



## **Momento de aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento y calidad en trigo.**

### **La experiencia de la Chacra Justiniano Posse**

Ruiz, Alejo.<sup>1</sup>;Coyos, Tomás.<sup>2</sup>;Pagnan, L.<sup>3</sup>;Errasquin, L.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Chacra Justiniano Posse

<sup>2</sup>Sistema Chacras, Aapresid

<sup>3</sup>INTA AER Justiniano Posse

[alejorzh@gmail.com](mailto:alejorzh@gmail.com)

### **Palabras clave: nitrógeno – trigo - rendimiento**

#### **Introducción**

La inclusión de trigo en la rotación de cultivos es clave para la sustentabilidad de los sistemas productivos del sudeste de Córdoba. El trigo en la rotación mejora la estructura del suelo contribuyendo a mantener la capacidad productiva del ambiente, aumenta la eficiencia de usos de recursos (luz, agua y nutrientes), optimiza la captura y reciclado de nutrientes, contribuye al manejo integrado de plagas, malezas y enfermedades (Coyos et al, 2015), ayuda a disminuir los excedentes hídricos y aporta materia orgánica favoreciendo el balance de carbono del suelo (Ruiz et al, 2016). Además de esto, permite diversificar el riesgo productivo y económico de la empresa agropecuaria.

El resultado económico del cultivo depende principalmente del rendimiento y de la calidad comercial de la mercadería. La campaña 15/16 se caracterizó por ser históricamente en la que se registraron los niveles más bajos de proteína llegando el promedio Nacional a 9% (Cuniberti, 2016). Dentro de las posibles razones del bajo porcentaje de proteínas se encuentra el logro de elevados rendimientos, bajos niveles de fertilización nitrogenada e importantes lluvias invernales que pueden haber ocasionado pérdidas de nitrógeno (N) en fertilizaciones realizadas en estadíos tempranos.

La dosis, momento y la forma de aplicación del N en el cultivo de trigo resultan determinantes del rendimiento y la calidad comercial del grano. Aplicaciones incorporadas en estadíos tempranos aseguran una adecuada tasa de crecimiento durante etapas vegetativas y de desarrollo de las estructuras reproductivas, impactando principalmente sobre el rendimiento y asegurando una adecuada calidad comercial sólo si el ajuste de la dosis fue correcto.

Sin embargo, en el contexto de las últimas campañas de excesos hídricos y napas a escasa profundidad (Bertram et al, 2014), determina riesgos de pérdidas de N por lixiviación y desnitrificación (Taboada et al, 2009) ante la ocurrencia de elevadas precipitaciones durante el invierno. Atrasar la aplicación de N hasta inicios de macollaje, disminuye los riesgos de pérdidas por desnitrificación y lixiviación, pero podría limitar el

desarrollo del área foliar y de estructuras reproductivas, en detrimento del rendimiento del cultivo.

Por lo tanto, para poder maximizar el rendimiento y asegurar adecuada calidad comercial, resulta fundamental un correcto ajuste de la fertilización. En este sentido, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del momento de aplicación del N sobre el rendimiento y la calidad en ambientes con napas a diferente profundidad.

## **Materiales y métodos**

Se realizó una serie ensayos a campo en el departamento Unión de la provincia de Córdoba, en las campañas 16/17 (2 sitios) y 17/18 (4 sitios). Los suelos corresponden a Hapludoles típicos y Haplustoles údicos, serie Ordóñez o Laborde respectivamente, pertenecientes a la clase de capacidad de uso IIc (Carta de Suelos de la República Argentina, 1978), manejados bajo siembra directa (Cuadro 1.).

Cuadro 1. Características de cada uno de los sitios.

<b>Sitio</b>	<b>Año</b>	<b>Localidad</b>	<b>Suelo</b>
La Comarca	2016	Justiniano Posse	Hapludol típico
Rubio	2016	Ordóñez	Hapludol típico
Pelagagge	2017	Justiniano Posse	Hapludol típico
Ricciardi	2017	Villa Los Patos	Hapludol típico
Mazzieri A	2017	Laborde	Haplustol údico
Mazzieri B	2017	Laborde	Haplustol údico

Previo a la siembra se tomaron muestras de suelos a 20, 40 y 60cm de profundidad y se determinó el contenido de nitrógeno en forma de nitratos. Se determinó la profundidad de la napa freática al momento de la siembra y adicionalmente se realizaron mediciones durante el ciclo del cultivo con intervalos de 21 días aproximadamente.

