la campaña anterior (1.181 kg/ha). Los materiales se agruparon en tres niveles de rendimiento de grano, destacándose un solo cultivar en el grupo de mayor productividad con 1.730 kg/ha (Diamond), el



grupo intermedio, compuesto por 7 materiales, con valores desde 1.095 a 1.387 kg/ha y el grupo inferior con 4 cultivares que registraron valores de rendimiento promedio entre 749 a 920 kg/ha. Los materiales pertenecientes a los grupos cortos, se ubicaron dentro de los grupos de menor productividad.

**Tabla 3:** Rendimiento, humedad, peso de 1000 granos, altura y vuelco de plantas de cultivares de colza sembrada el 23/05/16 en la EEA Rafaela del INTA.

Cultivar	Rendimiento (kg/ha, 8.5%H <sup>2</sup> )		Peso mil granos (g)	
Diamond	1730,0	A	5,3	D
E 1512	1387,5	B	6,2	AB
E 1604	1228,5	BC	6,1	BC
E 1503	1227,1	BC	5,9	BC
Hyola 575 CL	1174,2	C	5,9	BC
Nuvette 2286	1172,9	C	5,3	D
E 1507	1132,7	C	5,8	CD
Bioaureo 2386	1095,3	C	5,9	BC
Smilla	919,6	D	5,8	BC
Bioaureo 2486	911,0	D	6,5	A
Machaca	828,9	D	6,2	AB
Solar CL	749,4	D	6,0	BC
<b>Promedio</b>	<b>1129,8</b>		<b>5,9</b>	
<b>%CV</b>	<b>8,97</b>		<b>4,35</b>	
<b>DMS</b>	<b>171,53</b>		<b>0,435</b>	

Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí (Test Scott & Knott  $\alpha=0,05$ )

Si bien la temperatura que favorece el proceso de floración, ocurrido en agosto, estuvo en el rango óptimo (12-30°C), la exigencia para el mismo período de buenos niveles de precipitaciones no se cumplió (Figura 1), lo que produjo una reducción en el número de las ramificaciones y puede haber tenido efecto en el menor peso y número de granos por silicua, afectando el rendimiento final.

Todos los materiales presentaron peso de mil granos dentro de los valores normales y con un valor promedio de 5,9 gramos. Hubo diferencias significativas entre los cultivares, siendo los materiales Diamond y Nuvette 2286 los que presentaron el menor peso. El resto de los materiales encontraron condiciones térmicas de llenado de grano moderadas.

Los resultados muestran variabilidad en los rendimientos de grano entre los materiales evaluados, identificándose tres experimentales del programa de mejoramiento de INTA (E 1512, E 1604 y E 1503) con una productividad comparable a los mejores híbridos comerciales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arnoud, F. 1989. Colza: selction, varietés. Cahier Technique. CETIOM. París, Francia. 28p.
- Gómez, N.V. & D.J. Miralles. 2006. Colza. En: Cultivos industriales. Eds. de la Fuente, E. B., A. Gil, P. I. Giménez, A.G. Kantolic, M. López Pereira, E.L. Ploschuk, D.M. Sorlino, M. P. Vilariño, D.F. Wassner y L.B. Windauer. Editorial Facultad de Agronomía, Buenos Aires. pp 183-216.
- FAO, 2016  
[http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM\\_MARKETS\\_MONITORING/Oilcrops/Documents/Food outlook oilseeds/Oct 2016 oilcrops food outlook.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Oilcrops/Documents/Food_outlook_oilseeds/Oct_2016_oilcrops_food_outlook.pdf) (Marzo, 2017)
- Datos Ministerio de la producción. 2016  
<https://datos.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones> (Marzo, 2017)
- Villar, J. 2009 Experiencia sobre colza canola en el centro de Santa Fe.  
<http://www.todoagro.com.ar/noticias/nota.asp?nid=10445> (Febrero, 2017)

## **RED NACIONAL DE EVALUACION DE CULTIVARES DE COLZA CAMPAÑA 2016**

IRIARTE, L. y LÓPEZ, Z.

*Profesionales de INTA EEA Barrow*

Trabajo publicado en: <http://inta.gob.ar/documentos/red-nacional-de-evaluacion-de-cultivares-de-colza-campana-2016>

### **INTRODUCCIÓN**

La red de evaluación de colza se realiza desde hace varios años en el marco del Proyecto 1127046 de INTA – “Redes de evaluación de germoplasma inédito (INTA) y cultivares comerciales de cereales y oleaginosas” perteneciente al Programa de Cereales y Oleaginosas. En el mismo se evalúan cultivares comerciales provistos por las empresas y materiales promisorios correspondientes al programa de mejoramiento de INTA.

Los ensayos se realizan en diversos ambientes del país propicios para la siembra del cultivo.

### **Objetivo:**

Evaluar en ambientes de producción actuales y potenciales el comportamiento fenológico, productivo (grano y aceite) y sanitario de los cultivares de colza de tipo primaveral e invernal presentes en el mercado argentino de semillas.

### **Unidades participantes y responsables de la conducción de ensayos**

- Balcarce – Ing. Miguel Pereyra Iraola
- Barrow – Ing. Liliana B. Iriarte
- Bolívar: Ing. Gonzalo Pérez
- Concepción del Uruguay – Ing. Juan José De Battista
- Miramar – Ing. Ana Clara Llorens
- Paraná – Ing. Leonardo Coll
- Pergamino – Ing. Jimena Introna
- Rafaela – Ing. Lucía Rosetti
- Santiago del Estero – Ing. Mario Mondino
- Tucumán – Ing. Marcela Lizondo
- Coordinador del proyecto específico: Ing. Facundo J. Quiroz.
- Coordinación módulo colza: Ing. Liliana B. Iriarte – Zulma B. López - Chacra Experimental Integrada Barrow

**Cultivares evaluados:**

En el año 2016 se evaluaron 4 cultivares de tipo invernal pertenecientes a 2 empresas (Cuadro1). Los ensayos se hicieron en ambientes apropiados para que puedan cumplir con los requerimientos de frío.

**Cuadro 1:** Cultivares de tipo invernal

<b>Cultivar</b>	<b>Tipo</b>	<b>Empresa</b>
Hyola 971 CL	Híbrido	Advanta
Hyola 830 cc	Híbrido	Advanta
Rumba	Híbrido	Al High Tech
Inspiration	Híbrido	Al High Tech

Los cultivares de tipo primaveral evaluados fueron 12 (Cuadro 2). Ocho de ellos son cultivares comerciales pertenecientes a 3 empresas. Uno de ellos, Macacha es el primer cultivar de colza argentino obtenido por el programa de mejoramiento de INTA y que se encuentra disponible para el productor a partir de la campaña 2017. Cuatro de los materiales son inéditos correspondientes al programa nacional.

**Cuadro 2:** Cultivares primaverales

<b>Cultivar</b>	<b>Tipo</b>	<b>Empresa</b>
Hyola 575 CL	Híbrido	Advanta
Solar CL	Híbrido	Al High tech
Smilla	Híbrido	Al High Tech
Macacha	Variedad	INTA
Diamond	Híbrido	Nuseed
Nuvette 2286	Variedad	Nuseed
Bioaureo 2386	Variedad	Nuseed
Bioaureo 2486	Variedad	Nuseed
E 1503	Variedad	INTA Programa mejoramiento
E 1604	Variedad	INTA Programa mejoramiento
E 1507	Variedad	INTA Programa mejoramiento
E 1512	Variedad	INTA Programa mejoramiento

Se presenta información de 7 localidades. Los ensayos con cultivares invernales se realizaron en Balcarce, Barrow y Miramar.

La siembra se realizó en la fecha más apropiada para cada localidad. En el cuadro 3 se presentan los datos de fecha de siembra para cada una de las localidades, tanto para cultivares invernales como primaverales.

**Cuadro 3:** fechas de siembra

Localidad	Red	
	Invernal	Primaveral
Balcarce	14/04	18/05
Barrow	11/05	16/06
Miramar	05/05	22/06
Concepción del Uruguay	----	24/05
Pergamino		25/05
Rafaela		23/05
Santiago del Estero		20/05

## RESULTADOS

### – Observaciones fenológicas

Los ensayos se conducen de acuerdo a un protocolo que indica la observación de la fecha de ocurrencia de las principales etapas fenológicas. Se observa: fecha de roseta, elongación vara floral, inicio de floración, fecha de corte, ciclo total. También se mide altura. El detalle de cada una de las observaciones para los distintos ambientes y cultivares se encuentra en los análisis individuales que se presentan en el anexo.

