

**Marini, Juan Francisco**

*Respuesta en rendimiento, proteína y calibre de la cebada cervecera a la fertilización nitrogenada y a la aplicación de fungicida en Carhué, provincia de Buenos Aires*

**Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria  
Facultad de Ciencias Agrarias**

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central "San Benito Abad". Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.

La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

Marini, J. F. 2013. Respuesta en rendimiento, proteína y calibre de la cebada cervecera a la fertilización nitrogenada y a la aplicación de fungicida en Carhué, provincia de Buenos Aires [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/respuesta-rendimiento-proteina-calibre-cebada.pdf> [Fecha de consulta:.....]



**UCA**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**Ingeniería en Producción Agropecuaria**

**Respuesta en rendimiento, proteína y calibre de la cebada  
cervecera a la fertilización nitrogenada y a la aplicación de  
fungicida en Carhué, Provincia de Buenos Aires**

**Trabajo Final de Graduación para optar por el título de:  
Ingeniero en Producción Agropecuaria**

Autor: Juan Francisco Marini

Tutor: Ing. Agr. Inés Daverede, PhD

Fecha: 2013

## **Resumen**

El malteado de la cebada cervecera (*Hordeum vulgare*) involucra la germinación del grano que debe cumplir con determinadas características que pueden manejarse durante su producción. En este ensayo se evaluó el rendimiento, la proteína y el calibre del grano ante aplicaciones de N y fungicidas. Los tratamientos fueron; 1: control; 2: 80 kg N/ha en macollaje; 3: 80 kg N/ha en macollaje y aplicación de 20 kg N/ha foliar tardía (hoja bandera); 4: 80 kg N/ha en macollaje, más aplicación de fungicida en hoja bandera y una aplicación de 20 kg N/ha foliar tardía; 5: 80 kg N/ha en macollaje, más aplicación de fungicida en principio de encañazón, más aplicación de 20 kg N/ha foliar tardía y una segunda aplicación de fungicida en hoja bandera. Se utilizó un diseño experimental en bloques completos aleatorizados con cuatro repeticiones. No se encontraron diferencias significativas para el rendimiento entre tratamientos. Con respecto a la proteína, los tratamientos 3 y 4 promediaron 10,5 % y superaron en 5 % a los tratamientos control, 2 y 5. El tratamiento 5 promedió 10,3 %, 5,9 % menor que los tratamientos 3 y 4. Con respecto al calibre, el porcentaje de granos retenidos en la zaranda de 2,8 mm en el tratamiento control promedió 61,4 % y superó significativamente en 37,7 % al resto de los tratamientos. Entre éstos, el tratamiento 2 promedió 43,8 % y superó significativamente en 27,6 % al tratamiento 3. El porcentaje de los granos de calibre mayores a 2,5 mm y menores a 2,8 mm en el tratamiento control promedió 91,2 % y superó significativamente en 9,2 % a los tratamientos 2 y 5. Éstos promediaron 82,7 % y superaron significativamente en 9,4 % al tratamiento 3. El tratamiento 4 promedió 78,7 %, un valor intermedio entre el tratamiento 2,3 y 5. El porcentaje de los granos retenidos en la zaranda de 2,2 mm en el tratamiento 3 promedió 4,2 % y superó significativamente en 34,7 % al tratamiento control. A su vez los tratamientos 2,4 y 5 promediaron 2,7 %, un valor intermedio entre los tratamientos control y 3.

## **Agradecimientos**

A lo largo de todo el trabajo final de graduación muchas han sido las personas que, de diferente manera, me han ayudado a realizar este trabajo y sin ellas, nada de esto hubiese sido posible.

En primer lugar agradezco especialmente a mi tutora; Inés Daverede, por su gran profesionalidad que la destaca, y su apoyo incondicional durante todo el experimento y actividades posteriores a este. Asesoró a los tesisistas con su mayor buena voluntad y predisposición y pudo adaptarse siempre a los planteos e inquietudes que nos surgieron. Lideró un grupo de personas que a su vez incentivó para que las investigaciones se hagan de manera real y confiable. También extiendo mi agradecimiento a todo el equipo de trabajo de Majuca S.A., especialmente al Ing. Agr. Diego Rodríguez y al encargado de maquinarias Omar Herri, ya que en todo momento me brindaron sus servicios y tiempo para que pueda llevar a cabo mi ensayo. También al Ing. P.A John Scanlan, por brindarnos la semilla, el asesoramiento y la confianza a todos los tesisistas, para generar datos reales en diferentes sitios, de una nueva variedad de cebada cervecera.

En segundo lugar, le doy gracias a mi hermano Danilo Marini. Su ayuda fue simplemente imprescindible e inmensa, particularmente a la hora de medir, dividir las parcelas, aplicar los tratamientos y finalmente, cosechar el ensayo manualmente, durante dos días consecutivos con mucho calor. A su vez, aprovecho a darle las gracias por hacer que hoy, esté escribiendo la tesis, creo que formamos un equipo muy bueno a través de todos estos años, en donde nos complementamos bajo el mismo objetivo, finalizar nuestros estudios universitarios y formarnos como profesionales. Admiro su gran personalidad y madurez, que hace que sea una persona esencial en mi vida.

En tercer lugar, le doy las gracias a mi gran amigo Valentín Navarro. Su buena predisposición a la hora de ayudarme lo destacó, a pesar de que esté muy ocupado trabajando, siempre estuvo para darme una mano, y más en los momentos iniciales en los que más lo necesitaba. También aprovecho a extender mis agradecimientos hacia él por todo lo que me brindó durante la carrera, no sólo por sus enseñanzas técnicas, sino también, por las enseñanzas de vida, que jamás voy a olvidar.

En cuarto lugar quiero agradecer con todo mi corazón a la facultad de Ciencias Agrarias de la UCA, que se caracterizó por darme un espacio en el cual me sentí muy ameno desde el primer día, por brindarnos los conocimientos que van a hacer el sustento de nuestra vida profesional y por hacer que sea mi segunda casa.

En quinto y último lugar quiero agradecer profundamente al resto de mi familia. A mis padres, Juan Carlos y Adriana, a mi hermana Celeste y a mi querida abuela Electra, que de manera constante estuvieron incentivándome a que no baje los brazos por más duro que sea el camino y enseñándome a través del ejemplo, que el esfuerzo siempre tiene su recompensa y vale la pena transpirar la camiseta persiguiendo los objetivos planteados. La verdad que a ellos les debo todo.

