TRIGO

Actualización 2017

Informe de Actualización Tecnica en línea Nº 7

INTA Ediciones

Colección DIVULGACIÓN

ISSN 2469-2042 en linea Nº 7

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez
Ruta Pcial. Nº 12 - Km 36 - CC 21
2580 Marcos Juárez - Córdoba - Tel. 03472 - 425001
eeamjuarez.cd@inta.gob.ar - inta.gob.ar

INTA

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación

Momento de aplicación de nitrógeno y aporte de fertilización foliar sobre el rendimiento y la calidad en trigo. La experiencia de la Chacra Justiniano Posse

Ruiz, Alejo.[1]; Coyos, Tomás.[2]; Pagnan, Luis[3]; Errasquin, Lisandro[3]
[1]Chacra Justiniano Posse
[2]Sistema Chacras, Aapresid
[3]INTA AER Justiniano Posse
alejorzh@gmail.com

Palabras clave: trigo – nitrógeno – 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, el actual contexto 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 lixiviación sin afectar el rendimiento. Aplicaciones en estadíos más avanzados empiezan a limitar el desarrollo del área foliar y de estructuras reproductivas, en detrimento del rendimiento del cultivo, destinando una mayor proporción del N a formar proteínas en grano.

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 realizaron dos ensayos a campo, en los sitios Rubio y La Comarca, cercanos a la localidad de Justiniano Posse (Córdoba) durante la campaña 2016/17. El suelo en ambos casos correspondió a un Hapludol típico, serie Ordoñez, perteneciente a la clase de capacidad de uso IIc (Carta de Suelos de la República Argentina, 1978), manejados bajo siembra directa.

Previo a la siembra se tomaron muestras de suelos a 20, 40 y 60 cm de profundidad y se determinó el contenido de nitratos, siendo de 79 y 60 kg ha^{-1} en La Comarca y Rubio respectivamente.

Se determinó la profundidad de la napa freática al momento de la siembra, siendo esta de 50 y 140 cm en La Comarca y Rubio respectivamente, adicionalmente se realizaron mediciones durante el ciclo del cultivo con intervalos de 15 días aproximadamente.

Ambos ensayos se realizaron con maquinaria y tecnología que dispuso el productor y se establecieron los siguientes tratamientos:

Sitio Rubio

Se realizaron ocho tratamientos de fertilización nitrogenada que consistieron en cuatro estrategias de aplicación de urea (46-0-0) y a su vez, cada una de ellas se evaluó con y sin aplicación de N vía foliar a inicios de espigazón. Es decir, se evaluó un testigo sin aplicación urea, aplicación de 200 kg ha^{-1} incorporada a la siembra, 200 kg ha^{-1} incorporada en macollaje (5 de agosto) y 200 kg ha^{-1} incorporado 50 % a la siembra y 50 % en macollaje. Y estás mismas estrategias a las que se les aplico vía foliar 100 l ha^{-1} de Foliarsol U (20 % N) en inicios de espigazón (3 de octubre) (cuadro 1).

Cuadro 1. Momentos de aplicación y dosis de nitrógeno (kg N ha^{-1}) para cada tratamiento. (F: Foliar).

Tratamientos	Siembra (31/05/2016)	Macollaje (5/08/2016)	Inicio de espigazón (3/10/2016)	N APLICADO TOTAL
Testigo - Sin F	10	0	0	**10**
Siembra - Sin F	102	0	0	**102**
Macollaje - Sin F	10	92	0	**102**
Dividida - Sin F-	56	46	0	**102**
Testigo - Con F	10	0	22	**32**
Siembra - Con F	102	0	22	**124**
Macollaje - Con F	10	92	22	**124**
Dividida - Con F	56	46	22	**124**

Se sembró el cultivar Don Mario Algarrobo el 31 de mayo fertilizándose en la línea de siembra con 10 kg ha^{-1} de N y 20,1 kg ha^{-1} de P (100 kg ha^{-1} de MicroEssentials S9).

El diseño empleado fue en parcelas divididas con dos repeticiones, siendo el fertilizante foliar el factor principal y el momento de fertilización el secundario.

Sitio La Comarca

Se realizaron cuatro tratamientos de fertilización nitrogenada, la fuente de N utilizada fue el fertilizante líquido Solmix (28-0-0 S-5,2). Un testigo sin aplicación, 240 l ha^{-1} chorreado a la siembra, 240 l ha^{-1} chorreado en macollaje, 240 l ha^{-1} chorreados 50 % a la siembra y 50 % en macollaje (Cuadro 2).