Todos los ensayos se realizaron con maquinaria y tecnología que dispuso el productor (Cuadro 2.). El diseño experimental fue en franjas aleatorizadas con dos repeticiones, de más de 250mts de largo y se establecieron los siguientes tratamientos:

1. Testigo: Sin fertilización nitrogenada (solo arrancador)
2. Siembra: Dosis del productor aplicada 100% a la siembra
3. Macollaje: Dosis del productor aplicada 100% en macollaje
4. Dividida: Dosis del productor aplicada 50% a la siembra y 50% en macollaje

Cuadro 2. Manejo en cada uno de los sitios.

Sitio	Variedad	Fecha de siembra	N-Nitratos a la siembra	Arrancador	Antecesor
La Comarca	SY300	7-jun	79kg ha <sup>-1</sup>	110kg ha <sup>-1</sup> MAP	Soja
Rubio	Algarrobo	31-may	60kg ha <sup>-1</sup>	100kg ha <sup>-1</sup> S9	Soja
Pelagagge	Algarrobo	25-may	39 kg ha <sup>-1</sup>	110kg ha <sup>-1</sup> MAP	Soja
Ricciardi	Algarrobo	29-may	35 kg ha <sup>-1</sup>	90kg ha <sup>-1</sup> MAP	Soja
Mazzieri A	Fuste	6-jul	37 kg ha <sup>-1</sup>	120kg ha <sup>-1</sup> MAP	Soja
Mazzieri B	Fuste	7-jul	35 kg ha <sup>-1</sup>	120kg ha <sup>-1</sup> MAP	Soja

La fuente, forma y dosis total de nitrógeno se encuentra especificada en el Cuadro 3. y fue la misma que utilizó el productor para el lote, no modificándose entre momentos de fertilización.

Cuadro 3. Manejo de la fertilización nitrogenada en cada uno de los sitios (\*Fecha en que se realizó la fertilización en macollaje).

Sitio	Dosis	Fuente	Forma	Fecha Macollaje*
La Comarca	88kgN ha <sup>-1</sup>	SolMix (5,2S)	Chorreado	25-ago
Rubio	92kg N ha <sup>-1</sup>	Urea	Incorporado	5-ago
Pelagagge	100kg N ha <sup>-1</sup>	eNeTotal	Voleado	17-ago
Ricciardi	92kg N ha <sup>-1</sup>	Urea	Incorporado	07-ago
Mazzieri A	110kg N ha <sup>-1</sup>	SolMix (5,2S)	Chorreado	7-sep
Mazzieri B	110kg N ha <sup>-1</sup>	SolMix (5,2S)	Chorreado	7-sep

Se efectuó el análisis de cada muestra cosechada en el laboratorio de Calidad Industrial de Cereales y Oleaginosas de la EEA Marcos Juárez, donde se determinó el porcentaje de proteína y peso hectolítrico.

Las variables se analizaron mediante análisis de la varianza utilizando el software estadístico Infostat (Di Rienzo, 2016). Cuando se detectaron diferencias significativas entre tratamientos se realizaron las comparaciones mediante el test LSD de Fisher.

## Resultados y discusión

### Características de la campaña y ambientes

Ambas campañas se caracterizaron por comenzar con perfiles próximos a capacidad de campo y las napas freáticas cercanas a la superficie debido a las abundantes precipitaciones de otoño. Durante macollaje (agosto e inicios de septiembre) las precipitaciones fueron escasas. En octubre 2016, coincidiendo con la espigazón, se produjeron abundantes precipitaciones (Cuadro 4.). En 2017 las precipitaciones primaverales se encontraron más distribuidas.

Cuadro 4. Precipitaciones mensuales en la localidad de Justiniano Posse en el período abril- noviembre de 2016 y 2017.

Mes	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	TOTAL
<b>2016</b>	81	5	64	6	0	4	146	17	<b>323</b>
<b>2017</b>	131	53	34	7	11	88	34	80	<b>438</b>

Si bien en todos los sitios hubo influencia de napa, la profundidad en la que oscilo fue diferente (Cuadro 5.). Los sitios La Comarca y Mazzieri A contaron con la napa más cercana a la superficie, que oscilo entre los 75 y 190cm. En cambio, la napa en los sitios Rubio, Pelagagge, Ricciardi y Mazzieri B se encontró a mayor profundidad, llegando a descender por debajo de los 250cm a finales del ciclo del trigo.