# Índice

Resumen .....	I
Agradecimientos .....	II
Índice .....	III
Introducción .....	1
Objetivo General .....	3
Objetivos Específicos.....	3
Materiales y Métodos .....	4
Diseño Experimental y Análisis Estadístico .....	5
Resultados.....	6
Discusión .....	8
Conclusiones.....	10
Bibliografía .....	12
Anexos .....	14
Anexo 1: Estadística descriptiva .....	14
Anexo 2: Análisis de homocedasticidad. ....	16
Anexo 3: Análisis de Normalidad .....	18
Anexo 4: Comparación de las variables respuesta entre tratamientos .....	19

## **Introducción**

La cebada es una planta monocotiledónea anual perteneciente a la familia de las poáceas (gramíneas) y constituye el cuarto cereal por volumen de producción en la Argentina. Dentro de Sudamérica, la Argentina es el mayor productor de cebada, especializándose en cebada maltera cuya producción ha experimentado un crecimiento notable y sostenido desde fines de la década del 80. El aumento de la demanda de cebada maltera está directamente relacionado con el aumento de la producción mundial de cerveza que se ha incrementado casi un 40 % en los últimos diez años, con una proyección de crecimiento que pronostica superar los dos mil millones de hectolitros dentro de los próximos diez años (Miralles y otros, 2011).

La cebada se presenta como una alternativa de creciente interés como cultivo de invierno (Doeyo, 1995). La provincia de Buenos Aires aporta alrededor del 98 % de la producción nacional (Alonso, 2011), particularmente en el sudoeste, centro oeste y, últimamente, en el norte de la provincia (Ferraris, 2011). La cosecha 2010/2011 finalizó con una producción de 2.535.000 toneladas, producto de un rendimiento medio estimado en 4,3 t/ha a nivel nacional, 52 % superior a la producción final de la cosecha pasada. Comparando los datos productivos de la campaña 2010/2011 vs 2005/2006, se observa que la producción ha aumentado en 218 % (Alonso, 2011).

De los tres factores que definen el rendimiento de la cebada, espigas por metro cuadrado, granos por espiga y peso de los granos, el primero es el más importante (Miralles y otros, 2011). Según experimentos realizados en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, la variación en el rendimiento de cebada está asociada en gran medida a cambios en el número de granos por m<sup>2</sup>, y no tanto con el peso medio de los mismos (Arisnabarreta y Miralles, 2003).

La cebada producida en nuestro país tiene como destino casi exclusivo la elaboración de malta (Ferraris, 2011). Una diferencia fundamental con el resto de los cultivos de invierno es que se produce una semilla que debe germinar para el proceso de malteado y no un grano para procesar. Es indeseable tener granos que no germinen porque, además de no producir enzimas, son focos de deterioro del producto logrado. Por ello, hay determinadas características de la producción que se deben cumplir para recibir precios máximos (Negri, 2007).

Con respecto a la comercialización, además de que el grano debe germinar, se debe tener en cuenta que no se aceptan mezcla de variedades, ya que las distintas variedades generan maltas diferentes. Se requiere un mínimo de 85 % de granos de tamaño mayor a 2,5 mm, los que generalmente muestran una mayor energía germinativa y no se tolera más del 3 % de granos menores a 2,2 mm. Tenores elevados de proteínas pueden ser motivo de rechazo ya que le confieren turbidez y amargor excesivo a la cerveza (Miguez, 2008).

Toda la producción se realiza bajo contratos con las malterías que proveen la semilla y, en muchos casos, la logística y el asesoramiento técnico (Negri, 2007). Los lotes de cebada que no reúnen las características especificadas en las bases de comercialización deben ser vendidos como forraje a un valor que puede

resultar insuficiente para cubrir los costos de producción (Aguinaga y otros, 2001).

En base a todo lo expuesto, debemos considerar que los parámetros de dicha base pueden ser controlados con el manejo del cultivo en mayor o menor medida, es decir, el productor tiene la posibilidad de accionar sobre diferentes aspectos que disminuyan los porcentajes de descuentos en la liquidación al vender su producción (Aguinaga y otros, 2001).

En los cultivos de cereales, la fertilización nitrogenada es una herramienta que permite alcanzar rendimientos elevados e incrementar su contenido proteico (Ferraris y otros, 2009), sin perjudicar la calidad industrial (Prystupa y otros, 2004). La respuesta a la fertilización nitrogenada (N) en cebada está asociada a un aumento en el número de granos ya sea por aumentos del número de espigas, de granos por espigas o de ambos. El peso unitario del grano es más estable y puede o no disminuir por efecto de la fertilización nitrogenada dependiendo del momento de ésta, y el nivel de disponibilidad de N inicial. La fertilización de N determina un aumento del porcentaje de granos provenientes de macollos, y dichos granos tienen un menor calibre que los que provienen de los vástagos principales (Prystupa y otros, 2004). El contenido proteico de los granos es una consecuencia de la relación entre la oferta de N y el rendimiento. Las aplicaciones tardías de N por lo general no aumentan los rendimientos, pero tienen efectos sobre la proteína (Ferraris y otros, 2009).

El cuidado de la sanidad es un tema clave para la comercialización del grano de cebada. Frente a ataques severos de enfermedades, las hojas mueren y las plantas quedan sin hojas a poco de iniciar el llenado de granos, afectando seriamente los rendimientos. La pérdida económica se incrementa porque disminuye el porcentaje de granos de tamaño grande clasificados como de primera, aumentando el porcentaje de granos de descarte que deben venderse como forrajeros, a precios más bajos que el normal apto para industria (Miguez, 2008).

El período crítico de ataque de enfermedades sobre el cultivo de cebada abarca los 20 días antes de la floración (Miralles y otros, 2011). Es muy importante identificar este período, para preservar el área verde generadora de hidratos de carbono a través del uso de fungicidas. Así, el cultivo aprovechará estratégicamente el efecto de éstos y ejercerá control sobre los patógenos, generando una mayor supervivencia de flores y una mayor cantidad de granos, además de mejorar el peso, tamaño y calidad de los mismos. Se debe conocer el nivel de enfermedad que, sobre la base de las pérdidas que ocasiona, justifique económicamente el tratamiento, éstos es, el umbral de daño (Carmona, 2012). Para esto, la herramienta recomendada luego de la implantación del cultivo es el monitoreo (Sakima, 2012), y éste debe comenzar desde mediados a fines de macollaje según la enfermedad (Carmona, 2012).

A medida que se avanza sobre un mayor potencial de rinde, también crece el impacto de las enfermedades sobre el rendimiento. Para esto, no sólo se deberán tener en cuenta los porcentajes de tejidos afectados- relacionados con menor área foliar- sino también los gastos energéticos y cambios de metabolismo de las plantas, como disminución de fotosíntesis y mayor evapotranspiración, entre otras cosas (Sakima, 2012). Es importante destacar que el área foliar de la hoja bandera

es mucho menor a la de trigo y que la muerte anticipada de las hojas genera granos de calibres menores y mayor tenor proteico (Miguez, 2008).

