



**El contenido de agua útil
a la siembra y su relación
con los rendimientos y
calibres del cultivo de
garbanzo en seco.
Resultados preliminares**







El contenido de agua útil a la siembra y su relación con los rendimientos y calibres del cultivo de garbanzo en seco. Resultados preliminares



Juan I. Romero*, Carolina Sotomayor*, Miguel Morandini*, G. Agustín Sanzano*, Francisco A. Sosa* y Oscar N. Vizgarra**

Introducción

Tanto a nivel país como en la provincia de Tucumán, el área cultivada con garbanzo se incrementó notablemente en las últimas campañas, lo que estuvo asociado principalmente con los buenos precios de la legumbre, que la posicionaron como una buena alternativa para la siembra de invierno.

El área sembrada con garbanzo en nuestra provincia pasó de 10.000 ha en 2010 a 18.780 ha en 2011 y 28.080 ha en la última campaña (2012), lo que implica que la superficie prácticamente se triplicó en dos años (Pérez *et al.*, 2012).

En Tucumán predominan los cultivos de garbanzo en seco y, dado el régimen monzónico de precipitaciones de la región (con concentración de lluvias en los meses de verano y un período invierno-primaveral seco), resulta lógico suponer que el agua almacenada en los suelos a partir de las lluvias estivo-otoñales tiene un rol importante en el desarrollo del cultivo (Lamelas *et al.*, 1991) y, por lo tanto, en los rendimientos y calibres obtenidos. En este cultivo el tamaño de los granos cosechados (calibre) es un factor determinante de la rentabilidad del cultivo, ya que hay un diferencial importante en el precio de la tonelada de grano a favor de los calibres mayores.

De todos los elementos meteorológicos, el que presenta más variabilidad interanual e indudablemente ejerce mayor impacto en la agricultura de seco es la precipitación u oferta de agua. El almacenaje de agua en el perfil en un momento dado resulta de la interacción entre las precipitaciones, su infiltración y retención en el suelo y la evapotranspiración. Si el almacenaje es alto, se establece una suerte de “seguro contra un déficit hí-

drico”, ya que queda cubierta la demanda hídrica durante gran parte del ciclo, especialmente en cultivos invernales, que reciben escasos aportes de las lluvias. Esto asegura producciones económicamente viables.

La humedad del suelo puede estar en su máxima capacidad de retención o capacidad de campo (en que la extracción de agua por los vegetales se produce sin ninguna dificultad), o puede disminuir a valores cercanos e inferiores, al punto de marchitez permanente. Entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente existe un rango de disponibilidad de agua que los vegetales pueden aprovechar y al que denominamos agua útil. A medida que se va consumiendo el agua útil y las reservas se acercan al punto de marchitez permanente, la resistencia que afronta el vegetal para extraer agua es cada vez mayor. A esa condición deficitaria en la disponibilidad de agua para el vegetal se la denomina estrés hídrico.

A nivel del lote, la distribución del agua aportada por las lluvias está influenciada por características del paisaje, como la topografía y el microrelieve, como así también por la textura, estructura y el contenido de materia orgánica del suelo. La combinación de estos factores determina que la cantidad de agua almacenada en el perfil varíe en las diferentes situaciones de lote o finca.

El requerimiento hídrico del cultivo de garbanzo es aproximadamente de 300 mm (Saluzzo, 2010). Como se dijo antes, en nuestras condiciones, durante gran parte del ciclo de los cultivos otoño-invernales no hay aporte de precipitaciones; por lo tanto, la ocurrencia o no de un marcado déficit hídrico en el cultivo dependerá, en gran medida, de la cantidad de agua almacenada en el suelo a la siembra.

* Sección Suelos y Nutrición Vegetal, **Sección Granos, EEAOC.
jromero@eeaoc.org.ar

En este marco, resulta entonces de gran interés intentar cuantificar el grado de dependencia de los rendimientos y calibres de los granos de garbanzo con el contenido de agua útil en el perfil al momento de la siembra, para así poder evaluar la utilidad de su medición como una herramienta para predecir el desempeño del cultivo y para la decisión de siembra.