### *Cultivares invernales*

En los cuadros 4 y 5 se presentan las observaciones de ciclo total y altura para los cultivares invernales evaluados en Barrow, Miramar y Balcarce

**Cuadro 4:** Ciclo total

Cultivares	Balcarce	Barrow	Miramar
Rumba	219	192	206
Inspiration	217	195	206
Hyola 971 CL	218	191	206
Hyola 830 CC	214	185	204

La duración del ciclo total mayor se registró en Balcarce para el cultivar Rumba. El resto de las localidades presentaron valores que oscilan entre 195 días y 206 días.

**Cuadro 5:** Altura

Cultivares	Balcarce	Barrow	Miramar
Rumba	118	139	113
Inspiration	121	161	125
Hyola 971 CL	125	152	102
Hyola 830 CC	121	138	122

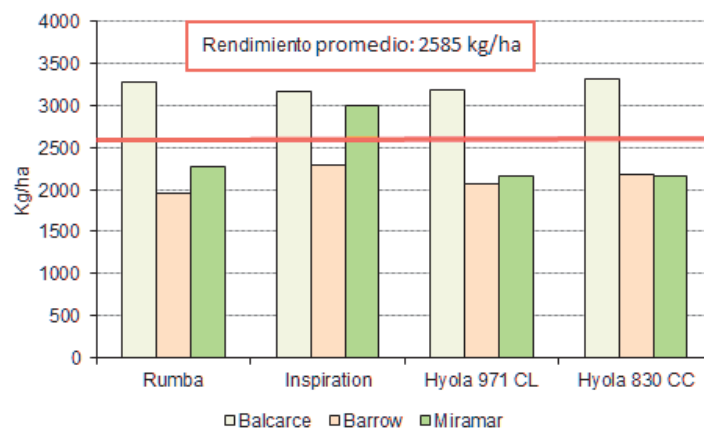
Durante la campaña las condiciones climáticas durante el ciclo del cultivo se caracterizaron por las bajas precipitaciones que no permitieron un desarrollo vegetativo adecuado para el cultivo. Inspiration fue el cultivar que desarrolló mayor altura en las 3 localidades.

En los cuadros 6, 7 y 8 se presentan los datos de rendimiento en grano, rendimiento relativo al promedio de cada una de las localidades y peso de 1000 granos.

**Cuadro 6:** Rendimiento en grano

Cultivares	Balcarce	Barrow	Miramar
Rumba	3.279	1.946	2.262
Inspiration	3.166	2.299	3.005
Hyola 971 CL	3.189	2.068	2.157
Hyola 830 CC	3.316	2.184	2.157
Promedio	3.237	2.124	2.395

Los cultivares sombreados presentan rendimiento superior al promedio del ensayo en la localidad.





**Gráfico 1:** Rendimiento promedio por localidad

La localidad que presentó el rendimiento más alto fue Balcarce con 3.237 kg/ha y el más bajo se dio en Barrow con 2.124 kg/ha.

El rendimiento obtenido en Balcarce es similar al obtenido en campañas anteriores. El rendimiento de Barrow fue muy inferior al de otros años debido a la falta de precipitaciones registradas durante el periodo crítico del cultivo, sumado a los suelos someros característicos de la zona. Se midieron valores mensuales menores a 50 mm durante los meses de octubre y noviembre.

**Cuadro 7:** Rendimiento relativo al promedio

Cultivares	Balcarce	Barrow	Miramar
Rumba	101	92	94
Inspiration	98	108	125
Hyola 971 CL	99	97	90
Hyola 830 CC	102	103	90

El cultivar Inspiration presentó un rendimiento superior al promedio en Barrow (8 %) y en Miramar (25%).

**Cuadro 8:** Peso de 1000 granos

Cultivares	Balcarce	Barrow	Miramar
Rumba	3,8	2,4	4,2
Inspiration	2,9	2,6	3,9
Hyola 971 CL	3,1	2,9	4,3
Hyola 830 CC	2,8	2,3	3,9

En los cultivares invernales el peso de 1000 granos suele ser superior a 4 gramos. El grano obtenido es de mayor tamaño que en cultivares primaverales. En esta campaña la falta de precipitaciones durante el periodo de llenado en el centro sur y sudeste de la provincia de Buenos Aires fueron muy bajos. Solo se destacan en Miramar los cultivares Rumba y Hyola 971 CL con valores que apenas superan los 4 gramos.

### **Cultivares primaverales**

– Observaciones fenológicas:

Las mismas observaciones que se realizan para los cultivares invernales se toman en estos cultivares

**Cuadro 9:** Ciclo total

<b>Cultivar</b>	<b>Balcarce</b>	<b>Barrow</b>	<b>C. del Uruguay</b>	<b>Miramar</b>	<b>Pergamino</b>	<b>Rafaela</b>
Solar CL	164	149	151	150	151	137
Smilla	175	151	145	151	148	136
E 1503	173	143	141	149	144	129
E 1604	172	142	142	149	148	133
E 1507	169	145	147	149	144	129
Hyola 575 CL	173	143	140	148	146	130
Macacha	177	151	150	150	148	135
E 1512	173	145	143	149	146	131
Diamond	169	141	134	146	137	127
Nuvette 2286	169	142	138	151	155	133
Bioaureo 2386	171	143		146	148	131
Bioaureo 2486	173	142		150	146	134

No se cuenta con observaciones fenológicas en el ensayo realizado en Santiago del Estero.

**Cuadro 10:** Altura

<b>Cultivar</b>	<b>Balcarce</b>	<b>Barrow</b>	<b>Miramar</b>	<b>Pergamino</b>	<b>Rafaela</b>	<b>Stgo. del Estero</b>
Solar CL	107	121	67	111	96	156
Smilla	104	119	57	104	96	151
E 1503	102	108	69	101	106	155
E 1604	115	118	64	95	98	146
E 1507	104	113	69	99	97	153
Hyola 575 CL	103	112	63	89	95	148
Macacha	117	136	67	104	99	143
E 1512	98	121	58	86	89	146
Diamond	96	98	73	76	102	151
Nuvette 2286	101	115	60	93	93	154
Bioaureo 2386	96	110	64	85	101	147
Bioaureo 2486	107	117	53	94	100	148

Todos los cultivares en todas las localidades presentaron menor altura y desarrollo con respecto a campañas anteriores. Excepto en Santiago del Estero, localidad en la que los ensayos se realizan bajo riego.

En los cuadros 11, 12 y 13 se presentan los datos de rendimiento, rendimiento relativo a la media y peso de 1000 granos de los cultivares primaverales evaluados en cada una de las localidades.

**Cuadro11:** Rendimiento (kg/ha)

Cultivar	Balcarce	Barrow	C. del Uruguay	Miramar	Pergamino	Rafaela	Stgo del Estero
Solar CL	1.549	2.086	568	2.365	2.695	856	3.138
Smilla	2.894	2.206	1.378	2.496	1.757	854	2.563
E 1503	2.917	2.267	1.727	2.719	3.373	1.319	2.938
E 1604	2.991	1.897	1.510	2.415	1.639	1.067	2.586
E 1507	2.884	2.120	1.407	2.310	2.054	1.147	3.044
Hyola 575 CL	3.083	1.902	1.895	2.521	1.812	1.148	4.486
Macacha	2.550	2.167	1.082	2.356	1.127	979	2.542
E 1512	2.598	1.951	1.356	1.978	2.313	1.380	3.724
Diamond	2.436	2.394	1.376	2.518	1.493	1.622	3.909
Nuvette 2286	3.176	2.289	1.614	2.685	1.917	1.166	2.372
Bioaureo 2386	2.854	1.968		2.203	1.938	979	3.726
Bioaureo 2486	3.524	2.226		2.333	2.052	966	3.293
Promedio	2.788	2.123	1.391	2.408	2.014	1.124	3.193

La localidad con mayor rendimiento fue Santiago del Estero, los ensayos se realizan con riego. EL resto de las localidades presentaron rendimientos promedio bajos debido a las condiciones climáticas adversas.