En el contexto planteado, el objetivo de este trabajo es evaluar la aplicación de fungicidas y fertilizante nitrogenado en distintos momentos sobre parámetros productivos y de calidad en cebada cervecera variedad C 61. La variedad de cebada C 61 es una variedad de cebada cervecera que actualmente no se encuentra disponible en el mercado y se encuentra en un período de apreciación de sus caracteres agronómicos. Es una variedad que reúne todas las características específicas requeridas por la exigente industria maltera.

### **Objetivo General**

Describir el comportamiento de una nueva variedad de cebada cervecera, C 61, en rendimiento, proteína y calibre frente a distintas prácticas agronómicas en la localidad de Carhué, Provincia de Buenos Aires.

### **Objetivos Específicos**

Evaluar:

- la respuesta en rendimiento, proteína y calibre a la aplicación de N en macollaje;
- la respuesta en rendimiento, proteína y calibre a la aplicación de N foliar tardía;
- la respuesta en rendimiento, proteína y calibre a la aplicación tradicional de fungicida en hoja bandera y
- la respuesta en rendimiento, proteína y calibre a una segunda aplicación de fungicida a principios de encañazón.

Comparar:

- la respuesta en rendimiento, proteína y calibre a 2 aplicaciones de fungicida vs una aplicación en hoja bandera;
- la respuesta en rendimiento, proteína y calibre de la aplicación de N en macollaje vs foliar tardía y
- la respuesta en rendimiento, proteína y calibre de la aplicación de N en macollaje y en Z39 vs la aplicación de N en macollaje.

## **Materiales y Métodos**

El proyecto experimental se llevó a cabo en el establecimiento “El Chingolo” ubicado en la localidad de Carhué, perteneciente al partido de Adolfo Alsina de la provincia de Buenos Aires, precisamente en las siguientes coordenadas geográficas: S 37°08'44.8" O 62°26'13.2"

Cada unidad experimental consistió en parcelas de 2 m por 5 m, totalizando 20 unidades experimentales. Las características edáficas del lote inmediatamente antes de la siembra en donde se llevó a cabo el ensayo fueron 74,8 kg ha<sup>-1</sup> de N-NO<sub>3</sub> a 0-60 cm y 2,7 % de MO, pH= 7,1 y 6,6 ppm de P extractable Bray y Kurtz 1 a 0-20 cm.

El ensayo se llevó a cabo en un lote cuyo cultivo antecesor era soja de primera. La siembra se realizó con una máquina de siembra directa Crucianelli Pionera IV modelo 2006, con 40 bajadas y una separación entre surcos de 17,5 cm. Se realizaron dos pasadas entre las ruedas de un equipo de riego de tipo pivote central, abarcando una superficie de 52 m de largo por 14 m de ancho. La fecha de siembra fue el 2 de julio y se contó con un contenido gravimétrico de humedad inicial en suelo de 70 % del valor de capacidad de campo.

La densidad de siembra fue de 120 kg de semilla/ha con el objetivo de lograr 300 plantas por m<sup>2</sup>, con una fertilización inicial 120 kg de Fosfato Diamónico. El mismo fue colocado por debajo y al costado de la semilla con la misma máquina sembradora.

### **Diseño Experimental**

Se realizó un diseño en bloques completos aleatorizados (DBA). En total se evaluaron cinco tratamientos con cuatro repeticiones, salvo los tratamientos 5, 6, 15 y 16 que sólo fueron repetidos tres veces ya que se perdió una franja por sembrar otra variedad de cebada accidentalmente.

Los tratamientos evaluados fueron:

1. Tratamiento TESTIGO;
2. 80 kg N/ha en macollaje (Z2.2);
3. 80 kg N/ha en macollaje (Z2.2) y aplicación de 20 kg N /ha foliar tardía (Hoja Bandera; Z3.9);
4. 80 kg N/ha en macollaje (Z2.2), más aplicación de fungicida en hoja bandera (Z3.9) conjuntamente con una aplicación de 20kg N /ha foliar tardía (Z3.9) y
5. 80 kg N/ha en macollaje (Z2.2), más aplicación de fungicida en inicio de encañazón (Z3.1), más aplicación de 20 kg N/ha foliar en hoja bandera (Z3.9) junto a una segunda aplicación de fungicida en Z3.9.

Se aplicaron 80 kg N/ha como urea (46-0-0) en macollaje en los tratamientos correspondientes, 2 al 5, distribuyéndose en el campo al voleo. La aplicación de N foliar tardío se realizó con un rociador con el fertilizante Foliarsol U (20-0-0) a una dosis de 20 kg N/ha diluido al 50% con agua en los tratamientos 3 al 5. El fungicida Amistar Xtra se aplicó a una dosis de 400 ml/ha en los tratamientos correspondientes. En Z3.9 el fungicida se aplicó junto al Foliarsol U. Aquellas parcelas en las que sólo se aplicó Amistar Xtra, se utilizó un volumen de agua de 120 l/ha junto con 400 ml/ha del fungicida, y se aplicó con el mismo rociador de mano.

En cada unidad experimental se determinaron el rendimiento, contenido proteico y calibre de los granos. La cosecha de las parcelas fue realizada manualmente, con una trilladora manual, perteneciente a la Chacra Experimental Carhué. Luego de ser pesada, las muestras de grano se llevaron al laboratorio para el análisis de proteína y calibre.

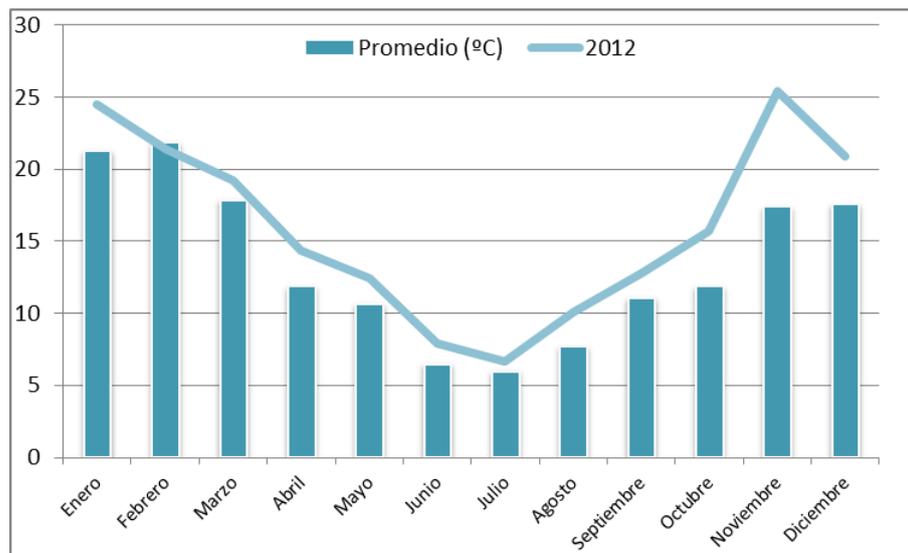
### **Análisis Estadístico**

Para todas las variables en estudio se realizaron ANVAs (Análisis de la Varianza). Sólo en los casos que el análisis mostró diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre tratamientos, las comparaciones múltiples fueron analizadas por el Test de diferencia mínima significativa (DMS) usando el programa estadístico Info Stat (versión 2012).