Cuadro 2. Momentos de aplicación y dosis de nitrógeno (kg N ha^{-1}) para cada tratamiento.

Tratamiento	Siembra (7/06/2016)	Macollaje (25/08/2016)	N APLICADO TOTAL
Testigo	13,2	0	**13,2**
Siembra	102	0	**102**
Dividida	58	44	**102**
Macollaje	13,2	89	**102**

Se sembró el cultivar SY 300 el 7 de junio fertilizándose en la línea de siembra con 13,2 kg ha^{-1} de N y 29,3 kg ha^{-1} de P (110 kg ha^{-1} de MAP).

El diseño fue en franjas aleatorizadas con 2 repeticiones.

En ambos casos, la cosecha se realizó en una franja central de cada parcela, se determinó rendimiento en grano y posteriormente fue corregido según la humedad de comercialización (14 %).

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.

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

La campaña 2016/17 se caracterizó 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 el macollaje y encañazon (agosto y septiembre) las precipitaciones fueron escasas En octubre, coincidiendo con la espigazón, se produjeron abundantes precipitaciones (Cuadro 3).

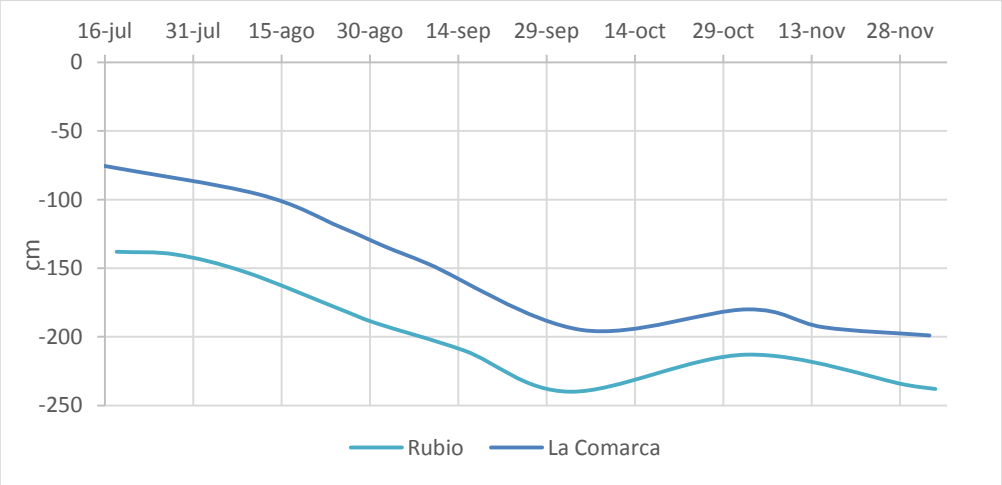
Cuadro 3. Precipitaciones mensuales en la localidad de Justiniano Posse en el período abril- noviembre de 2016.

Mes	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	**TOTAL**
Precipitaciones	81	5	64	6	0	4	146	17	**323**

Si bien ambos sitios presentaron diferentes profundidades freáticas durante el ciclo

de desarrollo del cultivo, la dinámica de la misma fue semejante (Gráfico 1). Al momento de la siembra se encontraba a 50 y 140 cm de profundidad, mientras que cuando se cosechó la profundidad fue de 200 cm y 250 cm en La Comarca y Rubio respectivamente.

Gráfico 1. Dinámica de la napa freática en los sitios de Rubio y La Comarca.