**Cuadro 12:** Rendimiento relativo al promedio de la localidad

Cultivar	Balcarce	Barrow	C. del Uruguay	Miramar	Pergamino	Rafaela	Stgo del Estero
Solar CL	56	98	41		134	76	98
Smilla	104	104	99	104	87	76	80
E 1503	105	107	124	113	167	117	92
E 1604	107	89	109	100	81	95	81
E 1507	103	100	101	96	102	102	95
Hyola 575 CL	111	90	136	105	90	102	140
Macacha	91	102	78	98	56	87	80
E 1512	93	92	97	82	115	123	117
Diamond	87	113	99	105	74	144	122
Nuvette 2286	114	108	116	111	95	104	74
Bioaureo 2386	102	93		91	96	87	117
Bioaureo 2486	126	105		97	102	86	103
Promedio	2.788	2.123	1.391	2.408	2.014	1.124	3.193

**Cuadro 13:** Peso de 1000 granos

Cultivar	Balcarce	Barrow	C. del Uruguay	Miramar	Pergamino	Rafaela
Solar CL	1,5	2,5	4,0	3,4	3,6	5,1
Smilla	3,2	2,5	3,8	3,1	3,8	5,5
E 1503	3,5	2,4	3,7	3,6	4,3	5,0
E 1604	3,3	2,4	3,7	3,4	4,1	5,5
E 1507	3,4	2,3	3,6	3,3	3,8	5,1
Hyola 575 CL	2,6	2,1	3,8	3,5	3,9	5,2
Macacha	2,5	2,6	3,7	3,4	3,8	5,3
E 1512	3,1	2,3	3,7	3,3	3,8	5,5
Diamond	3,2	2,6	3,5	3,9	3,9	4,8
Nuvette 2286	3,2	2,3	3,6	3,2	2,9	4,7
Bioaureo 2386	3,3	2,3		3,2	3,9	5,3
Bioaureo 2486	3,3	2,3		3,1	3,5	5,4
Promedio	3,0	2,4	3,7	3,4	3,8	5,2

Los valores más bajos de peso de 1000 granos se registraron en las localidades ubicadas

en el centro sur y sudeste de Buenos Aires debido a la falta de precipitaciones durante el período de llenado.

## **CONCLUSIONES**

La oferta varietal ha disminuido con respecto a campañas anteriores. La mayor parte de los cultivares evaluados son híbridos, las empresas se están inclinando por esta opción especialmente por cuestiones comerciales.

La mayoría de los materiales evaluados son de origen australiano. Las mismas presentan muy buen comportamiento sanitario.

Durante el 2016 las condiciones climáticas han sido adversas en la mayoría de las localidades.

En el norte de Buenos Aires y en el NEA el exceso de precipitaciones afectó llegando incluso a perderse los ensayos en algunas localidades. Por el contrario, en el centro sur y sudeste la falta de precipitaciones durante el período crítico hizo que los rendimientos disminuyeran en forma importante.

El cultivo de colza se presenta como una opción interesante contribuyendo a la diversificación, es de esperar que mejore el panorama comercial porque sin dudas estamos ante una buena opción.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Terre Inovia, Colza 2016 Guide de culture Colza.

Delourme, R ; Brun, H. et al. 2005. Mode opératoire Phoma. Notation de la nécrose du collet et des macules au champ. Equipe colza. INRA. UMR BiO3P. Centre de Rennes.

Geves. 2010. Protocole d'expérimentation colza oléagineux d'hiver. Essais maladie Phoma. Etudes des variétés. France.

Iriarte, L. 2013. Protocolo para la conducción de ensayos de Colza (Brassica napus). Chacra Experimental Integrada Barrow.

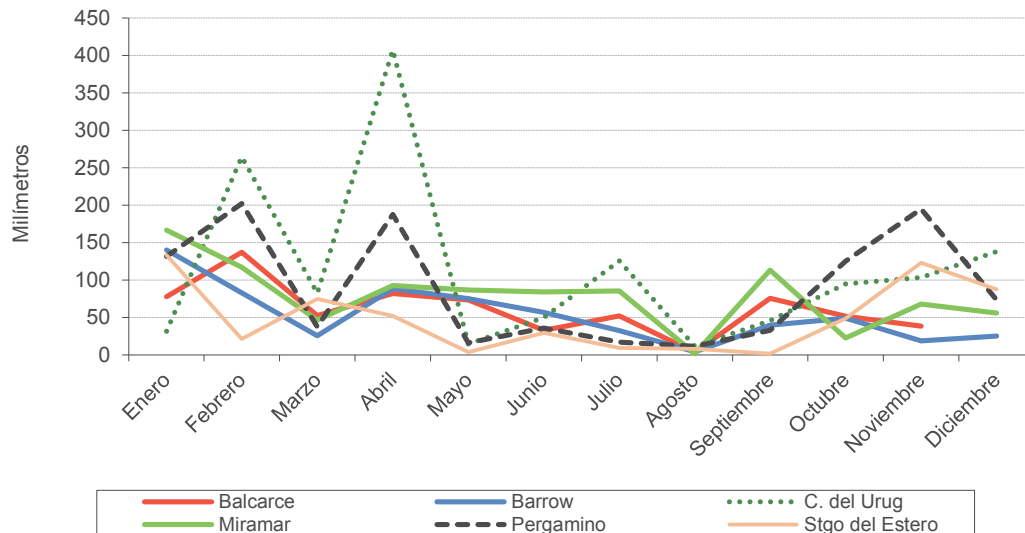
Iriarte, L.; Valetti, O. Cultivo de colza 2008. Chacra Experimental Integrada Barrow.

### ANEXO

Condiciones climáticas campaña 2016:

Precipitaciones (mm)

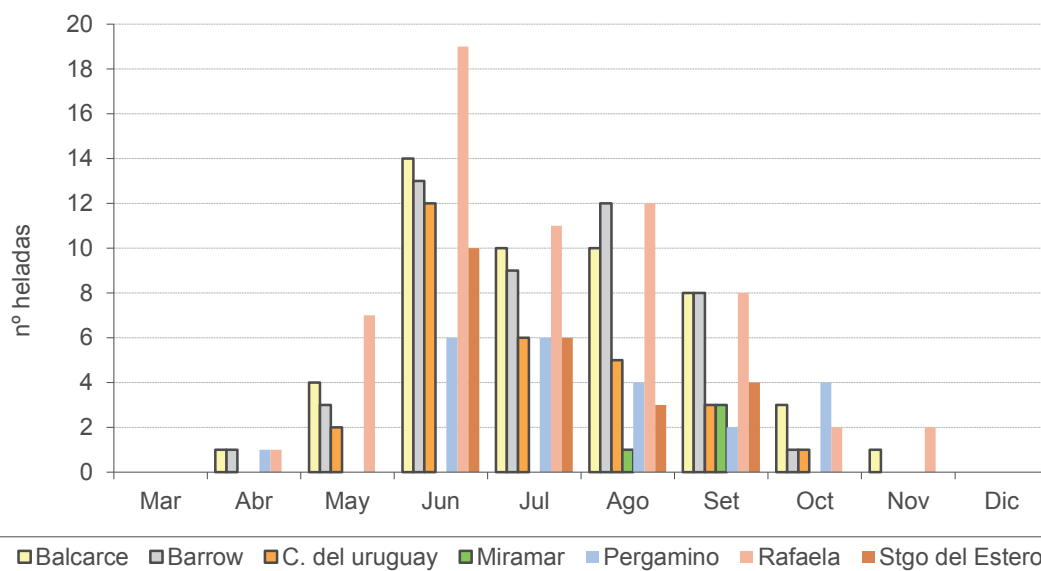
Mes	Balcarce	Barrow	C. del Urug	Miramar	Pergamino	Stgo. del Estero
Enero	77,6	139,9	31,7	166,5	131,5	133,4
Febrero	136,9	82,9	264,5	117	202,0	21,4
Marzo	52,5	25,7	82,5	46,5	37,4	74,6
Abril	81,8	88,3	407,4	92,5	187,5	52
Mayo	73,5	75,1	14,4	86,5	16,0	3,6
Junio	32,8	56,8	50,0	84	36,0	29,6
Julio	52,1	32,4	125,4	85,5	16,8	9,2
Agosto	3,5	4,2	11,3	1,5	11,5	8
Septiembre	75,6	39,8	45,6	113	33,0	1,6
Octubre	51,5	49,2	94,6	22,5	125,0	48,6
Noviembre	38,4	18,9	103,2	68	194,9	122,8
Diciembre		25,1	137,9	55,9	73,5	87,4