El objetivo de este artículo es presentar los resultados preliminares obtenidos luego de una campaña en la que se evaluó la relación entre diferentes niveles de disponibilidad hídrica (agua útil) en suelo a la siembra con los rendimientos y calibres obtenidos.

Descripción de la experiencia

El estudio se realizó durante la campaña 2012 en una finca en la localidad de La Ramada de Arriba, en el departamento Burruyacu de la provincia de Tucumán, R. Argentina. En dicho departamento se concentró alrededor del 60% de la superficie sembrada con la legumbre en la última campaña (Fandos *et al.*, 2012). El cultivar sembrado en dicha explotación fue el Norteño. Se inocularon las semillas con *Mesorhizobium cicerii*, con una dosis y media de la recomendada en el marbete del producto de Rizobacter (1,5 l cada 250 kg de semilla).

La siembra se realizó a 0,54 m entre líneas y con una densidad de 12 a 14 plantas por metro, entre los días 9 y 16 de mayo de 2012. Poco después de la emergencia, se fertilizó con 100 kg/ha de superfosfato simple.

Al momento de la siembra, se determinó el contenido de agua útil hasta la profundidad de 150 cm, en 12 puntos georeferenciados dentro de dicha explotación. En la cosecha (entre el 11 y 25 de octubre), se determinó el contenido hídrico final del suelo y se evaluaron los rindes y calibres en cada situación. Para evaluar el rendimiento, en cada uno de los sitios analizados se cosecharon tres muestras de 2 m de largo por tres líneas de plantas (1,56 m) y luego se procedió a separar manualmente los granos

del resto del material vegetal. Para la determinación de los calibres de los granos cosechados de cada sitio, se tomaron submuestras de estos y se clasificaron con un juego de zarandas para granos de garbanzo, siguiendo las recomendaciones técnicas de profesionales del Laboratorio de Semillas de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes (EEAOC).

Resultados obtenidos

Relación entre el agua útil almacenada al momento de siembra y los rendimientos obtenidos

En la Tabla 1 se muestran los valores de agua útil a la siembra y los respectivos rendimientos y calibres (valores promedio de tres repeticiones), obtenidos a cosecha en los 12 puntos evaluados.

El contenido de agua útil determinado a cosecha en los diferentes puntos analizados varió entre 0 mm y 20 mm, considerando una profundidad de 150 cm, habiéndose registrado el máximo valor en el punto 1 (299 mm de agua útil a la siembra).

En la Figura 1, se presenta la variación de los rendimientos en función de los milímetros de agua útil almacenados en el perfil a la siembra del garbanzo hasta unos 150 cm de profundidad, en los 12 puntos evaluados. Se destaca una asociación lineal entre dichas variables con un coeficiente de determinación (R^2) de 0,77.

De la pendiente de la recta, también se desprende que, en las condiciones edafoclimáticas en las que se desarrolló el estudio, el cultivo de garbanzo produjo 9,19 kg de grano por cada milímetro de agua útil almacenado en el perfil a la fecha de siembra, hasta los 150 cm de profundidad.

Si durante el ciclo del cultivo ocurrieran precipitaciones de importancia agronómica o se realizaran aportes mediante riego, la relación encontrada podría modificarse.

El valor de $R^2=0,77$ de la gráfica significa que en las

Tabla 1 | Rendimientos (kg/ha) y calibres obtenidos (suma de los porcentajes de calibres 9 y 10) obtenidos en los 12 puntos donde se evaluó el contenido de agua útil a la siembra, hasta 150 cm de profundidad.