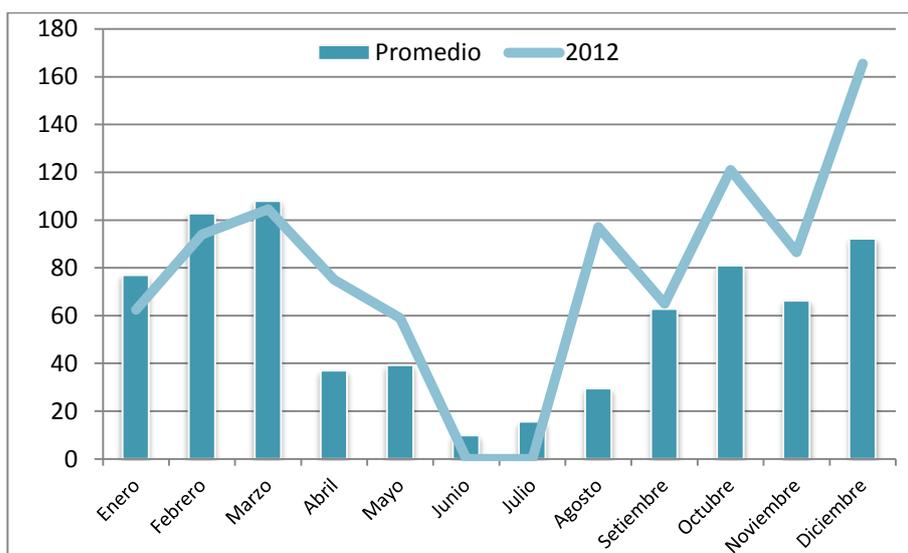
## Resultados

Las condiciones meteorológicas de temperatura y humedad durante este ensayo fueron favorables para el crecimiento de la cebada.

**Figura 1.** Promedio de las temperaturas mensuales históricas (2005-2012) con respecto a las temperaturas mensuales durante al año 2012.



**Figura 2.** Promedio de precipitaciones mensuales históricas (2008-2012) con respecto a las precipitaciones mensuales del año 2012 (mm)



Como se puede observar en la tabla 1, no hubo diferencias significativas entre tratamientos para el rendimiento. Respecto a la concentración de proteína en grano, los tratamientos 3 y 4 promediaron 11% y superaron significativamente en un 5% a los tratamientos control, 2 y 5. La concentración de proteína en grano del tratamiento 5 promedió 10,3 %, 5,9 % menor que los tratamientos 3 y 4, no encontrándose diferencias significativas entre éstos últimos.

**Tabla 1:** Efecto de los tratamientos en el rendimiento, contenido proteico y calibre de los granos.

Nro. Trt	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )	Proteína (%)		Calibre >2,8 mm (%)		Calibre >2,5 mm (%)		Calibre >2,2 mm (%)	
1	3148	10,2	A	61,4	A	91,2	A	1,4	A
2	3731	10,3	A	43,8	B	82,8	B	2,5	AB
3	3580	10,9	B	31,7	C	74,9	C	4,2	B
4	3756	11	B	36,6	BC	78,7	BC	3,2	AB
5	3654	10,3	A	40,8	BC	82,6	B	2,4	AB
p-valor	0,36	0,003		0,0002		0,001		0,16	

*Medias con letras iguales no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

El porcentaje de los granos de calibre retenido en la zaranda de 2,8 mm en el tratamiento control promedió 61,4 % y superó significativamente en 37,7 % al resto de los tratamientos. Para la misma variable en estudio, el tratamiento 2 promedió 43,8 % y superó significativamente en 27,6 % al tratamiento 3. Los tratamientos restantes dieron valores intermedios entre estos últimos dos y no se encontraron diferencias significativas entre ellos.

El porcentaje de los granos de calibre mayores a 2,5 mm y menores a 2,8 mm en el tratamiento control promedió 91,2 % y superó significativamente en 9,2 % a los tratamientos 2 y 5. Entre estos últimos no se encontraron diferencias significativas para ninguno de los dos tratamientos. A su vez, el porcentaje de granos de este tamaño de los tratamientos 2 y 5 promediaron 82,7 % y superaron significativamente en 9,43 % al tratamiento 3. El tratamiento 4 promedió 78,7 %, un valor intermedio y similar a los tratamientos 2,3 y 5.

El porcentaje de los granos más pequeños, retenidos en la zaranda de 2,2 mm, en el tratamiento 3 promedió 4,2 % y superó significativamente en 34,7 % al tratamiento control. A su vez los tratamientos 2,4 y 5 promediaron 2,7 %, un valor intermedio entre los tratamientos control y 3, y no hubo diferencias significativas entre estos últimos.

## **Discusión**

Teniendo en cuenta que los rendimientos promedio históricos para la zona de Carhué son de 2900 kg ha<sup>-1</sup>, los rendimientos en el año del ensayo fueron altos ya que promediaron los 3600 kg ha<sup>-1</sup>. Entre los años 2005 y 2006, Prystupa y Bergh (2008) recolectaron datos de 19 experimentos distribuidos en el área de cultivo de cebada de la provincia de Buenos Aires y si bien esta red presentó una gran variabilidad de rendimientos entre ensayos, los rendimientos se relacionaron de manera poco estrecha con la disponibilidad de N, considerando la suma del N en el fertilizante y en el suelo a la siembra ( $R^2 = 0,052$ ;  $P=0,053$ ). El rendimiento del cultivo de cebada no fue significativamente afectado tampoco por la fertilización nitrogenada en este trabajo, como así tampoco por la aplicación de fungicida en uno o dos momentos, por lo que se considera que los rendimientos estuvieron regulados por otros factores más relevantes en las condiciones estudiadas.

Prystupa y Bergh (2008) en ese mismo estudio pudieron observar que los ensayos que tuvieron rendimientos máximos menores a 4.000 kg ha<sup>-1</sup> no respondieron a la fertilización nitrogenada. Los sitios con respuesta fueron aquellos con potencial de rendimiento intermedio o alto. Los suelos de Carhué son evidentemente de bajo potencial productivo.