Número de heladas

Mes	Balcarce	Barrow	C. del uruguay	Mirama r	Pergami no	Rafaela	Stgo del Estero
Mar	0	0	0	0	0		0
Abr	1	1	0	0	1	1	0
May	4	3	2			7	0
Jun	14	13	12	0	6	19	10
Jul	10	9	6	0	6	11	6
Ago	10	12	5	1	4	12	3
Set	8	8	3	3	2	8	4
Oct	3	1	1	0	4	2	0
Nov	1	0	0	0	0	2	0
Dic	0	0	0	0	0	0	0



### RED DE COLZA - INVERNALES

Localidad: Balcarce

Fecha de siembra: 14/4/2016

Fecha de emergencia: 27/4/2016

Tratamientos	Evaluación fenológica				Días desde						Altura (cm)	Vuelco (%)	Rendimiento (kg/ha)	PMG (gr)		
	Fecha				S-E	E-R	R-EVF	EVF-IF	IF-MF	Ciclo total						
	Roseta (B4-B6)	Elongación vara floral (D1-D2)	Inicio floración (F1)	Madurez fisiológica/corte												
4 Hyola 830 CC	1-6	15-8	8-9	27-11	13	35	76	24	80	214	121	0	3316	a	2,84	b
1 Rumba	1-6	26-8	19-9	2-12	###	35	86	24	74	219	118	0	3279	a	3,79	a
3 Hyola 971 CL	1-6	26-8	19-9	1-12	13	35	86	24	72	218	125	0	3189	a	3,07	ab
2 Inspiration	1-6	28-8	18-9	30-11	13	35	89	21	73	217	121	0	3166	a	2,94	b
Media del ensayo												3237	3,16			
C.V. (%)												5,8	12,9			
DMS 5% Fisher												375	0,82			

Letras iguales no difieren estadísticamente al nivel del 5% del test de Fisher

### RED DE COLZA INVERNALES

Localidad: BARROW

Fecha de siembra: 11/05/2016

Fecha de emergencia

Tratamientos	Evaluación fenológica				Días desde					Altura (cm)	Vuelco (%)	Evaluación sanitaria			Rto (kg/ha)	PMG (gr)		
	Emergencia	Elongación vara floral (D1-D2)	Inicio floración (F1)	Madurez fisiológica /corte	S-E	E-EVF	EVF-IF	IF-MF	Ciclo total			Sclerotinia sclerotiorum (0-5)	Phoma (0-3)				Alternaria brassicae (0-3)	
													veget.	reprod.				
2 Inspiration	25-5	13-9	3-10	6-12	14	111	20	64	195	161	0	0	0	0	0	2299	2,6	b
4 Hyola 830 CC	24-5	30-8	22-9	25-11	13	97	24	64	185	138	0	0	0	0	0	2184	2,3	b
3 Hyola 971 CL	25-5	7-9	28-9	2-12	14	105	20	65	191	152	0	0	0	0	0	2068	2,9	a
1 Rumba	25-5	11-9	29-9	3-12	14	109	18	64	192	139	0	0	0	0	0	1946	2,4	b
Media del ensayo												2124	2,6					
C.V. (%)												11,44	5,34					
DMS 5% Fisher												ns	0,27					

Letras iguales no difieren estadísticamente al nivel del 5% de test de Fisher

### RED DE COLZA - INVERNALES

Localidad: Miramar

Fecha de siembra: 5/5/2016

Fecha de emergencia: 20/5/2016

Tratamiento	Evaluación fenológica				Días desde						Altura (cm)	Vuelco (%)	Evaluación sanitaria				Rendimiento (kg/ha)	PMG (gr)	
	Fecha				S-E	E-R	R-EVF	EVF-IF	IF-MF	Ciclo total			Sclerotinia sclerotiorum (0-5)	Phoma (0-3)		Alternaria brassicae (0-3)			
	Roseta (B4-B6)	Elongación vara floral (D1-D2)	Inicio floración (F1)	Madurez fisiológica /corte										Estado					
														veg.	repr.				
2 Inspiration	3-8	7-9	19-9	12-12	15	75	35	12	84	206	125	4	0	0	0	2	3005	a	3,93
1 Rumba	3-8	15-9	23-9	12-12	15	75	43	8	80	206	113	4	0	0	0	2	2262	b	4,16
3 Hyola 971 CL	3-8	14-9	23-9	12-12	15	75	42	9	80	206	102	7	0	0	0	1	2157	b	4,26
4 Hyola 830 CC	3-8	3-9	10-9	9-12	15	75	32	7	90	204	122	5	0	0	0	1	2157	b	3,85
Media del ensayo																	2395	4,05	
C.V. (%)																	15,4	6,25	
DMS 5% Fisher																	588	ns	

Letras iguales no difieren estadísticamente al nivel del 5% del test de Fisher

### RED COLZA - PRIMAVERALES

Localidad: Balcarce

Fecha de siembra: 18/5/2016

Fecha de emergencia: 4/6/2016

Tratamientos	Evaluación fenológica				Días desde						Altura (cm)	Vuelco (%)	Rendimiento (kg/ha)	PMG (gr)		
	Fecha				S-E	E-R	R-EVF	EVF-IF	IF-MF	Ciclo total						
	Roseta (B4-B6)	Elongación vara floral (D1-D2)	Inicio floración (F1)	Madurez fisiológica /corte												
12 Bioaureo 2486	13-7	20-8	11-9	24-11	17	39	39	22	74	173	107	0	3524	a	3,3	ab
10 Nuvette 2286	13-7	21-8	10-9	20-11	17	39	39	21	70	169	101	0	3176	ab	3,2	b
6 Hyola 575 CL	14-7	19-8	9-9	24-11	17	40	36	22	76	173	103	0	3083	b	2,6	c
4 E 1604	13-7	16-8	10-9	23-11	17	39	35	24	74	172	115	0	2991	bc	3,3	ab
3 E 1503	12-7	16-8	7-9	24-11	17	38	36	22	78	173	102	0	2917	bcd	3,5	a
2 Smilla	15-7	23-8	13-9	26-11	17	41	40	21	74	175	104	0	2894	bcd	3,2	ab
5 E 1507	12-7	14-8	8-9	20-11	17	38	33	25	72	169	104	0	2884	bcd	3,4	ab
11 Bioaureo 2386	14-7	20-8	10-9	22-11	17	40	37	22	72	171	96	0	2854	bcd	3,3	ab
8 E 1512	14-7	20-8	10-9	24-11	17	40	37	21	75	173	98	0	2598	cde	3,1	b
7 Macacha	14-7	22-8	14-9	28-11	17	40	40	23	75	177	117	0	2550	de	2,5	c
9 Diamond	13-7	12-8	29-8	20-11	17	39	31	17	83	169	96	0	2436	e	3,2	ab
1 Solar	14-7	27-8	16-9	15-11	17	40	44	21	59	164	107	100	1549	f	1,5	d
Media del ensayo												2788	3,01			
C.V. (%)												8,55	5,94			
DMS 5% Fisher												403	0,3			

Letras iguales no difieren estadísticamente al nivel del 5% del test de Fisher

### RED COLZA - PRIMAVERALES

Localidad: Barrow

Fecha de siembra: 16/6/2016

Tratamientos	Evaluación fenológica				Días desde					Altura (cm)	Vuelco (%)	Evaluación sanitaria				Rendimiento (kg/ha)	PMG (gr)
	Fecha				S-E	E-EVF	EYF-IF	IF-MF	Ciclo total			Phoma (0-3)		Sclerotinia sclerotiorum (0-5)	Alternaria brassicae (0-3)		
	Emergencia	Elongación vena floral (D1-D2)	Inicio floración (F1)	Madurez fisiológica /corte								veget.	reprod.				
9 Diamond	4-7	4-3	15-3	22-11	18	62	11	68	141	98	0	0	0	0	0	2334 a	2,6 a
10 Nuvette 2286	4-7	11-3	25-3	23-11	18	63	14	59	142	115	0	0	0	0	0	2289 ab	2,3 ab
3 E 1503	4-7	9-3	24-3	24-11	19	67	14	61	143	108	0	0	0	0	0	2267 ab	2,4 ab
12 Biosureo 2484	4-7	12-3	27-3	23-11	18	70	14	57	142	117	0	0	1	0	0	2226 abc	2,3 ab
2 Smilla	4-7	13-3	29-3	2-12	18	71	16	64	151	119	0	0	0	0	0	2206 abc	2,5 a
7 Macacha	3-7	13-3	29-3	1-12	18	72	16	63	151	136	0	0	0	0	0	2167 abc	2,6 a
5 E 1507	3-7	10-3	24-3	25-11	18	68	15	62	145	113	0	0	0	0	0	2120 abc	2,3 ab
1 Solar CL	4-7	12-3	28-3	29-11	18	71	16	62	149	121	0	0	0	0	0	2086 abc	2,5 a
11 Biosureo 2384	3-7	9-3	23-3	23-11	17	68	15	61	143	110	0	0	0	0	0	1968 bc	2,3 ab
8 E 1512	5-7	12-3	27-3	26-11	19	63	15	61	145	121	0	0	0	0	0	1951 bc	2,3 ab
6 Hyola 575 CL	3-7	7-3	22-3	23-11	18	66	14	63	143	112	0	0	0	0	0	1902 c	2,1 b
4 E 1604	4-7	12-3	25-3	23-11	18	70	13	59	142	118	0	0	0	0	0	1897 c	2,4 ab
Media del ensayo															2123	2,4	
CV (%)															3,71	3,25	
DMS 5% Fisher															349	0,37	