Puntos de muestreo	Agua útil a la siembra hasta 150 cm (mm)	Rendimiento promedio (kg/ha)	Porcentaje de calibres 9+10 (%)
1	299	2644	33,4
2	231	2692	36,8
3	210	2115	54,9
4	208	2153	57,2
5	201	2516	22,3
6	201	1966	28,5
7	178	1768	19,2
8	160	1195	41,3
9	155	1261	30,9
10	130	1715	18,9
11	130	1090	7,0
12	60	830	11,7

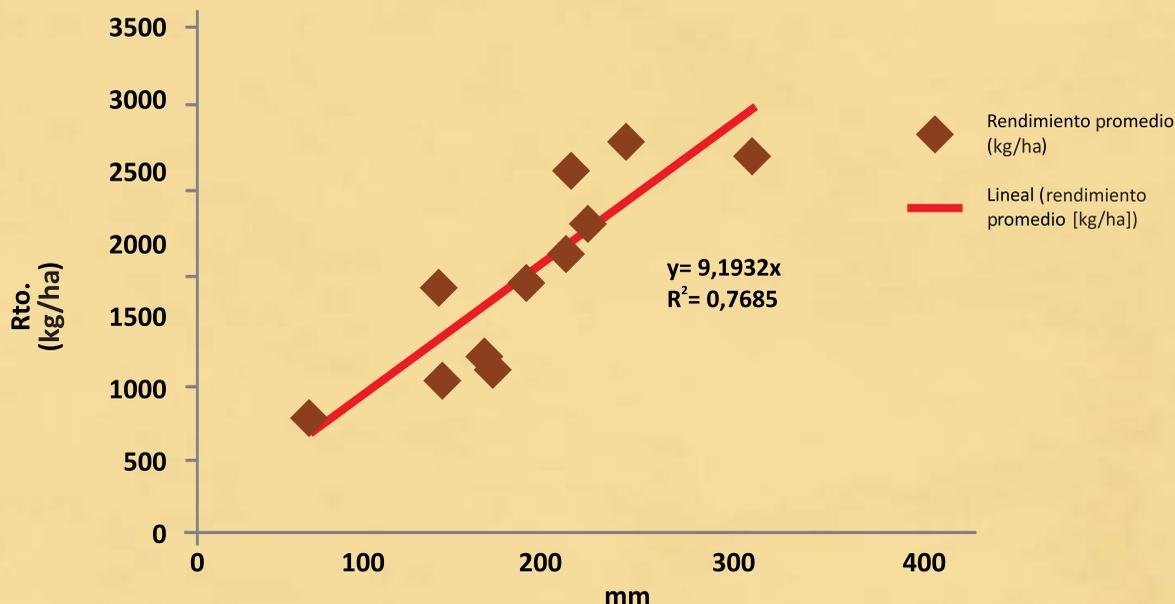


Figura 1 | Variación de los rendimientos (kg/ha) obtenidos en función de los milímetros de agua útil a la siembra del cultivo. En cada uno de los puntos se tomaron tres muestras para analizar los rendimientos.

condiciones del estudio, el contenido de agua útil del suelo a la siembra del garbanzo explicó la variación de los rendimientos obtenidos en más de un 75%. Si bien en campañas futuras habría que verificar esta relación, puede deducirse que el conocimiento del contenido de agua útil almacenada en el suelo a la fecha de siembra permitiría realizar una adecuada predicción del rendimiento que se obtendría en cada situación, desde luego haciendo un buen manejo de malezas, plagas y enfermedades a lo largo del ciclo del cultivo y suponiendo la no ocurrencia de contingencias como heladas severas o granizo.

Además, esta asociación señala que el contenido de agua útil del perfil a la siembra es el principal factor que determina los rendimientos del garbanzo en seco. Por lo tanto, la información derivada de su determinación a campo puede inclusive evitarnos realizar una siembra en condiciones que serían muy restrictivas para el normal desarrollo del cultivo y de insegura rentabilidad. Si el valor obtenido satisface mayormente el requerimiento hídrico del cultivo, el productor podrá entonces preocuparse más por otras variables, que también tendrán impacto en el desarrollo del cultivo (nutrición, sanidad, etc).