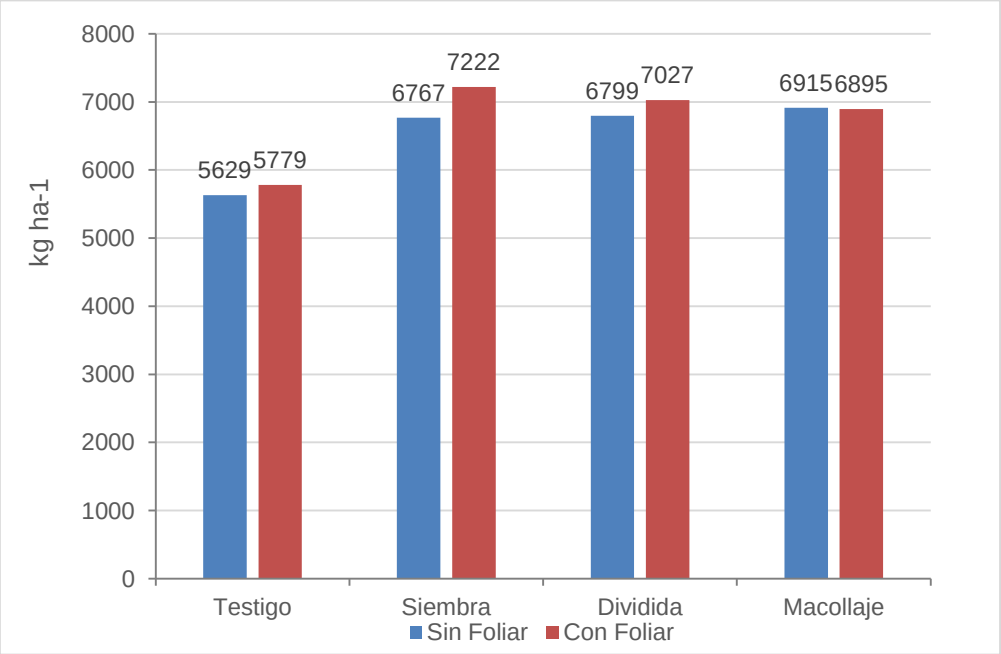


Rendimientos y porcentajes de proteína

Sitio Rubio

Los rendimientos obtenidos fueron elevados en todos los tratamientos, incluido el testigo absoluto que fue de 5629 kg ha^{-1} (Gráfico 2). Se observo respuesta en rendimiento a la fertilización nitrogenada en todos los tratamientos. El rendimiento máximo fue de 7222 kg ha^{-1} que se obtuvo fertilizando a la siembra y vía foliar con N en hoja bandera.

Gráfico 2. Rendimiento (kg ha^{-1}) de los tratamientos de fertilización.



El análisis estadístico arrojo que la interacción entre el momento de aplicación de la urea y la fertilización foliar tuvo un efecto significativo sobre el rendimiento (p<0,01).

Al analizar el momento de fertilización sin aplicación de fertilizante foliar, los tratamientos fertilizados (siembra, dividida y macollaje) difirieron significativamente del testigo, pero no entre ellos.

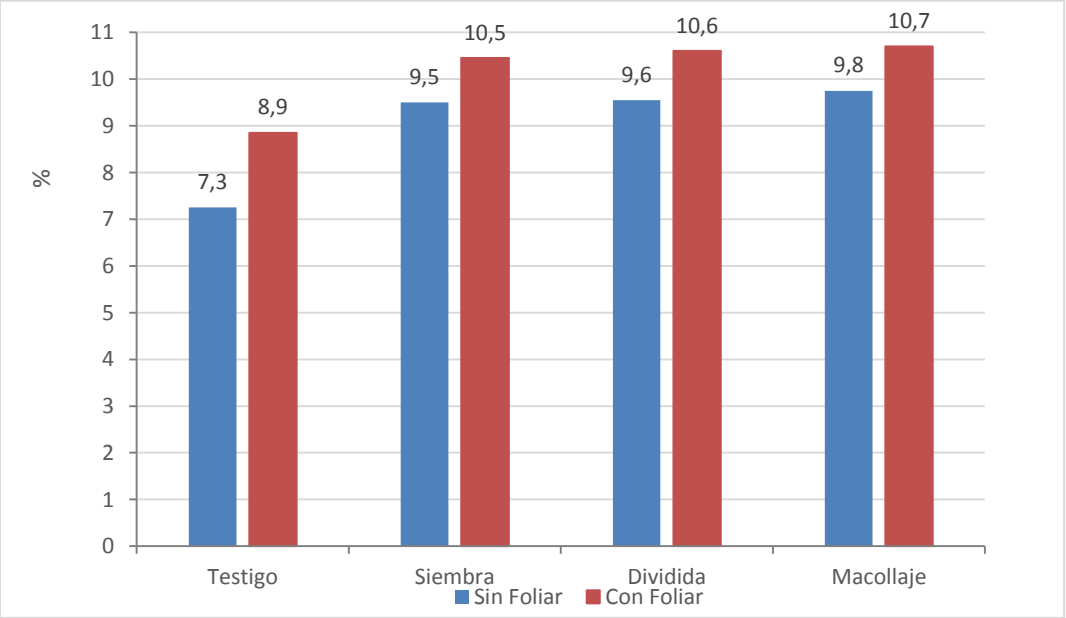
Cuando se analizó el momento de fertilización con la aplicación de fertilizante foliar, se observó que fertilizando a la siembra se obtuvo el mayor rendimiento, pero no difirió significativamente de la aplicación dividida. Dividiendo la dosis o fertilizando en macollaje se obtuvieron similares rendimientos.