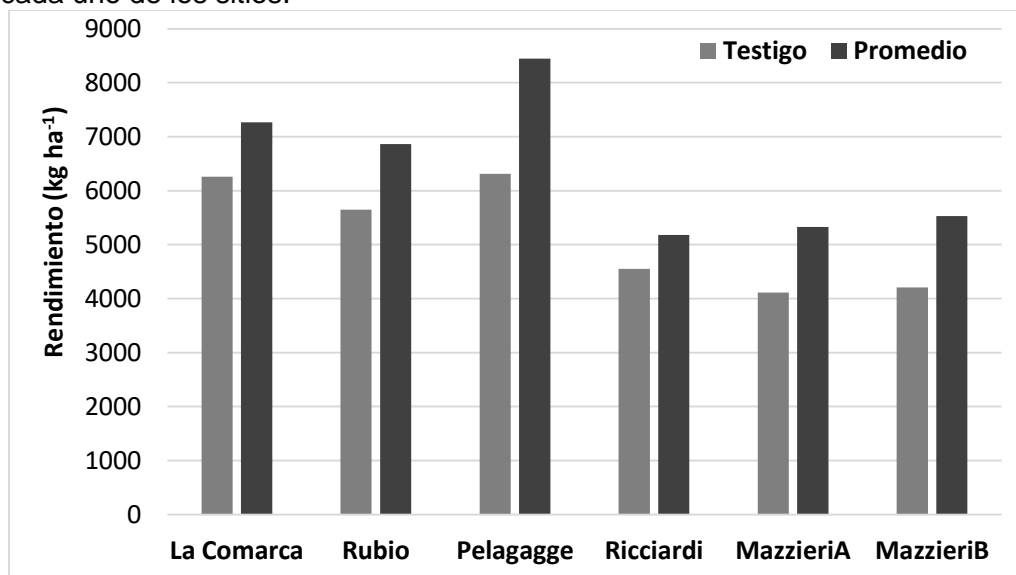
Cuadro 5. Profundidad de la napa en tres momentos para cada uno de los sitios.

Sitio	Mediados de Julio	Fin Septiembre	Mediados Noviembre
La Comarca	70cm	190cm	200cm
Rubio	140cm	230cm	250cm
Pelagagge	180cm	240cm	+270cm
Ricciardi	180cm	240cm	+270cm
Mazzieri A	80cm	120cm	180cm
Mazzieri B	180cm	220cm	+270cm

## Rendimientos

Los rendimientos obtenidos fueron elevados en todos los tratamientos, incluidos los testigos absolutos que variaron entre 4554 y 6312 kg ha<sup>-1</sup>(Grafico 1.). En todos los sitios, para los tres momentos de fertilización, se observó respuesta significativa en rendimiento. La respuesta media a la fertilización varió entre 625 y 2136 kg ha<sup>-1</sup> dependiendo del sitio.

Grafico 1. Rendimientos del testigo y promedio de los tres momentos de fertilización (kg ha<sup>-1</sup>) en cada uno de los sitios.