Letras iguales no difieren estadísticamente al nivel del 5% del test de Fisher

### RED DE COLZA PRIMAVERALES

Localidad: Concepción de Uruguay

Fecha de siembra: 24/5/2016

Fecha de emergencia: 7/6/2016

Tratamiento	Evaluación fenológica		Días desde				Vuelco (%)	Evaluación Sanitaria		Rendimiento (kg/ha)	PMG (gr)
	Fecha de		S-E	E-IF	IF-MF	Ciclo total		Phoma (0-3)			
	Inicio floración (F1)	Madurez fisiológica /corte						vegetativo	reproductivo		
6 Hyola 575 CL	27-8	25-10	14	82	59	140	0	0,0	0,0	1895 a	3,8 b
3 E 1503	25-8	26-10	14	79	62	141	0	0,0	0,0	1727 ab	3,7 bc
10 Nuvette 2286	27-8	22-10	14	81	57	138	0	0,0	0,0	1614 ab	3,6 bc
4 E 1604	31-8	27-10	14	85	57	142	0	0,0	0,0	1510 abc	3,7 bc
5 E 1507	27-8	31-10	14	81	65	147	0	0,0	0,0	1407 bc	3,6 bc
2 Smilla	29-8	30-10	14	84	62	145	0	0,0	0,0	1378 bc	3,8 ab
9 Diamond	17-8	19-10	14	71	63	134	0	0,0	0,0	1376 bc	3,5 c
8 E 1512	25-8	28-10	14	80	64	143	0	0,0	0,0	1356 bc	3,7 bc
7 Macacha	7-9	4-11	14	92	58	150	0	0,0	0,0	1082 c	3,7 bc
1 Solar CL	10-9	5-11	14	96	56	151	0	0,7	1,2	568 d	4,0 a
Media del ensayo										1391	3,7
C.V. (%)										18,8	3,76
DMS 5% Fisher										448	0,24

Letras iguales no difieren estadísticamente al nivel del 5% del test de Fisher

**RED DE COLZA - PRIMAVERALES**

Localidad: Miramar

Fecha de siembra: 22/06/2016  
 Fecha de emergencia: 14/7/2016

Tratamiento	Evaluación fenológica				Días desde						Altura (cm)	Vuelco (%)	Evaluación sanitaria				Rendimiento (kg/ha)	PMG (gr)
	Fecha				S-E	E-R	R-EVF	EVF-IF	IF-MF	Ciclo total			Sclerotinia sclerotiorum (0-5)	Phoma (0-3)		Alternaria brassicae (0-3)		
	Roseta (B4-B6)	Elongación vara floral (D1-D2)	Inicio floración (F1)	Madurez fisiológica (corte)										veg.	repr.			
3 E 1503	2-9	19-9	26-9	10-12	22	50	18	7	75	149	69	1	0	0	0	0	2719	3,6 b
10 Nuvette 2286	2-9	21-9	28-9	12-12	22	50	20	7	75	151	60	1	0	0	0	0	2685	3,2 ef
6 Hyola 575 CL	2-9	20-9	28-9	9-12	22	50	18	8	72	148	63	0	0	0	0	0	2521	3,5 bc
9 Diamond	2-9	9-9	16-9	6-12	22	50	7	7	82	146	73	3	0	0	0	0	2518	3,9 a
2 Smila	2-9	22-9	28-9	12-12	22	50	20	6	75	151	57	1	0	0	0	0	2496	3,1 f
4 E 1604	2-9	20-9	28-9	9-12	22	50	18	8	73	149	64	1	0	0	0	0	2415	3,4 bcd
1 Solar CL	2-9	23-9	28-9	10-12	0	50	21	5	74	150	67	1	0	0	0	0	2365	3,4 bcde
7 Macacha	2-9	23-9	28-9	10-12	22	50	21	5	74	150	67	1	0	0	0	0	2356	3,4 cde
12 Bioaureo 2486	2-9	23-9	28-9	10-12	22	50	21	5	74	150	53	2	0	0	0	0	2333	3,1 f
5 E 1507	2-9	20-9	28-9	9-12	22	50	18	8	73	149	69	1	0	0	0	0	2310	3,3 cdef
11 Bioaureo 2386	2-9	20-9	28-9	7-12	22	50	19	7	70	146	64	1	0	0	0	0	2203	3,2 ef
8 E 1512	2-9	20-9	28-9	9-12	22	50	18	8	73	149	58	1	0	0	0	0	1978	3,3 def
Media del ensayo																2408	3,4	
C.V. (%)																17,85	4,62	
DMS 5% Fisher																ns	0,22	

Letras iguales no difieren estadísticamente al nivel del 5% del test de Fisher

**RED COLZA - PRIMAVERALES**

Localidad: Pergamino

Fecha de siembra: 25/5/2016  
 Fecha de emergencia: 9/6/2016

Tratamiento	Evaluación fenológica				Días desde						Altura (cm)	Vuelco (%)	Rendimiento (kg/ha)	PMG (gr)
	Fecha				S-E	E-R	R-EVF	EVF-IF	IF-MF	Ciclo total				
	Roseta (B4-B6)	Elongación vara floral (D1-D2)	Inicio floración (F1)	Madurez fisiológica (corte)										
3 E 1503	3-8	26-8	29-8	31-10	15	55	23	3	63	144	101	0	3373 a	4,33 a
1 Solar CL	5-8	30-8	9-9	7-11	15	57	25	10	59	151	111	0	2695 b	3,57 c
8 E 1512	5-8	22-8	29-8	2-11	15	57	17	7	65	146	86	0	2313 c	3,77 bc
5 E 1507	5-8	22-8	29-8	31-10	15	57	17	7	63	144	99	0	2054 cd	3,77 bc
12 Bioaureo 2486	3-8	26-8	3-9	2-11	15	55	23	8	60	146	94	0	2052 cd	3,50 c
11 Bioaureo 2386	3-8	26-8	5-9	4-11	15	55	23	10	60	148	85	0	1938 cde	3,90 abc
10 Nuvette 2286	8-8	26-8	9-9	11-11	15	60	18	14	63	155	93	0	1917 de	2,93 d
6 Hyola 575 CL	5-8	26-8	3-9	2-11	15	57	21	8	60	146	89	0	1812 def	3,87 bc
2 Smilla	5-8	3-8	5-9	4-11	15	57	-2	33	60	148	104	0	1757 def	3,80 bc
4 E 1604	3-8	26-8	5-9	4-11	15	55	23	10	60	148	95	0	1639 ef	4,13 ab
9 Diamond	3-8	19-8	24-8	24-10	15	55	16	5	61	137	76	0	1493 fg	3,93 abc
7 Macacha	1-8	29-8	7-9	4-11	15	53	28	9	58	148	104	0	1127 g	3,77 bc
Media del ensayo												2014	3,8	
C.V. (%)												11,2	7,28	
DMS 5% Fisher												381	0,46	