De la gráfica se desprende que alrededor del 25% de los rendimientos obtenidos sería determinado por factores no discriminados en el estudio, como ser los aspectos nutricionales, la fertilidad física del suelo (compactación), el estrés por bajas temperaturas y la ocurrencia de lluvias durante el ciclo del cultivo, entre otros, algunos de los cuales podrían ser modificados por el manejo agronómico. El efecto de estos factores deberá ser estudiado en las próximas campañas.

Calibres

En la Figura 2 puede observarse la variabilidad de los calibres cosechados en los diferentes puntos muestreados y el predominio del calibre 8 en la gran ma-

yoría de los casos analizados.

La Figura 3 muestra la variación del porcentaje (%) de los calibres de mayor interés económico (9+10) en función de la humedad de suelo a la siembra. Se observa una relación lineal, con una tendencia significativa ($R^2: 0,31$); es decir que la humedad edáfica a la siembra explicó un 30% de la producción de granos de calibres grandes (9+10). El contenido de agua útil a la siembra influye en los calibres obtenidos, pero hay una importante incidencia de otros factores.

En la Figura 4, se presenta la variación de la incidencia relativa de los calibres (9+10) con los rendimientos obtenidos en cada punto.

Con los datos obtenidos en este estudio, se observa una baja asociación ($R^2=0,20$) entre las variables incidencia relativa de los calibres 9+10 y el rendimiento, por lo que el logro de altos rendimientos no estaría necesariamente asociado a una mayor proporción de granos de mayor calibre. Asimismo, este comportamiento indica que habría otros factores que contribuirían en mayor medida a la determinación del calibre de los granos, entre los cuales podrían citarse factores nutricionales (materia orgánica, fósforo, azufre, etc.), o la ocurrencia o no de heladas tardías, o de precipitaciones en momentos críticos del cultivo, que ayudarían a un mejor llenado de los granos. Todos estos factores deberán ser estudiados en mayor profundidad en campañas posteriores.

Adicionalmente, se tomaron cuatro muestras de granos de distintos calibres en cuatro puntos diferentes y se las envió al Laboratorio de Semillas de la EEAOC para su análisis. Los datos obtenidos se muestran en la Tabla 2.

Si bien fueron pocas las muestras analizadas, en la Figura 5 se puede observar la siguiente tendencia: los granos recolectados en los puntos con mayores