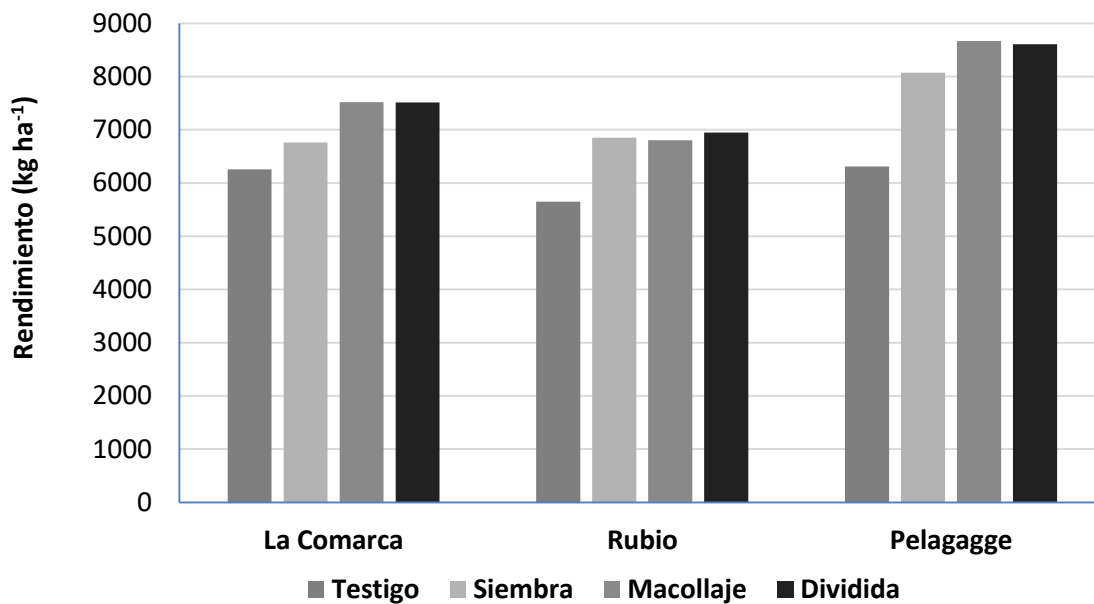


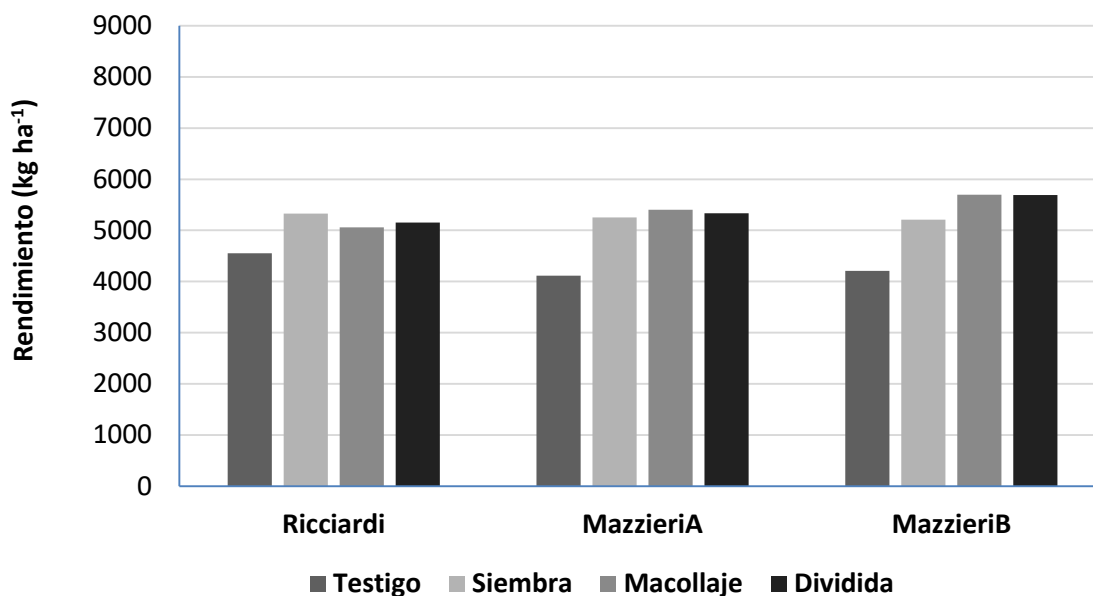
El análisis estadístico arrojó diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) entre los rendimientos de los sitios, los momentos de fertilización y la interacción entre momentos de fertilización y el sitio. Al ser significativa la interacción, se analizó el efecto del momento de fertilización paracada sitio en particular.

En los sitios La Comarca, Pelagagge y Mazzieri B los mayores rendimientos se obtuvieron con fertilizaciones en macollaje y dividida, que entre si no difirieron, pero sí lo hicieron de fertilización a la siembra (Grafico 2., Cuadro 6.). En estos tres sitios, las fertilizaciones en macollaje y dividida rindieron en promedio  $600 \text{ kg ha}^{-1}$  más que a la siembra.

En los sitios Rubio y Mazzieri A no hubo diferencias significativas entre tratamientos de fertilización, siendo indistinta la respuesta en rendimiento en fertilizaciones a la siembra, macollaje o dividida. En cuanto al sitio Ricciardi, la fertilización a la siembra no difirió significativamente de la fertilización dividida, pero sí de macollaje, siendo pequeña la diferencia ( $270 \text{ kg ha}^{-1}$ ).

Grafico 2. Rendimientos medios ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) por tratamiento en cada uno de los sitios.