La fertilización durante hoja bandera produjo un incremento medio de 8% en el contenido proteico, lo que implica que por cada kilogramo de N aplicado por hectárea en este momento, el contenido proteico de los granos aumentó en un 0,38 %. Anteriormente, Matthiess y otros (2004) habían constatado, en una red de 9 ensayos en la provincia de Buenos Aires, que la fertilización nitrogenada durante espigazón aumentó significativamente el contenido proteico de los granos en tres ensayos. Promediando los nueve ensayos, la fertilización durante espigazón incrementó el contenido proteico de los granos en un 0,7 %. A su vez, Ross y otros (2011), durante las campañas 2008/09, 2009/10 y 2010/11, realizaron experimentos de fertilización nitrogenada en diferentes distritos de la provincia de Buenos Aires y observaron que, aunque la fertilización con N a la siembra fue suficiente para alcanzar un 11 % de proteína, se logró una respuesta promedio de 0,8 % de la proteína en granos con la aplicación de 20 kg ha<sup>-1</sup> de urea foliar en espigazón, que equivale a un aumento en el contenido proteico de 0,04 % por kg de N aplicado. A través de los resultados obtenidos y experimentos anteriormente realizados, se constató que puede existir una diferencia entre la fertilización en espigazón y la fertilización en hoja bandera al evaluar la proteína de los granos de cebada. Es evidente que la fertilización en las etapas iniciales del cultivo es menos efectiva que la fertilización durante espigazón para aumentar los niveles de proteína y que esta última puede diferir, aunque en pequeña magnitud, de la fertilización en hoja bandera en cuanto al efecto en el contenido proteico de los granos.

La disminución en el contenido de proteína en el tratamiento 5 se debió probablemente a un efecto de dilución ya que este tratamiento tendió a tener un mayor calibre de granos. La doble aplicación de fungicida en macollaje y hoja bandera posiblemente aumentó la fotosíntesis durante la etapa de llenado de

granos y por lo tanto produjo granos más pesados y con menores contenidos proteicos.

El porcentaje de los granos más grandes, retenidos en la zaranda de 2,8 mm, en el tratamiento control promedió 61,4 % y superó significativamente en 37,7 % al resto de los tratamientos. Este efecto se explica por una baja cantidad de destinos de los fotoasimilados en el tratamiento control, obteniéndose menos granos pero más grandes que en el resto de los tratamientos, comprobándose nuevamente la mayor relevancia del número de granos que el peso de los mismos en la determinación del rendimiento final. El tratamiento 2 tuvo un porcentaje medio de granos mayores a 2,8 mm de 43,8 % y superó significativamente en 27,6 % al tratamiento 3. Los tratamientos restantes dieron valores intermedios entre éstos dos, no encontrándose diferencias significativas entre ellos. Anteriormente, Stark y Brown (1987), Conry (1994) y Prystupa y otros (2004) habían constatado que el calibre de los granos es un estimador del peso de mil granos, por lo que la fertilización nitrogenada suele determinar disminuciones del calibre de los granos. Ellis y Marshall, (1998) y Prystupa y otros (2004) determinaron que esto se debe a que la fertilización nitrogenada aumenta el número de granos que provienen de macollos ya que se generan más granos en posiciones distales de la espiga que se caracterizan por un menor calibre. Según Stark y Brown (1987), la curva de respuesta del calibre a la fertilización nitrogenada parece ser simple aunque ha sido menos estudiada que la del cultivo de trigo, en donde a mayor dosis de fertilizante nitrogenado, generalmente disminuyen en forma lineal las fracciones de granos más gruesas. En nuestro ensayo, sólo la fertilización nitrogenada en macollaje con respecto al testigo provocó disminuciones de 28,6 % en el porcentaje de granos mayores a 2,8 mm.

El porcentaje de los granos de calibre menor en el tratamiento 3 promedió 4,2 % y superó significativamente en 34,7 % al tratamiento control. A su vez los tratamientos 2,4 y 5 promediaron 2,7 %, un valor intermedio entre los tratamientos control y 3, y no hubo diferencias significativas entre estos últimos. En una red de 9 ensayos en la provincia de Bs As, Matthiess y otros (2004) observaron que la fertilización nitrogenada tendió a incrementar la fracción de 2,2 mm. Resultados semejantes fueron observados en nuestro ensayo en Carhué, en donde se constató un porcentaje de 34,7 % mayor de los granos retenidos en la zaranda de calibre menor en el tratamiento 3, en comparación al control. Esto sugiere que, a mayor dosis de fertilizante nitrogenado, generalmente no sólo disminuyen en forma lineal las fracciones de granos más gruesas, sino que también se incrementan las fracciones de granos más finas, por lo que el manejo y conocimiento de los efectos de la fertilización nitrogenada son esenciales para lograr estándares de calidad exigidos por las malterías.

La aplicación de fungicidas no fue determinante en la producción en calidad y cantidad de cebada, incluso en un año húmedo como lo fue el 2012, lo que podría indicar que la variedad utilizada, C 61, tiene una habilidad genética natural en mecanismos de defensa contra el ataque de patógenos.

## **Conclusiones**

Dadas las condiciones óptimas de temperatura y humedad bajo las cuales se desarrolló el experimento, las respuestas en rendimiento, proteína y calibre a la aplicación de fungicidas no fueron marcadas.

El rendimiento del cultivo de cebada no fue significativamente afectado tampoco por la fertilización nitrogenada en este trabajo, como así tampoco por la aplicación de fungicida en uno o dos momentos, por lo que se considera que los rendimientos estuvieron regulados por otro factor más relevante en las condiciones estudiadas.

La aplicación de fertilizantes y fungicidas afectaron la calidad del cultivo de cebada cervecera variedad C 61. Con respecto al análisis de proteína, los tratamientos con fertilización nitrogenada en macollaje y hoja bandera y aquellos con doble dosis de N y sólo una aplicación de fungicida promediaron 11 % y superaron significativamente en 5 % a los tratamientos control y a aquellos que recibieron sólo N en macollaje; doble dosis de N y de fungicida. Aquellos tratamientos con doble fertilización nitrogenada y doble fungicida promediaron 10,3 %, 5,9 % menos que los tratamientos con doble dosis de N y que aquellos con sólo una aplicación de fungicida, no encontrándose diferencias significativas entre éstos últimos.

Por otro lado, el porcentaje de granos retenidos en la zaranda de 2,8 mm en los tratamientos que no fueron fertilizados ni tratados con fungicida promedió 61,4 % y superó significativamente en 37,7 % al resto de los tratamientos. Entre estos últimos, los tratamientos que recibieron fertilización nitrogenada en macollaje promediaron 43,8 % y superaron significativamente en 27,6 % a los tratamientos que recibieron doble dosis de N. Los tratamientos con doble dosis de fertilizante nitrogenado más fungicida en una o dos dosis dieron valores intermedios entre los tratamientos que recibieron N en macollaje y los que recibieron sólo dosis doble de N y no se encontraron diferencias significativas entre ellos.