El fertilizante foliar tuvo un efecto diferente en el rendimiento según el momento de fertilización, en el caso de los tratamientos testigo, a la siembra y aplicación dividida tuvo un efecto positivo de 150, 455 y 228 kg ha^{-1} respectivamente, mientras que para la fertilización en macollaje fue ligeramente negativo, reduciendo el rendimiento en 20 kg ha^{-1}.

El porcentaje de proteína promedio fue de 9,6 %, siendo el valor mínimo de 7,3 % en el testigo absoluto y el máximo de 10,7 % en el fertilizado al macollaje con aplicación foliar. No hubo interacción entre los tratamientos fertilización foliar y momento de aplicación de urea en el contenido proteico, por lo que los efectos de ambas prácticas son independientes en el rendimiento.

El contenido de proteína del testigo difirió significativamente del resto de los tratamientos (Gráfico 3). No hubo diferencias significativas en los contenidos de proteína según se haya fertilizado a la siembra, en macollaje o dividiendo la dosis entre ambos momentos.

Gráfico 3. Porcentaje de proteína promedio según el momento de aplicación del fertilizante nitrogenado.



En cuanto a la fertilización foliar, tuvo un efecto significativo en todos los tratamientos (p<0,01) subiendo en promedio 1,15 puntos porcentuales el contenido de proteína, resultados que concuerdan con Pagnan et al (2016). El testigo fue el tratamiento en que más subió el contenido proteico pasando de 7,3 a 8,9 %.

Sitio La Comarca

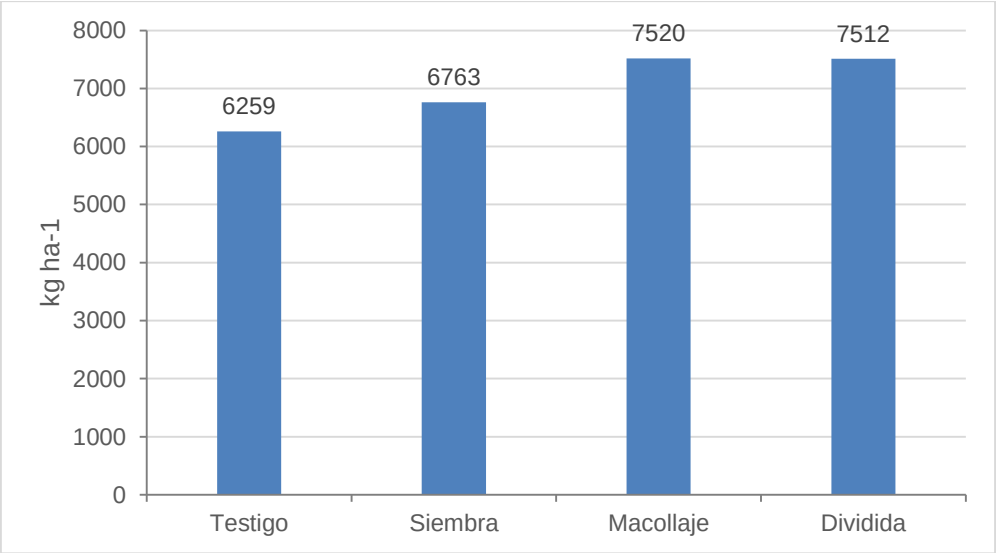
El rendimiento promedio de todos los tratamientos fue de 7325 kg ha^{-1}. El análisis

estadístico arrojo diferencias significativas ($p<0.01$) entre los tratamientos en rendimiento y porcentaje de proteínas.

Los máximos rendimientos se obtuvieron cuando la urea se aplicó en forma dividida o en su totalidad en macollaje, siendo estos de 7512 y 7519 kg ha^{-1} respectivamente (Gráfico 4). Estos tratamientos no difirieron entre sí, pero si del testigo y de la aplicación de la dosis completa a la siembra.