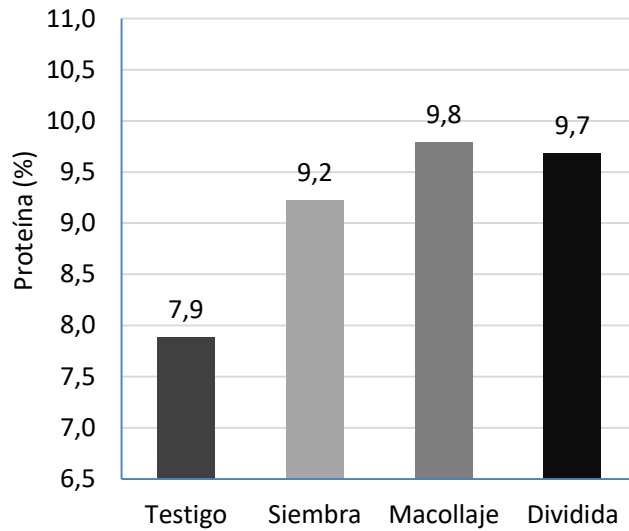
Cuadro 6. Rendimientos medios por tratamiento en los diferentes sitios. En cada sitio, medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ).

Sitio	La Comarca	Rubio	Pelagagge	Ricciardi	Mazzieri A	Mazzieri B
Testigo	6259 A	5651 A	6312 A	4554 A	4116 A	4208 A
Siembra	6763 B	6849 B	8071 B	5327 C	5250 B	5209 B
Macollaje	7520 C	6801 B	8664 C	5057 B	5405 B	5695 C
Dividida	7512 C	6944 B	8608 C	5154 B C	5335 B	5688 C

### Contenido de proteína y peso hectólitro

El porcentaje de proteína promedio fue de 9,1%. El análisis estadístico arroja diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) en los contenidos de proteína de los sitios y tratamientos. Los mayores contenidos de proteína se obtuvieron con fertilizaciones en macollaje y dividida, que estuvieron en 9,8 y 9,7% respectivamente (Grafico 4.). Estos contenidos difirieron significativamente de los de la siembra, los cuales en promedio fueron 0,6% menores.

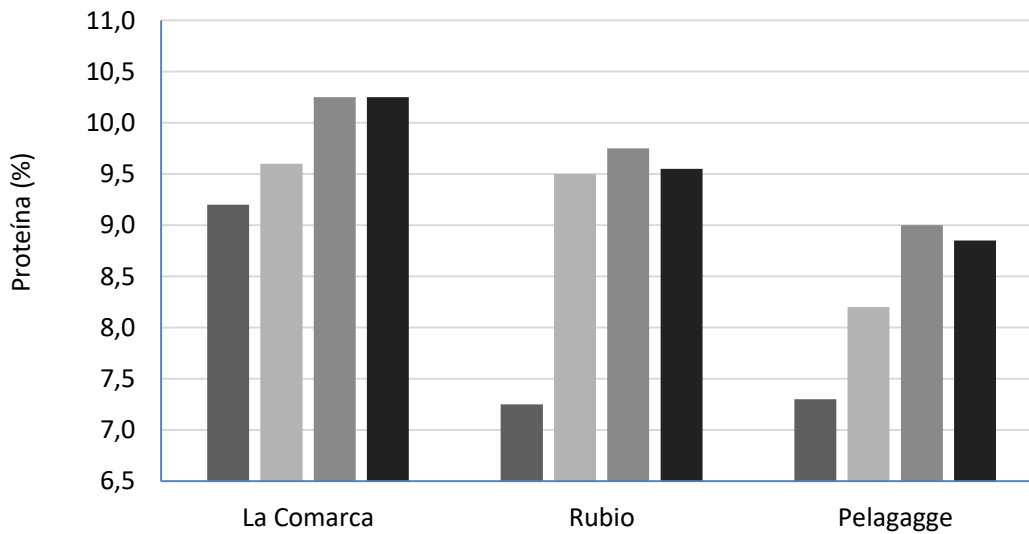
Grafico 3. Contenido de proteína (%) promedio de todos los sitios por tratamiento.