A su vez, el porcentaje de granos retenidos en la zaranda de 2,5 mm en los tratamientos control promedió 91,2 % y superó significativamente en 9,2 % a los tratamientos que recibieron N en macollaje y aquellos con doble dosis de N y de fungicida. Entre éstos últimos no se encontraron diferencias significativas. A su vez, éstos promediaron 82,7 % y superaron significativamente en 9,43 % a los tratamientos que recibieron sólo doble dosis de N. Aquellos tratamientos con doble dosis de N y una dosis de fungicida promediaron 78,7 %, un valor intermedio entre aquellos que recibieron N en macollaje; doble dosis de N; y aquellos con doble dosis de N más doble dosis de fungicida. No se puede afirmar que haya diferencias significativas entre éstos y los tratamientos con dos dosis de N y una de fungicida.

Por último, el porcentaje de granos retenidos en la zaranda de 2,2 mm en aquellos tratamientos con fertilización nitrogenada en macollaje y hoja bandera promedió 4,2 % y superó significativamente en 34,7 % al tratamiento control. A su vez, aquellos tratamientos que recibieron sólo N en macollaje; doble dosis de N más una aplicación de fungicida y aquellos que recibieron doble dosis de N y fungicida promediaron 2,7 %, un valor intermedio entre los tratamientos control y

aquellos con sólo dos dosis de fertilizante nitrogenado. No se encontraron diferencias significativas entre éstos últimos.

De acuerdo a los resultados obtenidos y condiciones dadas, teniendo en cuenta las bases de comercialización, se determinó viable considerar la dosis y el momento de fertilización nitrogenada y de aplicación de fungicida.

La fertilización durante hoja bandera produjo un incremento medio de 8 % en el contenido proteico, lo que implica que por cada kilogramo de N aplicado por hectárea en este momento, el contenido proteico de los granos aumentó en un 0,38.

El porcentaje de los granos más grandes en el tratamiento control superó significativamente en 37,7 % al resto de los tratamientos. Este efecto se explica por una baja cantidad de destinos de los fotoasimilados en el tratamiento control, obteniéndose menos granos pero más grandes que en el resto de los tratamientos, comprobándose nuevamente la mayor relevancia del número de granos que el peso de los mismos en la determinación del rendimiento final.

A mayor dosis de fertilizante nitrogenado, generalmente no sólo disminuyen en forma lineal las fracciones de granos más gruesas, sino que también se incrementan las fracciones de granos más finas, por lo que el manejo y conocimiento de los efectos de la fertilización nitrogenada son esenciales para lograr estándares de calidad exigidos por las malterías. La relación entre los distintos momentos y dosis de fertilización nitrogenada indica que, con una correcta proporción de la misma, el productor puede alcanzar los estándares de calidad exigidos por las malterías, para así lograr un precio óptimo de lo producido y aumentar su rentabilidad.

La aplicación de fungicidas no fue determinante en la producción en calidad y cantidad de cebada, incluso en un año húmedo como lo fue el 2012, lo que podría indicar que la variedad utilizada, C 61, tiene una habilidad genética natural en mecanismos de defensa contra el ataque de patógenos.

Más del 80 % de la producción Argentina se destina a la exportación, en un mercado internacional que cada vez será más competitivo en calidad, por lo que éste es precisamente un ítem que no debe ser descuidado a la hora de promover una mayor producción y la consolidación del grano en el mercado.

Por último, los resultados obtenidos nos incentivan a seguir investigando la respuesta de cebada cervecera a diferentes medidas de manejo disponibles para el productor.

## **Bibliografía**

- Aguinaga, A., F. Mockel., M. Lázzari., M. Landriscini. 2001. Variables ambientales relacionadas con los parámetros de calidad comercial de cebada cervecera. Actas VI Congreso Nacional de Trigo, Bahía Blanca.
- Alonso, M .2011. Cebada: Apuntes de mercado. Agromercado 312, Cuadernillo Temático de Colza y Cebada: 15-17.
- Arisnabarreta, S y D. Miralles. 2003. Período crítico en la generación del rendimiento en líneas isogénicas de cebada que solo difieren en su estructura de espiga. Actas VI Congreso Nacional de Trigo, Bahía Blanca.
- Carmona, M. (2012.) Como mantener “a raya” las enfermedades de hoja, Clarín Rural, N° 28, (Junio-Julio): 10-11
- Conry, M. 1994. Comparative effect of six cultivars at four rates of nitrogen on the yield, grain nitrogen and screenings content of Blenheim spring malting barley in Ireland. J. Agric. Sci., Camb. 125. Pgs: 183-188
- Doeyo, J. 1995. Cebada cervecera de calidad, Acaecer, 228: 30-31.
- Ellis, R. and B. Maeshall. 1998. Growth, yield and grain quality of barley (*Hordeum Vulgare* L.) in response to nitrogen uptake. II. Plant development and rate of germination. J. Exp. Bot 49: 1021-102
- Ferraris, G. 2011. Herramientas de manejo para balancear el rendimiento y la calidad. Agromercado 312, Cuadernillo Temático de Colza y Cebada: 18-21.
- Ferraris, G., P. Prystupa., F. Gutiérrez Boem y L. Couretot. 2009. Manejo de nitrógeno para la obtención de altos rendimientos con calidad en cebada cervecera. Cuadernillo temático de colza y cebada, págs. 16-17
- Matthiess, W., R. Michiels y E. Degenhart. 2004. Fertilización nitrogenada y azufrada en cebada cervecera. Módulo de Investigación del Proyecto Fertilizar A. C. – INTA
- Miguez, F. 2008. Cebada cervecera, una alternativa para el invierno. Entrevista. Agromercado, 277: 4-7.
- Miralles, D., R.L. Benech-Arnold, y G. Abeledo. 2011. Cebada Cervecera. Capítulo 2. Nutrición mineral y fertilización. Orientación grafica editora, Buenos Aires, págs. 45-48

- Negri, I. 2007. Cebada cervecera: nueva alternativa. Diario *Ámbito Financiero*, Bs As. 133 (1): 27-29
- Prystupa, P., R. Bergh. 2008. Fertilización de cebada cervecera. W. Scarlett. IV. Estimación de la respuesta del contenido proteico a la fertilización nitrogenada. XXI Congreso Argentino de Ciencias del Suelo. Potrero de Funes, Pcia. de San Luis. 239.
- Prystupa, P., R. Savin y G. Slafer. 2004. Peso y calibre de los granos de cebada cervecera en respuesta a deficiencias de fósforo y nitrógeno. Actas VI Congreso Nacional de Trigo, Bahía Blanca.
- Ross, F., J. Massigoge y M. Zamora. 2011. Fertilización de cebada cervecera en ambientes con tosca en el sur de Buenos Aires, Argentina. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*, N° 3: 9-13
- Sakima, E., Manejo de enfermedades para rendir más. Entrevista. *Super Campo*, 215 (Agosto 2012), págs. 95-97
- Info Stat. Software estadístico 2012.
- Stark, J y B. Brown. 1987. Estimating nitrogen requirements for irrigated malting barley. *Comun. Soil Sci. Plant Anal.* 18: 433-444

## Anexos

En esta sección se mostrara las distintas tablas que validan los supuestos del ANOVA.