Letras iguales no difieren estadísticamente al nivel del 5% del test de Fisher

### RED DE COLZA - PRIMAVERALES

Localidad: Rafaela

Fecha de siembra: 23/5/2016

Fecha de emergencia: 6/6/2016

Tratamientos	Evaluación fenológica					Días desde						Altura (cm)	Vuelco (%)	Phoma (0-3)		Rendimiento (kg/ha)	PMG (gr)	
	Fecha					S-E	E-R	R-EVF	EVF-IF	IF-MF	Ciclo total			Estado				
	Roseta (B4-B6)	Elongación vara floral (D1-D2)	Inicio floración (F1)	Madurez fisiológica (aorta)	veg.									repr.				
9 Diamond	22-7	27-7	11-8	11-10	14	46	5	15	61	127	102	0,5	0	0	1622	a	4,8	bc
8 E 1512	25-7	1-8	17-8	15-10	14	49	7	16	59	131	89	0	0	0	1380	ab	5,5	a
3 E 1503	26-7	1-8	16-8	13-10	14	50	6	15	58	129	106	0,5	0	0	1319	bc	5,0	abc
10 Nuvette 2286	27-7	5-8	19-8	17-10	14	51	9	14	59	133	93	0	0	0	1166	bc	4,7	c
6 Hyola 575 CL	25-7	2-8	18-8	14-10	14	49	8	16	57	130	95	0	0	0	1148	bc	5,2	abc
5 E 1507	26-7	3-8	16-8	13-10	14	50	8	13	58	129	97	0,5	0	0	1147	bc	5,1	abc
4 E 1604	22-7	4-8	18-8	17-10	14	46	13	14	60	133	98	0	0	0	1067	bc	5,5	a
7 Macacha	21-7	6-8	22-8	19-10	14	45	16	16	58	135	99	0	0	0	979	c	5,3	ab
11 Bioaureo 2386	22-7	2-8	17-8	15-10	14	46	11	15	59	131	101	0	0	0	979	c	5,3	ab
12 Bioaureo 2486	23-7	6-8	20-8	18-10	14	47	14	14	59	134	100	0	0	0	966	c	5,4	a
1 Solar CL	28-7	7-8	27-8	21-10	0	52	10	20	55	137	96	0	0	0	856	c	5,1	abc
2 Smilla	26-7	7-8	23-8	20-10	14	50	12	16	58	136	96	0	0	0	854	c	5,5	a
Media del ensayo																	1124	5,9
C.V. (%)																	17,2	5,85
DMS 5% Fisher																	328	0,6

Letras iguales no difieren estadísticamente al nivel del 5% del test de Fisher

### RED COLZA - PRIMAVERALES

Localidad: Santiago del Estero

Fecha de siembra: 20/5/2016

Tratamientos	Altura (cm)	Vuelco (%)	Evaluación sanitaria				Rendimiento (kg/ha)	
			Sclerotinia sclerotiorum (0-5)	Phoma (0-3)		Alternaria brassicae (0-3)		
				veget.	reprod.			
6 Hyola 575 CL	148	0	0	0	0	0	4486	a
9 Diamond	151	0	0	0	0	0	3909	b
11 Bioaureo 2386	147	0	0	0	0	0	3726	c
8 E 1512	146	0	0	0	0	0	3724	c
12 Bioaureo 2486	148	0	0	1	0	0	3293	d
1 Solar CL	156	0	0	0	0	0	3138	e
5 E 1507	153	0	0	0	0	0	3044	ef
3 E 1503	155	0	0	0	0	0	2938	f
4 E 1604	146	0	0	0	0	0	2586	g
2 Smilla	151	0	0	0	0	0	2563	g
7 Macacha	143	0	0	0	0	0	2542	g
10 Nuvette 2286	154	0	0	0	0	0	2372	h
Media del ensayo							3193	
CV (%)							2,5	
DMS 5% Fisher							135	

Letras iguales no difieren estadísticamente al nivel del 5% del test de Fisher



## **EVALUACIÓN DE CULTIVOS DE COBERTURA EN LA UNIDAD DEMOSTRATIVA AGRÍCOLA DE BERNARDO DE IRIGOYEN, CAMPAÑA 2016, DEPARTAMENTO SAN JERÓNIMO (SANTA FE- ARGENTINA).**

MARTINS, L.<sup>1\*</sup>; CALCHA, J.<sup>1</sup>; BASANTA, M.<sup>2</sup>; DIPEGO, J.<sup>3</sup>; HOTIÁN, J.L.<sup>3</sup>;  
ANDRIANI, J.<sup>4</sup>; SANMARTI, N.<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup>AER INTA Gálvez, <sup>2</sup>EEA INTA Rafaela, <sup>3</sup>CAGBIL, <sup>4</sup>EEA INTA Oliveros  
\*Autor de contacto: [martins.luciano@inta.gob.ar](mailto:martins.luciano@inta.gob.ar)

### **INTRODUCCIÓN**

En los sistemas de agricultura continua (SAC), una alternativa para aumentar la diversificación es la inclusión de un cultivo de cobertura entre dos cultivos de cosecha. En los actuales SAC de la región centro de Santa Fe predominan los cultivos estivales, principalmente soja y en segundo lugar maíz. La cosecha de estos se realiza entre abril y junio y la siembra del cultivo siguiente ocurre entre septiembre y diciembre, con lo cual el período de barbecho generalmente supera los tres meses. De esta manera, queda un período de barbecho otoño-invernal en el cual no se intercepta energía solar, no se capta CO<sub>2</sub>, se pierde el agua almacenada en el suelo y se favorece el desarrollo de malezas. Una alternativa para cubrir este período, aumentando la eficiencia del sistema en el uso de los recursos, es incluir un cultivo de cobertura (Piñeiro *et al.*, 2015). El consumo de agua por los cultivos de cobertura, en años con excesos hídricos, tiene un efecto positivo en el sistema de producción ya que contribuye a disminuir el excedente de agua, favoreciendo la depresión del nivel freático. Sin embargo, en años con precipitaciones normales o escasas, el consumo de agua del suelo por parte de los cultivos de cobertura puede disminuir la disponibilidad de agua para el cultivo siguiente, especialmente para especies sensibles como el maíz (Andriulo y Cordone, 1998).

En la EEA Rafaela y sus agencias, se vienen realizando distintos ensayos con el propósito de generar información sobre el comportamiento de distintas especies susceptibles de ser usadas como cultivos de cobertura en la región centro de Santa Fe. Estas actividades pertenecen a proyectos de INTA que tienen como finalidad evaluar alternativas de manejo de los sistemas de cultivos, que amplíen su diversidad y que mejoren la eficiencia en el uso de los recursos disponibles.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de biomasa y el consumo de agua de diferentes especies de cultivos de cobertura de crecimiento otoño-invernal, susceptibles de ser incluidas en las rotaciones agrícolas de diferentes sistemas productivos de la zona.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó cerca de la localidad de Bernardo de Irigoyen, provincia de Santa Fe, en el campo de la UDA (Unidad Demostrativa Agrícola), perteneciente a CAGBIL (Cooperativa Agrícola Ganadera de Bernardo de Irigoyen Limitada) y ubicado sobre la ruta provincial N° 10 (32° 07' 42,46'' LS, 61° 10' 24,14'' LO). El suelo es Argiudol típico, Serie Clason, de textura franco limosa en el horizonte superficial, de Clase de Aptitud de Uso 1 (GeoINTA). En la profundidad de 0-20 cm el suelo tiene pH 5,9, 2,3% de MO y 24 ppm de P extractable.

Los tratamientos evaluados consistieron en distintas especies de cultivos de cobertura. El diseño fue completamente aleatorizado, con dos repeticiones. Las variedades utilizadas y sus respectivas densidades de siembra se presentan en la Tabla 1.

La siembra se realizó el 24/06/2016 con una sembradora Apache 9000, de 25 bajadas con una distancia entre líneas de 17,5 cm.

La fertilización se realizó a la siembra con 120 kg/ha de mezcla (60 % de fosfato monoamónico y 40 % de sulfato de calcio). El 29/08/2016 se aplicaron 200 l/ha de fertilizante líquido UAN.

**Tabla 1.** Densidad de siembra de las distintas especies de cultivos de cobertura. Campaña 2016.

Cultivo	Densidad de siembra (kg/ha)
Trigo ACA 602	100
Cebada Rayén INTA	70
Triticale Calchín	100
Vicia Villosa Guasch	60
Vicia Villosa var. Capello	35
Avena BioINTA Violeta	80
Raigrás Maximus	25
Raigrás Jumbo	25
Triticale Espinillo INTA	100

Los tratamientos químicos para el control de malezas en barbecho y para el secado del ensayo están detallados en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Tratamientos químicos utilizados para el control de malezas y para el secado del ensayo de cultivos de cobertura en la UDA. Campaña 2016.