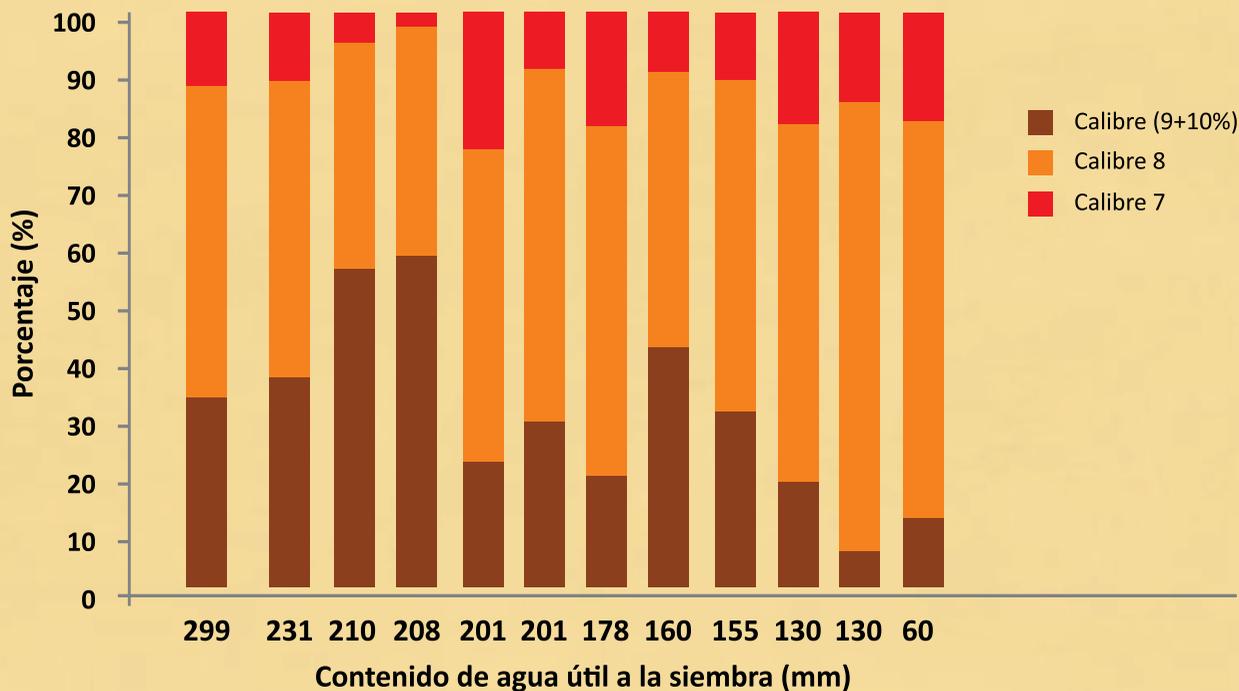


Figura 2 | Participación relativa de los diferentes calibres cosechados en cada uno de los 12 puntos evaluados, con diferentes niveles de agua útil a la siembra.

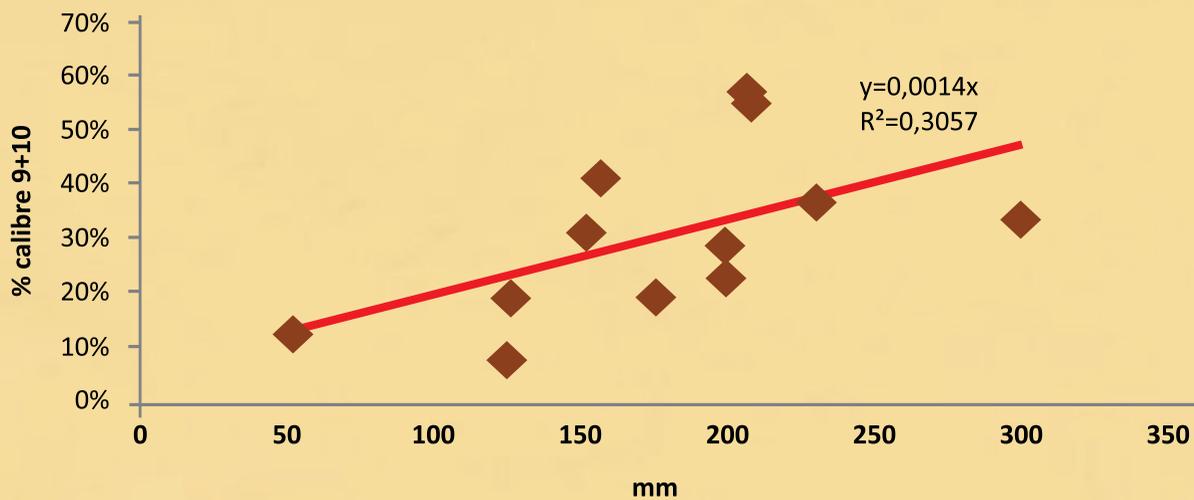


Figura 3 | Variación del porcentaje de calibres 9+10 obtenido en función de la cantidad de agua útil almacenada en el perfil a la siembra del cultivo.