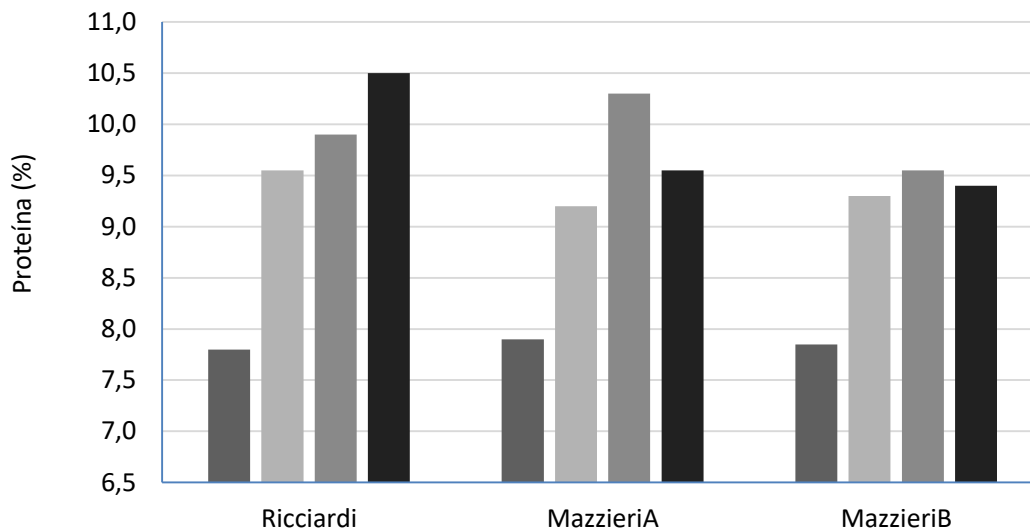


Los mayores contenidos de proteína se obtuvieron en el sitio La Comarca, coincidente con la mayor disponibilidad de N (suelo + fertilizante). Mientras que los menores se observaron en el sitio Pelagagge, coincidiendo este último con los mayores rendimientos.

Con fertilizaciones en macollaje o dividida se lograron aumentos en el contenido de proteína respecto a fertilizaciones a la siembra, de forma consistente en los seis sitios (Grafico 4.).

Grafico 4. Contenido de proteína (%) por tratamiento en cada uno de los sitios.





### Consideraciones finales

Las condiciones agroclimáticas de las campañas 2016/2017 y 2017/2018 en el sudeste de Córdoba fueron muy buenas para trigo, obteniéndose elevados rendimientos.

La napa freática, sumado a las precipitaciones a la salida del otoño, probablemente hayan producido pérdidas de nitrógeno en algunos sitios a los tratamientos aplicados a la siembra, disminuyendo la disponibilidad del nutriente para las etapas avanzadas del cultivo, obteniéndose en algunos sitios menores rendimientos que en las aplicaciones divididas y en macollaje.

A pesar de las escasas precipitaciones que ocurrieron en agosto, (fecha en que se realizó la aplicación de macollaje) no se produjeron mermas en rendimiento cuando se fertilizó en macollaje, obteniéndose resultados similares a dividir la dosis.

Además, el atraso de la fertilización hacia macollaje tuvo un efecto consistente en cuanto al mayor contenido de proteína que aplicaciones de la misma dosis a la siembra. Igualmente, en ningún tratamiento se alcanzó un 11% de proteína, base mínima para no recibir castigos comerciales.

En campañas húmedas y lotes con riesgos de anegamiento y las consecuentes pérdidas de nitrógeno por lixiviación y desnitrificación, el atraso de la fertilización hacia macollaje resultaría ser una buena práctica para aumentar la eficiencia de uso del nitrógeno, el rendimiento y el porcentaje de proteína.

### Agradecimientos

Se agradece a todos los que forman parte de la Chacra Justiniano Posse.

### Bibliografía

- Bertram, N. y S. Chiacchiera. 2014. Ascenso de napas en la Región Pampeana: ¿Consecuencia de los cambios en el uso de la tierra? INTA EEA Marcos Juárez.
- Coyos T. y Madias A. 2015. Cultivar trigo. ¿Una elección económica o una



necesidad de los sistemas productivos actuales? Revista técnica Aapresid. Cultivos de invierno

- Cuniberti, M. 2016. Problemática actual de la calidad del trigo argentino. Jornadas Trigueras de la 60° Fiesta Nacional del Trigo, Leones, Cba. 12 y 13 de febrero de 2016.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 1978. Carta de suelos de la República Argentina, hoja 3363-16Justiniano Posse.
- Pagnan L., Pesaola G., Bruno J., Errasquin L. y Alladio R. 2016. Efecto de la aplicación foliar tardía de nitrógeno sobre el rendimiento y la calidad comercial de cultivares de trigo. INTA EEA Marcos Juárez.
- Ruiz A., Coyos T. y Pagnan L. 2016. “La importancia de intensificar la rotación” La experiencia de la Chacra Justiniano Posse. Aportes de carbono y consumo de agua. Revista Aapresid.
- Taboada M.A. y Lavado R.S. 2009. Alteraciones de la fertilidad de los suelos: el halomorfismo, la acidez, el hidromorfismo y las inundaciones. Universidad de Buenos Aires.