



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA
ARGENTINA**

Facultad de Ciencias Agrarias

Ingeniería en Producción Agropecuaria

**RESPUESTA EN RENDIMIENTO, PROTEÍNA Y CALIBRE
DE CEBADA CERVECERA A LA APLICACIÓN DE
FUNGICIDAS Y FERTILIZANTE NITROGENADO EN
ALBERTI, PROVINCIA DE BUENOS AIRES**

Trabajo final de graduación para optar por el título de:

Ingeniero en Producción Agropecuaria

Autor: Axel Daniel Gottschalk

Profesor Tutor: Ing. Agr. Inés Daverede

Profesor co-tutor: Ing. Agr. Fernando Míguez

Fecha: 2014

Resumen

La producción de cebada cervecera se incrementó 850% en los últimos 10 años. Este incremento junto con la adopción de nuevas variedades genera la necesidad de ajustar el manejo del cultivo. El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto de una fertilización foliar y dos aplicaciones de fungicidas en distintos momentos del ciclo del cultivo sobre distintos parámetros de calidad de una variedad nueva de cebada cervecera con el fin de considerarla para su producción comercial. El ensayo fue realizado en la localidad de Plá, partido de Alberti, en el criadero Klein en la campaña 2012/2013. El diseño experimental fue en bloques completos al azar con cuatro repeticiones y cuatro tratamientos: T1: Tratamiento testigo (fertilización base de 286 kg/ha de Urea (131 kg N/ha) y 63 kg/ha de sulfato de amonio (13,2 kg N/ha). T2: T1 + Aplicación de una mezcla de Triazoles y Estrobirulinas entre Z3.1 y Z3.2 (400 cc de Amistar Xtra en 120 L de agua/ha). T3: T2 + segunda aplicación de la misma dosis de Amistar Xtra en Z3.9 y T4: T3 + Aplicación de N foliar tardía (120 L/ha de Foliarsol U). El tamaño de cada parcela fue de 7m², luego de la cosecha se determinaron las variables rendimiento, proteína en grano, calibre y peso de 1000 semillas. Por último, se realizó el análisis de varianza con separación de medias según el método de diferencias mínimas significativas de Fisher con el programa INFOSSTAT. Los mayores rendimientos se lograron en los tratamientos T3 y T4, promediando 2660 y 2843 kg/ha, respectivamente, no difiriendo entre sí y resultando significativamente mayores que los rendimientos de los tratamientos T1 y T2, que promediaron 1221 y 2036 kg/ha, respectivamente. El valor de proteína fue mayor en el tratamiento testigo, promediando 12,9%, sólo difiriendo significativamente del tratamiento T3 que promedió 11,5%. El porcentaje de granos que superó el calibre de 2,5 mm promedió 86,2 y 85,7 en los tratamientos T3 y T4, superando significativamente a los tratamientos T2 y T1, con promedios de 80,3 y 76,5%, respectivamente. Los menores porcentajes de grano que se encontraron por debajo del calibre de 2,2 mm (bajo zaranda) se observaron en los tratamientos T3 y T4, promediando 3,25%. Los tratamientos T1 y T2 promediaron 5%, este valor supera el límite aceptado por la industria del 3%. La aplicación de Triazoles y Estrobirulinas en Z3.1-3.2 y en Z3.9 aumentó los rendimientos en un 31% y el % de granos que superó el calibre de 2,5 mm en un 7% con respecto a una sola aplicación de los mismos fungicidas en Z3.1 y 3.2. El tratamiento que no recibió ninguna aplicación de fungicidas tuvo mermas de un 69% con respecto al que recibió una aplicación de fungicida y 118% con respecto al que recibió dos aplicaciones de fungicidas. La aplicación de N foliar en Z3.9 junto a las dos aplicaciones de fungicidas (T4) no aumentó los rendimientos ni el porcentaje de proteína significativamente con respecto al tratamiento similar pero sin N foliar. La aplicación de N foliar tampoco modificó los porcentajes del calibre significativamente. Por lo tanto, en este ensayo donde hubo condiciones predisponentes a la proliferación de enfermedades foliares, fueron necesarias dos aplicaciones de fungicidas para maximizar los rendimientos y lograr los estándares de calidad exigidos por la industria maltera.