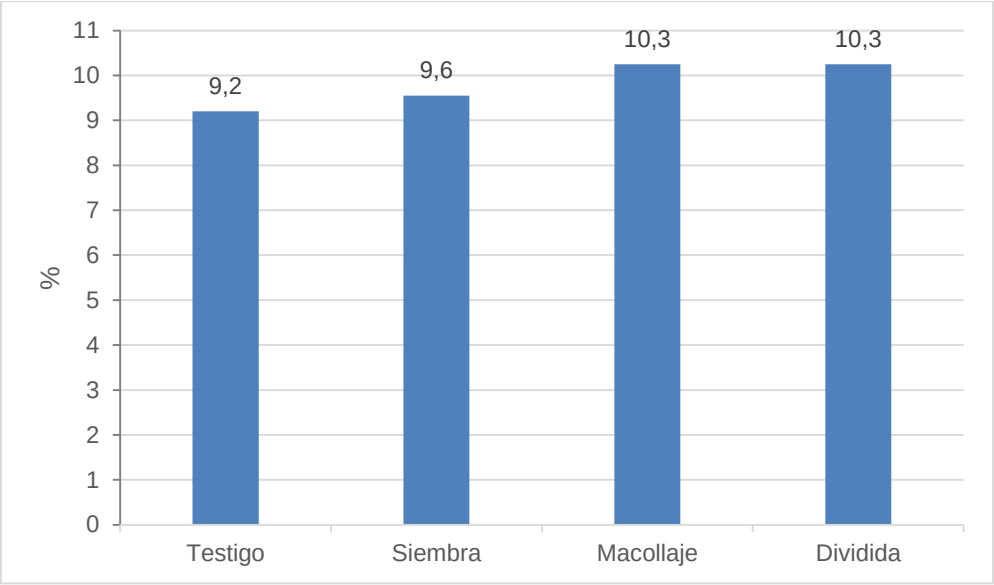
La aplicación a la siembra incrementó el rendimiento en 504 kg ha^{-1} con respecto al testigo, no siendo esta diferencia estadísticamente significativa.

Gráfico 4. Rendimientos promedio (kg ha^{-1}) según el momento de aplicación del fertilizante nitrogenado.



Respecto al contenido de proteína en el grano, las aplicaciones en macollaje y divididas alcanzaron los mayores valores siendo de 10,3 % en ambos casos (Gráfico 5). Mientras que la aplicación a la siembra y el testigo obtuvieron 9,6 y 9,2 % respectivamente.

Gráfico 5. Porcentaje de proteína promedio según el momento de aplicación del fertilizante nitrogenado.



Consideraciones finales

Las condiciones agroclimáticas de la campaña 2016/2017 para el sudeste de Córdoba fueron muy buenas obteniéndose elevados rendimientos de trigo.

En el ensayo de La Comarca, la napa freática cercana a la superficie sumado a precipitaciones considerables en el mes de junio, probablemente haya producido perdidas de nitrógeno en los tratamientos aplicados a la siembra, disminuyendo la disponibilidad del nutriente para las etapas avanzadas del cultivo, obteniéndose menores rendimientos que en las aplicaciones a divididas y en macollaje.

En el sitio de Rubio, con presencia de napa freática a mayor profundidad, no hubo diferencias de rendimiento según se halla fertilizado a la siembra, en macollaje o dividiendo la dosis.

En lotes con riesgos de anegamiento y las consecuentes perdidas 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.

La aplicación de fertilización foliar a inicios de espigazón sólo produjo un incremento considerable en el rendimiento cuando la aplicación de N inicial fue a la siembra, no teniendo efectos cuando se aplicó en estadios más avanzados.

Además, la fertilización foliar logró aumentar consistentemente el porcentaje de proteínas del grano en 1,15 puntos porcentuales. En este sentido, ante condiciones que predispongan a la ocurrencia de excesivos grados de dilución del N, tales como altos niveles de rendimiento, aplicación insuficiente de N en fertilizaciones de base o macollaje, pérdidas por lixiviación o desnitrificación, etc. la aplicación de N foliar en estados avanzados permitiría incrementar levemente el porcentaje de proteína del grano.

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 3363-16 Justiniano 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.