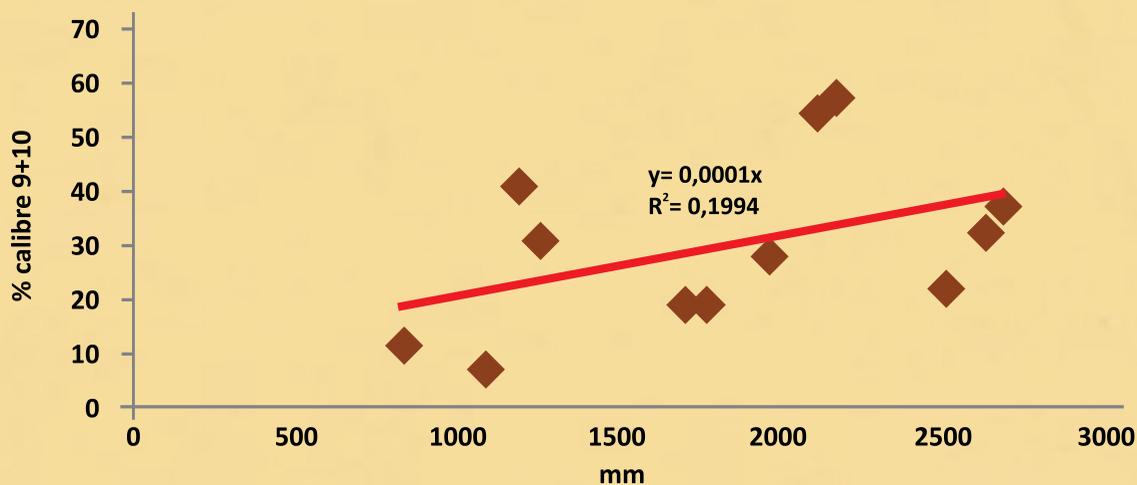


Figura 4 | Asociación entre los rendimientos y el porcentaje de granos de calibre 9+10 obtenidos.

Tabla 2 | Evaluación de parámetros de calidad de las semillas. Resultados de las muestras analizadas en el Laboratorio de Semillas de la EEAOC.

Puntos de muestreo	Agua útil siembra (mm)	% calibre 9+10	% calibre 8	PG (%)*	Rendimiento (kg/ha)
3	210	54,9	39,6	98	2115
4	208	57,9	39,5	94	2153
6	201	28,5	62,0	75	1966
11	130	7,0	77,0	31	1090

*PG (%): poder germinativo.

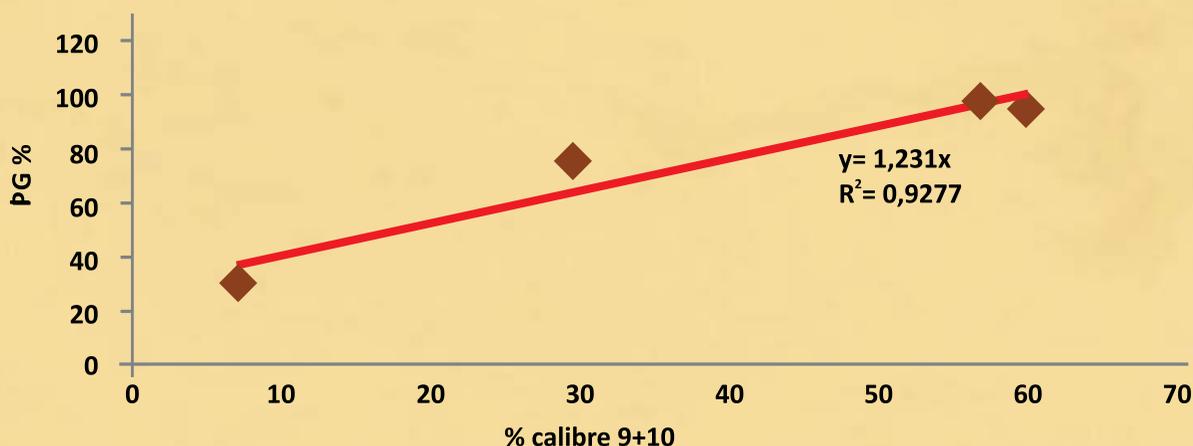


Figura 5 | Asociación entre el PG (%) de la muestra y el porcentaje de calibres grandes (9+10).