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
HIPÓTESIS	6
OBJETIVOS	6
MATERIALES Y MÉTODOS	6
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
CONCLUSIONES	21
ANEXOS.....	22
TABLAS DE RENDIMIENTO POR TRATAMIENTO	23
TABLAS DE PROTEÍNA POR TRATAMIENTO	23
TABLAS DE CALIBRE EN 2,5 MM POR TRATAMIENTO	24
TABLAS DE CALIBRE MENOR A 2,2 MM POR TRATAMIENTO	24
TABLAS DE P1000 SEGÚN TRATAMIENTOS.....	25
TABLAS DE N° GRANOS/HA SEGÚN TRATAMIENTO.....	25
TABLAS DE STAND DE PLANTAS/HA SEGÚN TRATAMIENTO	26
TABLAS DE CORRELACIÓN ENTRE RENDIMIENTO VS N° DE GRANOS Y P1000	26
BIBLIOGRAFÍA	27
TABLAS Y FIGURAS	
TABLA N° 1. PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO DEL ENSAYO SEGÚN PROFUNDIDAD. ANÁLISIS DE SUELOS REALIZADO EL 22/04/2012.	7
TABLA N° 2. MEDICIONES DE INCIDENCIA Y SEVERIDAD DURANTE EL ENSAYO....	8
TABLA N° 3. INCIDENCIA Y SEVERIDAD EVALUADA EL 24 DE OCTUBRE EN Z 6.112	
TABLA N° 4. INCIDENCIA Y SEVERIDAD EVALUADA EL 16 DE NOVIEMBRE EN Z 8.0	12

TABLA N° 5. REGISTRO DE HELADAS. ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A DATOS DE CASILLA DE CRIADERO KLEIN, CAMPAÑA 2012	9
TABLA N° 6. STAND DE PLANTAS	11
TABLA N° 7. CORRELACIÓN ENTRE RENDIMIENTO AJUSTADO POR HUMEDAD Y P1000 Y N° GRANOS.	19
TABLA N° 8. COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN ENTRE RENDIMIENTO AJUSTADO POR HUMEDAD Y P1000 Y N° GRANOS.	19
TABLA N° 9. PORCENTAJES DE GRANOS RETENIDOS EN LOS CALIBRES DE 2,8, 2,5 Y 2,2 MM, PORCENTAJE DE PROTEÍNA DE LOS GRANOS, RENDIMIENTO EN GRANO, N° GRANOS POR HECTÁREA Y PESO DE MIL GRANOS. LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS (P<0,05).	14
FIGURA N° 1. DISPERSIÓN GEOGRÁFICA DEL CULTIVO EN FUNCIÓN DEL ÁREA SEMBRADA PROMEDIO DE LAS ÚLTIMAS CINCO CAMPAÑAS. FUENTE: DIRECCIÓN DE COORDINACIÓN DE DELEGACIONES. ESTIMACIONES AGRÍCOLAS. CNA, 2009. SAGPYA: HTTP://WWW.MINAGRI.GOB.AR/	1
FIGURA N° 2. PARÁMETROS PRODUCTIVOS. ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A DATOS DEL MINAGRI Y A SISTEMA INTEGRADO DE INFORMACIÓN AGROPECUARIA CONSULTADO EN 2013.	2
FIGURA N° 3. PRODUCCIÓN POR PROVINCIA (DATOS PROMEDIO DEL PERÍODO 2002-2012). ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A DATOS DE MINAGRI Y SISTEMA INTEGRADO DE INFORMACIÓN AGROPECUARIA CONSULTADO EN 2013.....	2
FIGURA N° 4. REGISTRO DE PRECIPITACIONES CRIADERO KLEIN, CAMPAÑA 2012. ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A DATOS DE LA CASILLA.....	9
FIGURA N° 5. TEMPERATURAS MEDIAS, MÁXIMAS Y MÍNIMAS CAMPAÑA 2012. ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A DATOS DE CASILLA EN CRIADERO KLEIN.....	9
FIGURA N° 6. TEMPERATURAS MEDIAS, MÁXIMAS Y MÍNIMAS NOVIEMBRE 2012. ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A DATOS DE LA CASILLA.....	10
FIGURA N° 7. TEMPERATURAS MEDIAS, MÁXIMAS Y MÍNIMAS 1 ^{ERA} SEMANA DE NOVIEMBRE. ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A DATOS DE LA CASILLA DEL CRIADERO KLEIN.	10
FIGURA N° 8. PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ENFERMEDADES FOLIARES MEDIDAS SOBRE HOJA VERDE EN DISTINTOS MOMENTOS DEL CICLO DEL CULTIVO DE CEBADA CERVECERA POR TRATAMIENTO.	13