<b>Control de malezas y secado</b>	
<b>3/6/2016</b>	1,2 kg/ha de glifosato (74,7 %), 400 cm <sup>3</sup> /ha de 2,4-D amina (60 %), 80 cm <sup>3</sup> /ha de coadyuvante siliconado (Niebla <sup>®</sup> ), 180 cm <sup>3</sup> /ha de Sumisoya <sup>®</sup> , 1 pack/12 ha de aminopyralid (44,38 g)+metsulfuron metil (30 g) (Tronador Xtra <sup>®</sup> ).
<b>3/10/2016</b>	1,4 kg/ha de glifosato (74,7 %), 150 cm <sup>3</sup> /ha de coadyuvante siliconado (Niebla <sup>®</sup> ).

Por otra parte, 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 de las parcelas de avena y trigo. El valor de agua ajustado a la siembra hasta los 2 m de profundidad fue de 289 mm. Además, se registró la evapotranspiración de referencia y las lluvias diarias. Con estas últimas, se realizó la distribución mensual correspondiente al año 2016. A partir de los datos obtenidos y del muestreo de humedad inicial del suelo, fue calculado y graficado el balance de agua en el suelo en forma diaria con el software de Balance Hídrico de Cultivo (BAHICU 1.02) (Andriani, 2012).

Para la determinación de la biomasa aérea se realizó un muestreo el 03/10/2016, tomando 2 muestras por parcela. Luego las muestras se secaron en estufa a 65°C hasta peso constante para la determinación de materia seca y se calculó la producción de biomasa aérea (kg/ha). Posteriormente al muestreo de materia seca, se realizó la interrupción del crecimiento (secado) de los cultivos de cobertura con la aplicación de glifosato.

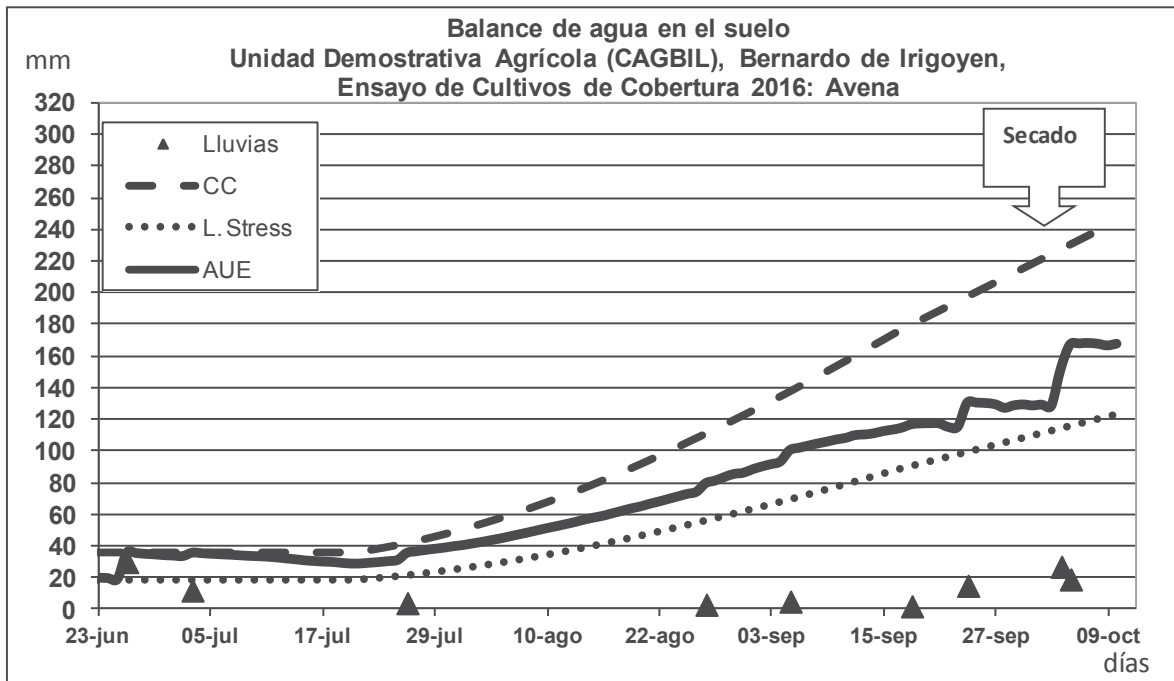
Se realizó el análisis de variancia para la variable materia seca y para la comparación de medias se utilizó el test DGC (Infostat, 2015).

## RESULTADOS

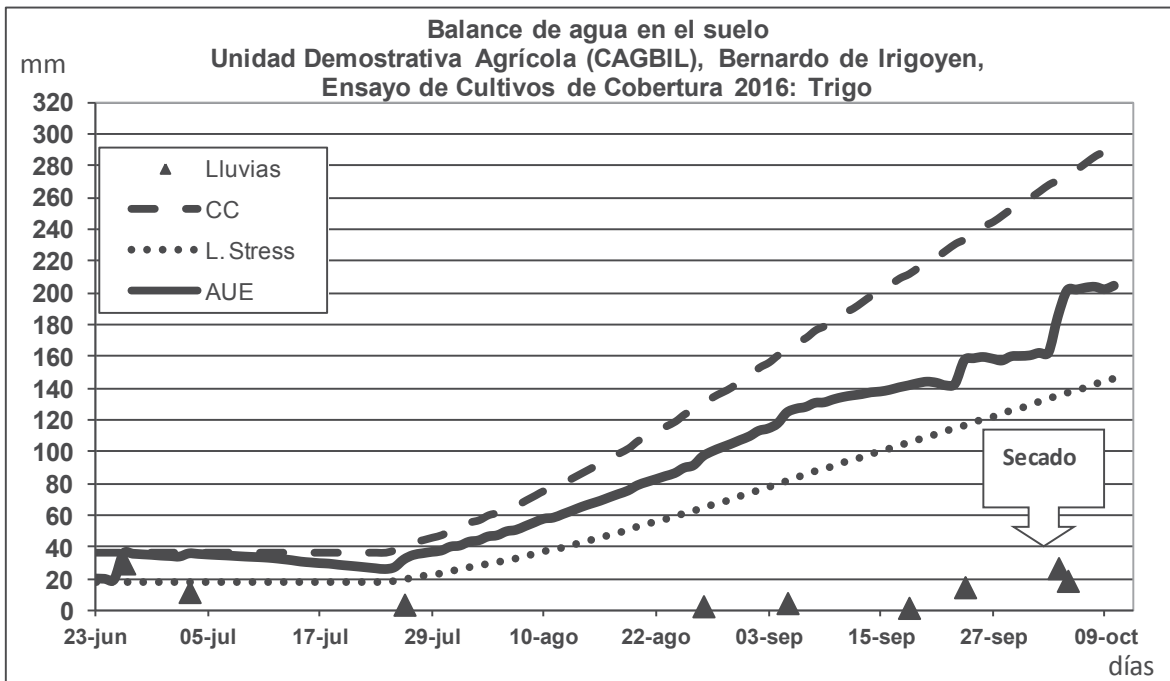
### Análisis de agua útil

En las Figuras 1 y 2 se observa que la disponibilidad hídrica durante el ciclo de cultivo para el caso de la avena y el trigo estuvo ubicada entre la capacidad de campo y el límite de estrés. Al momento del secado, el agua útil existente en el suelo fue de 130 mm para la avena y de 160 mm para el trigo. La diferencia observada entre gráficos se debe al crecimiento radical diferencial entre los cultivos de avena y trigo. El agua útil existente (AUE), al momento del secado solo varió 30 mm entre cultivos, 160 mm para trigo y 130 mm para avena.

Entre la siembra y el secado de los cultivos, las precipitaciones fueron de 70 mm. Posterior al secado, las precipitaciones primaverales cargaron de agua el perfil sin ocasionar problemas para la implantación y crecimiento del cultivo de soja.



**Figura 1.** Balance de agua en el suelo durante el ciclo de cultivo de avena. Ensayo de cultivos de cobertura en la UDA – Campaña 2016. Referencias: CC (capacidad de campo), L. Stress (límite de estrés hídrico), AUE (agua útil existente).