porcentajes de calibres grandes tuvieron mayores poderes germinativos (PG). Esto deberá ser estudiado en mayor detalle, pues podría constituir información de utilidad para el productor, por ejemplo a la hora de elegir qué semilla se guardará para la próxima campaña, ya que según estos resultados preliminares, lotes de pobre calibre tendrían menor calidad de granos para semilla.

Consideraciones finales

Si bien todas las relaciones que se enunciaron en este trabajo deberán ser verificadas y profundizadas en campañas sucesivas, los resultados preliminares obtenidos en este estudio resaltan la influencia significativa del contenido hídrico del suelo a la siembra del garbanzo en secano en los rendimientos del cultivo, habiéndose explicado más del 70% de los rendimientos con dicha variable edáfica. Esto resaltaría el valor de la medición de agua útil en el momento de la siembra como elemento predictivo de los rendimientos y su utilidad para el productor de garbanzo a la hora de analizar si el cultivo es económicamente viable y de decidir si se realizará la siembra o no.

Con respecto a los calibres de los granos cosechados, se observó que si bien a mayores contenidos hídricos a la siembra se prevén mayores

rendimientos, esto no asegura el logro de mayores porcentajes de calibres grandes, ya que estos dependen en gran medida del efecto de otros factores que en el futuro deberán ser identificados y cuantificados. El calibre es, sin duda, un componente importantísimo de la rentabilidad de este cultivo, por lo que deberán destinarse esfuerzos para identificar los factores que influyen en él y tratar de desarrollar prácticas de manejo (irrigación, nutrición, selección de variedades, etc.) que permitan mejorarlo.

Se observó también que en las muestras analizadas en el Laboratorio de Semillas de la EEAOC se registraron los mayores PG en aquellas muestras donde predominaron los calibres grandes, por lo cual deberá considerarse este aspecto al momento de adquirirse granos para semilla.

Agradecimientos

Se agradece al Ingeniero Alberto Ortega y al personal de campo de su finca en La Ramada de Arriba, por todo el apoyo y sus aportes en la ejecución de este estudio.

Bibliografía citada

Fandos, C.; P. Scandaliaris; J. Carreras Baldrés y F. Soria. 2012. Cultivos invernales en la campaña

2012 en Tucumán: superficie con trigo y garbanzo y comparación con campañas precedentes. Reporte Agroindustrial EEAOC. [En línea]. Boletín (74). Disponible en www.eeaoc.org.ar/publicaciones/categoria/22/294 (consultado 18 febrero 2013).

Lamelas, C. M.; D. E. Gamboa; J. Manzur y F. R. Pérez. 1991. Rendimiento del cultivo de trigo en Tucumán. Pub. Misc. EEAOC (89). Las Talitas, Tucumán, R. Argentina.

Pérez, D.; V. Paredes; G. Rodríguez; O. Vizgarra; D. Gamboa; M. Devani y C. Espeche. 2012. Resultados eco-

nómicos y productivos de los cultivos de garbanzo y trigo. Reporte Agroindustrial EEAOC. [En línea]. Boletín (75). Disponible en www.eeaoc.org.ar/publicaciones/categoria/22/294 (consultado 18 febrero 2013).

Saluzzo, J. A. 2010. Adaptación del cultivo de garbanzo en función de la variabilidad ambiental. Tercer Jornada Nacional de Garbanzo –INTA Salta 2010. [En línea]. Disponible en inta.gob.ar/documentos/adaptacion-del-cultivo-de-garbanzo-en-funcion-de-la-variabilidad-ambiental/ (consultado 5 marzo 2013).