### Anexo 1: Estadística descriptiva

Para cada variable en estudio se detallan, en las tablas, las repeticiones, la media, el desvío estándar, coeficiente de variabilidad, el mínimo y el máximo, por tratamiento.

**Tabla 2.** Medidas resumen de la variable rendimiento (kilogramos hectárea-1).

tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	Mín	Máx
1	rendimiento	3	3148,43	133,40	17794,61	3040,30	3297,50
2	rendimiento	4	3731,15	292,01	85269,98	3392,40	3982,10
3	rendimiento	3	3580,33	977,08	954686,16	2453,60	4194,10
4	rendimiento	3	3756,87	506,37	256410,86	3211,30	4211,80
5	rendimiento	3	3654,40	256,92	66007,53	3385,30	3897,10

**Tabla 3.** Medidas Resumen de la variable contenido proteico (%)

tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	Mín	Máx
1	proteina	3	10,24	0,25	0,06	10,00	10,50
2	proteina	4	10,30	0,38	0,14	9,92	10,80
3	proteina	3	10,99	0,48	0,23	10,63	11,53
4	proteina	3	11,04	0,11	0,01	10,92	11,11
5	proteina	3	10,31	0,18	0,03	10,10	10,42

**Tabla 4.** Medidas resumen de la variable calibre 2,2 mm (%).

tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	Mín	Máx
1	2,2mm	3	1,47	0,49	0,24	0,90	1,80
2	2,2mm	4	2,58	0,99	0,98	1,30	3,50
3	2,2mm	3	4,23	2,32	5,36	2,30	6,80
4	2,2mm	3	3,20	0,44	0,19	2,70	3,50
5	2,2mm	3	2,40	1,10	1,21	1,30	3,50

**Tabla5.** Medidas resumen de la variable calibre 2,5 mm (%).

tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	Mín	Máx
1	2,5mm	3	91,23	2,22	4,92	89,20	93,60
2	2,5mm	4	82,83	4,97	24,71	78,20	89,40
3	2,5mm	3	74,90	7,80	60,87	67,00	82,60
4	2,5mm	3	78,67	2,10	4,41	76,60	80,80
5	2,5mm	3	82,63	3,62	13,12	78,80	86,00

**Tabla 6.** Medidas resumen de la variable calibre 2,8 mm (%).

tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	Mín	Máx
1	2,8mm	3	61,43	8,16	66,65	55,30	70,70
2	2,8mm	4	43,75	10,73	115,03	33,20	57,50
3	2,8mm	3	31,77	8,80	77,45	22,90	40,50
4	2,8mm	3	36,77	3,49	12,20	34,70	40,80
5	2,8mm	3	40,57	3,79	14,36	36,20	43,00

Anexo 2: Análisis de homocedasticidad.

Para cada variable, mediante la prueba de Levene, se calcula el p-value para ver si se cumple con el principio de homocedasticidad.

**Tabla 7.** Prueba de Levene de la variable rendimiento (kilogramos hectárea-1).

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS rendimiento	16	0,50	0,06	66,07

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	182786,93	7	26112,42	1,13	0,4277
tratamiento	146350,73	4	36587,68	1,59	0,2674
bloques	36436,21	3	12145,40	0,53	0,6759
Error	184291,16	8	23036,39		
Total	367078,09	15			

**Tabla 8.** Prueba de Levene de la variable proteína (%).

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS proteina	16	0,25	0,00	78,26

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,03	7	3,9E-03	0,38	0,8901
tratamiento	0,02	4	0,01	0,53	0,7186
bloques	0,01	3	1,9E-03	0,18	0,9061
Error	0,08	8	0,01		
Total	0,11	15			

**Tabla 9.** Prueba de Levene de la variable calibre 2,2 mm (%).

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS 2,2mm	16	0,59	0,23	79,74

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,06	7	0,44	1,65	0,2474
tratamiento	2,37	4	0,59	2,24	0,1535
bloques	0,69	3	0,23	0,87	0,4963
Error	2,11	8	0,26		
Total			5,17	15	

**Tabla 10.** Prueba de Levene de la variable calibre 2,5 mm (%).

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS 2,5mm	16	0,59	0,23	67,31

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	37,95	7	5,42	1,63	0,2544
tratamiento	31,92	4	7,98	2,40	0,1363
bloques	6,04	3	2,01	0,60	0,6306
Error	26,65	8	3,33		
Total	64,60	15			

**Tabla 11.** Prueba de Levene de la variable calibre 2,8 mm (%).

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS 2,8mm	16	0,62	0,29	65,75

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	88,95	7	12,71	1,89	0,1964
tratamiento	71,54	4	17,89	2,66	0,1118
bloques	17,41	3	5,80	0,86	0,4994
Error	53,88	8	6,74		
Total	142,83	15			

### Anexo 3: Análisis de Normalidad

Para cada variable, mediante la prueba de Shapiro - Wilks, se calcula el p-value para ver si se cumple con el principio de normalidad. Además se realiza el grafico de Q - Q Plot en donde se puede corroborar visualmente la distribución normal.

**Tabla 12.** Prueba de Shapiro - Wilks (modificado) de la variable rendimiento(kilogramos hectárea<sup>1</sup>)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO rendimiento	16	0,00	284,20	0,94	0,6360

**Tabla 13.** Prueba de Shapiro - Wilks (modificado) de la variable contenido proteico (%)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO proteina	16	0,00	0,16	0,94	0,6430

**Tabla 14.** Prueba de Shapiro - Wilks (modificado) de la variable calibre2,2 mm (%)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO 2,2mm	16	0,00	0,89	0,96	0,8398

**Tabla 15.** Prueba de Shapiro - Wilks (modificado) de la variable calibre2,5 mm (%)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO 2,5mm	16	0,00	3,49	0,96	0,7710

**Tabla 16.** Prueba de Shapiro - Wilks (modificado) de la variable calibre2,8 mm (%)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO 2,8mm	16	0,00	5,11	0,99	0,9969

#### Anexo 4: Comparación de las variables respuesta entre tratamientos

Para cada variable se realiza el análisis de la varianza calculándose el p-value que indicara si al menos uno de los promedios de los distintos tratamientos difiere con el del otro. Además, se muestran los resultados del test de Fisher en donde se obtiene la diferencia mínima significativa y el p-value que, indicara si hay o no, diferencias significativas entre los tratamientos, asignándose automáticamente las letras de significancia correspondiente.