**Figura 2.** Balance de agua en el suelo durante el ciclo de cultivo de trigo. Ensayo de cultivos de cobertura en la UDA – Campaña 2016. Referencias: CC (capacidad de campo), L. Stress (límite de estrés hídrico), AUE (agua útil existente).

### Rendimiento de materia seca de los cultivos de cobertura

Durante un período de 106 días, las distintas especies lograron cubrir el suelo y generar biomasa aérea en distintas cantidades. Desde la siembra y por un tiempo aproximado de 60 días, el crecimiento fue lento debido a las bajas temperaturas y a la escasa ocurrencia de precipitaciones. Luego, las lluvias primaverales y el incremento de las temperaturas medias permitieron acelerar el crecimiento de las distintas especies. Hubo diferencias significativas en la producción de materia seca (MS), entre los cultivos evaluados. Se distinguen tres grupos de cultivos: i) con rendimientos superiores a los 4.000 kg/ha de MS, ii) con rendimientos entre 3.000 y 4.000 kg/ha de MS y iii) con valores de MS inferiores a los 3.000 kg/ha (Tabla 3).

Basanta *et al.* (2016), en Rafaela en la campaña 2015 obtuvieron resultados similares, siendo el trigo el de mayor producción de MS y el triticale Espinillo el de menor producción. Además, en dicho trabajo las vicias rindieron en torno a los 3.000 kg/ha de MS y superaron al raigrás Jumbo y al triticale Espinillo, al igual que en el presente ensayo.

Con respecto al rendimiento de MS de la avena, cabe mencionar que se obtuvieron valores inferiores a los reportados por otros autores en el sur (Ridley, 2012; Capurro *et al.*, 2012) y centro (Basanta *et al.*, 2016) de Santa Fe.

Los dos cultivares de triticale evaluados tuvieron una producción de MS muy diferente, siendo la producción del triticale Calchín significativamente superior a la de Espinillo.

Estos resultados corresponden a la primera evaluación de cultivos de cobertura realizada en la UDA. La continuidad de estos ensayos durante varias campañas permitirá evaluar las especies y cultivares en distintas condiciones ambientales y así determinar su adaptabilidad y estabilidad en la producción de materia seca.

**Tabla 3.** Rendimiento de materia seca de los distintos cultivos. Ensayo de cultivos de cobertura en la UDA. Campaña 2016.

Cultivo	Materia Seca (kg/ha)	Test DGC
<b>Trigo ACA 602</b>	<b>5.626</b>	a
<b>Cebada Rayén INTA</b>	<b>5.385</b>	a
<b>Triticale Calchín</b>	<b>4.490</b>	a
<b>Vicia Villosa Guasch</b>	<b>3.770</b>	b
<b>Vicia Villosa var. Capello</b>	<b>3.080</b>	b
<b>Avena BioINTA Violeta</b>	<b>2.461</b>	c
<b>Raigrás Maximus</b>	<b>2.305</b>	c
<b>Raigrás Jumbo</b>	<b>2.004</b>	c
<b>Triticale Espinillo INTA</b>	<b>1.706</b>	c
Promedio	<b>3.425</b>	

## CONSIDERACIONES FINALES

Este ensayo fue incluido en la UDA con el propósito de generar información sobre los cultivos de cobertura que puedan ser adaptados a esta zona como a otros ambientes.

Conocer el comportamiento de las distintas especies, permitirá incluirlas en las distintas secuencias y rotaciones de cultivos. De esta manera, a mediano y largo plazo, esto contribuiría con la reconstrucción de la estructura de los suelos ante manejos inadecuados por labores/pisoteo de la maquinaria, al favorecer con la generación del sistema de poros, con la infiltración del agua de lluvia, con la depresión de la influencia de napas, con el aporte de biomasa para restituir el carbono al suelo y ser utilizada para atenuar el crecimiento de determinadas poblaciones de malezas.

Incrementar la cantidad de gramíneas o leguminosas sembradas y el tiempo que permanecen en los campos, permite mantener los suelos cubiertos durante todo el año. Por lo tanto, es necesario continuar las evaluaciones con los cultivos de cobertura en este ambiente y determinar sus efectos sobre los parámetros físicos y químicos del suelo como su influencia sobre el rendimiento de los cultivos de soja, con el propósito de disponer de información útil para este ambiente como para el resto del departamento San Jerónimo.

Por último, es necesario actuar en conjunto con otras prácticas agronómicas y tecnologías de insumos y procesos, con el fin de favorecer a la sustentabilidad del suelo y a la sostenibilidad de los distintos agrosistemas.

## AGRADECIMIENTOS

A la Cooperativa Agrícola Ganadera de Bernardo de Irigoyen, por otorgar el espacio físico para realizar el ensayo y por la predisposición operativa, y a los semilleros por haber colaborado con la entrega de las semillas.

Esta actividad fue financiada con fondos de los proyectos de INTA PNCYO1127032 y SANFE1261102.

## BIBLIOGRAFÍA

- AAPRESID, 2016. En: <http://www.aapresid.org.ar/blog/como-convertir-un-cultivo-de-cobertura-en-nuestro-mejor-aliado/> (14/02/2017).
- 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.
- Andriulo, A.; Cordone, G. 1998. Impacto de labranza y rotaciones sobre la materia orgánica de suelos de la región pampeana húmeda. En: Panigatti, J.L.; Marelli, H.; Buschiazzo, D.; Gil, R. (Eds.). Siembra directa. INTA. Hemisferio Sur. p.65-96.
- 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.

- Basanta, M.; Perrone, J.; Giordano, E. 2016. Evaluación de especies de cultivos de cobertura en INTA Rafaela. Resultados 2015. INTA – Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Información Técnica de cultivos de trigo y otros cultivos de invierno. Publicación miscelánea n° 131.
- Capurro, J.; Sujarck, J.; Andriani, J.; Dickie, M.; Gonzalez, M. 2010. Evaluación de distintas especies de cultivos de cobertura en el área sur de la provincia de Santa Fe. XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Rosario, Argentina.
- Capurro, J.; Dickie, M.; Ninfi, D.; Zazzarini, A.; Tosi, E.; González, M. 2012. Gramíneas y leguminosas como cultivos de cobertura para soja. XXIII Congreso Argentino y IXX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata.
- GEOINTA. En: <http://geointa.inta.gov.ar/visor/?p=83> (8/02/2017).
- INFOSTAT. En: <http://www.infostat.com.ar> (8/02/2017).
- INTA. 2017. Suelos: mantenerlos cubiertos de verde, una decisión estratégica. Disponible en: <http://intainforma.inta.gov.ar/?p=36426> (16/02/2017).
- Lauchli, A. 1984. Mechanisms of Nutrients Fluxes at Membranes of the Root Surface and their Regulation in the Whole Plant. p. 1-25. In: Roots, Nutrient and Water Influx, and Plant Growth. Barber, S. A. and Bouldin D.R. (ed). ASA Special Publication Number 49. Madison. WI.
- Piñeiro, G.; Mazzilli, S.; Pinto, P.; Iglesia, P. 2015. La materia orgánica de los suelos agrícolas: formación, evolución y manejo. Simposio de Fertilidad 2015. Rosario. p. 28-32.
- Ridley, N. 2012. Cultivos de cobertura en el sur de Santa Fe. Efectos sobre la eficiencia de barbecho y la porosidad del suelo. 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. 7-15.
- Quiroga, A. 2015. “Panel de cultivos de cobertura”. Material consultado el 16 de octubre de 2015 en: <http://www.congresoaaapresid.org.ar/videos/> (14/02/2017).
- Stanford, G.; Legg, J. O. & Smith, S. J. 1973. Soil nitrogen availability evaluations based on nitrogen mineralization potential of soils and uptake of labeled and unlabelled nitrogen by plants. Plant Soil. 39: 113-124.





CENTRO DE ACOPIADORES DE CEREALES  
Y OLEAGINOSOS DE SANTA FE  
BOLSA DE COMERCIO DE SANTA FE  
San Martín 2231 - (3000) Santa Fe - Tel/fax: 0342 4551037 - acopistafe@ar.inler.net

DU PONT

 **BASF**  
We create chemistry

ACA. TODO RINDE MÁS.

VALLEPARÍS    ENRIQUENAR    ESTRELLAZANES



**emfag** S.A.  
PRODUCTOS PARA EL AGRO

ISSN 0325-9137  
Publicación Miscelánea N° 133  
Mayo 2017



Ministerio de Agroindustria  
Presidencia de la Nación