**Tabla17.** Análisis de la Varianza (ANOVA) y Test de Fisher de la variable rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>).

##### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
rendimiento	16	0,66	0,37	10,86

Datos desbalanceados en celdas.  
Para otra descomposición de la SC  
especifique los contrastes apropiados.. !!

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2394411,03	7	342058,72	2,26	0,1381
tratamiento	760324,89	4	190081,22	1,26	0,3623
bloques	1634086,14	3	544695,38	3,60	0,0656
Error	1211522,13	8	151440,27		
Total	3605933,16	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=711,93633

Error: 151440,2667 gl: 8

tratamiento	Medias	n	E.E.
1	3148,43	3	224,68 A
3	3580,33	3	224,68 A
5	3654,40	3	224,68 A
2	3731,15	4	194,58 A
4	3756,87	3	224,68 A

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

**Tabla18.** Análisis de la Varianza (ANOVA) y Test de Fisher de la variable contenido proteico (%).

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
proteina	16	0,88	0,77	2,07

Datos desbalanceados en celdas.  
 Para otra descomposición de la SC  
 especifique los contrastes apropiados.. !!

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,75	7	0,39	8,24	0,0040
tratamiento	2,03	4	0,51	10,65	0,0027
bloques	0,72	3	0,24	5,03	0,0301
Error	0,38	8	0,05		
Total	3,13	15			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,39910

Error: 0,0476 gl: 8

tratamiento	Medias	n	E.E.
1	10,24	3	0,13 A
2	10,30	4	0,11 A
5	10,31	3	0,13 A
3	10,99	3	0,13 B
4	11,04	3	0,13 B

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

**Tabla 19.** Análisis de la Varianza (ANOVA) y Test de Fisher de la variable calibre 2,2 mm (%).

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
2,2mm	16	0,60	0,25	43,99

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	17,78	7	2,54	1,72	0,2316
tratamiento	12,64	4	3,16	2,14	0,1671
bloques	5,15	3	1,72	1,16	0,3824
Error	11,81	8	1,48		
Total	29,60	15			

**Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,22306**

Error: 1,4766 gl: 8

tratamiento	Medias	n	E.E.
1	1,47	3	0,70 A
5	2,40	3	0,70 A B
2	2,58	4	0,61 A B
4	3,20	3	0,70 A B
3	4,23	3	0,70 B

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

**Tabla 20.** Análisis de la Varianza (ANOVA) y Test de Fisher de la variable calibre 2,5 mm (%).

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
2,5mm	16	0,73	0,50	5,81

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	502,62	7	71,80	3,15	0,0650
tratamiento	444,09	4	111,02	4,87	0,0275
bloques	58,53	3	19,51	0,86	0,5017
Error	182,26	8	22,78		
Total	684,88	15			

**Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=8,73218**

Error: 22,7827 gl: 8

tratamiento	Medias	n	E.E.
3	74,90	3	2,76 A
4	78,67	3	2,76 A
5	82,63	3	2,76 A B
2	82,83	4	2,39 A B
1	91,23	3	2,76 B

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

**Tabla 21.** Análisis de la Varianza (ANOVA) y Test de Fisher de la variable calibre 2,8 mm (%).

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
2,8mm	16	0,82	0,67	16,32

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1828,68	7	261,24	5,33	0,0156
tratamiento	1534,38	4	383,60	7,83	0,0072
bloques	294,30	3	98,10	2,00	0,1925
Error	392,14	8	49,02		
Total	2220,82	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=12,80839**

Error: 49,0172 gl: 8

tratamiento	Medias	n	E.E.
3	31,77	3	4,04 A
4	36,77	3	4,04 A
5	40,57	3	4,04 A
2	43,75	4	3,50 A
1	61,43	3	4,04 B

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

## Anexo 5: Condiciones meteorológicas de humedad y temperatura

**Tabla 22.** Precipitaciones anuales desde el año 2008 hasta el año en que fue realizado el ensayo, precipitaciones mensuales de cada año, y promedio de las mismas anual y por año, expresadas en mm

Mes	Promedio	2008	2009	2010	2011	2012
Enero	77,0	117,0	17,0	46,0	142,5	62,5
Febrero	102,7	64,0	102,5	223,0	30,0	94,0
Marzo	107,9	16,0	48,5	274,5	96,0	104,5
Abril	37,0	0,0	27,0	10,0	73,0	75,0
Mayo	39,3	20,0	57,5	37,0	23,0	59,0
Junio	9,9	15,0	0,0	20,0	14,5	0,0
Julio	15,6	15,5	37,0	10,0	15,5	0,0
Agosto	29,5	22,0	5,0	0,5	23,0	97,0
Setiembre	62,8	40,5	90,5	112,0	6,0	65,0
Octubre	80,9	79,5	32,0	79,5	92,5	121,0
Noviembre	66,2	17,0	22,5	30,0	175,0	86,5
Diciembre	92,2	104,0	115,0	56,0	20,5	165,5
<b>Totales</b>	<b>721,0</b>	<b>510,5</b>	<b>554,5</b>	<b>898,5</b>	<b>711,5</b>	<b>930,0</b>

**Tabla 21.** Temperaturas medias históricas por mes y año, expresadas en °C.

Año	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Enero	21,3	21,3	23,1	22,9	23,6	24,5	22,5	24,5
Febrero	21,9	21,3	20,9	22,3	22,2	20,4	20,3	21,4
Marzo	17,9	17,4	17,4	18,4	20,8	19,2	18,8	19,2
Abril	11,9	14,9	14,5	15,3	15,9	12,8	14,5	14,4
Mayo	10,7	9,3	8,1	10,6	12,0	11,6	11,2	12,4
Junio	6,5	7,5	8,1	6,3	8,1	8,1	7,5	7,9
Julio	6,0	9,4	6,6	9,7	6,8	6,1	8,1	6,7
Agosto	7,7	8,6	7,9	9,2	12,0	9,4	8,8	10,1
Septiembre	11,1	11,9	12,4	11,4	10,4	12,2	13,3	12,8
Octubre	11,9	15,8	14,4	14,2	15,2	14,7	14,0	15,7
Noviembre	17,4	17,7	14,8	20,6	24,7	23,9	19,4	25,4
Diciembre	17,6	22,5	20,8	20,7	20,4	22,7	22,6	20,9
<b>Promedio (°C)</b>	<b>13,5</b>	<b>14,8</b>	<b>14,1</b>	<b>15,1</b>	<b>16,0</b>	<b>15,5</b>	<b>15,1</b>	<b>16,0</b>