FIGURA N° 9. PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE ENFERMEDADES FOLIARES MEDIDAS SOBRE HOJA VERDE EN DISTINTOS MOMENTOS DEL CICLO DEL CULTIVO DE CEBADA CERVECERA POR TRATAMIENTO.	13
FIGURA N° 10. RENDIMIENTO DE CEBADA CERVECERA EN KG/HA CORREGIDO POR HUMEDAD PARA CADA TRATAMIENTO.	15
FIGURA N° 11. PORCENTAJE DE PROTEÍNA DEL GRANO DE CEBADA PARA CADA TRATAMIENTO.	16
FIGURA N° 12. PORCENTAJE DEL GRANO DE CEBADA POR ENCIMA DE 2,5 MM POR TRATAMIENTO.	17
FIGURA N° 13. PORCENTAJE DE GRANOS MENOR A 2,2 MM POR TRATAMIENTO. .	18
FIGURA N° 14. PESO DE 1000 GRANOS PARA CADA TRATAMIENTO EN GRAMOS. .	18
FIGURA N° 15. CORRELACIÓN ENTRE N° DE GRANOS Y RENDIMIENTO AJUSTADO POR HUMEDAD.	19
FIGURA N° 16. CORRELACIÓN ENTRE P1000 Y RENDIMIENTO AJUSTADO POR HUMEDAD.	20

Introducción

En el período 1969-2012, el promedio de superficie sembrada de cebada en la Argentina fue de 300.000 hectáreas (Figura 1). En los últimos 10 años, se puede distinguir un incremento promedio de la superficie sembrada. El período se puede dividir en dos etapas, una primera etapa que abarca el período 2002-2008 donde se produjo una ganancia de área cultivada por parte de la cebada de 43.000 hectáreas anuales. En la segunda etapa que ocupa el período 2008-2012, ese incremento de superficie sufrió un fuerte incremento en el orden de las 257.000 hectáreas anuales finalizando la última campaña con 1.500.000 hectáreas sembradas con cebada dejando en evidencia la importancia que cobró este cereal como alternativa productiva entre los cultivos extensivos de grano (Miralles, 2013).

En el siguiente mapa se puede apreciar la distribución de la superficie cultivada de cebada a nivel nacional en las últimas campañas:

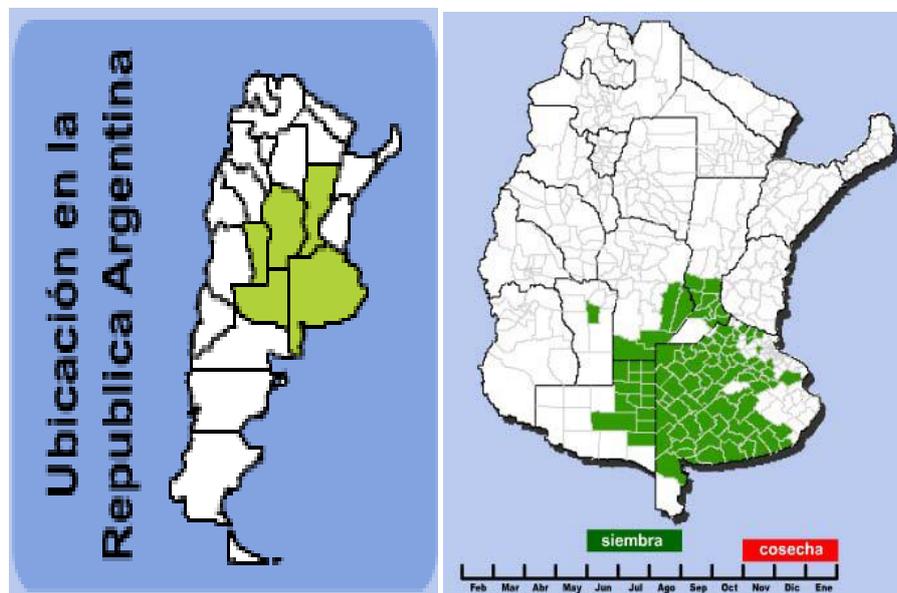


Figura N° 1. Dispersión geográfica del cultivo en función del área sembrada promedio de las últimas cinco campañas. Fuente: Dirección de coordinación de delegaciones. Estimaciones agrícolas. CNA, 2009. SAGPyA: <http://www.minagri.gob.ar/>

El incremento en la superficie trajo aparejado un aumento constante en la producción de cebada en la Argentina. El promedio anual de producción nacional entre las campañas 1969/70 y 2009/10 fue de 548.000 toneladas anuales mientras que solamente en las últimas 3 campañas se produjo un incremento cuantitativo marcado en la producción, arrojando un saldo promedio de 4.000.000 de toneladas por campaña (Figura N° 2).

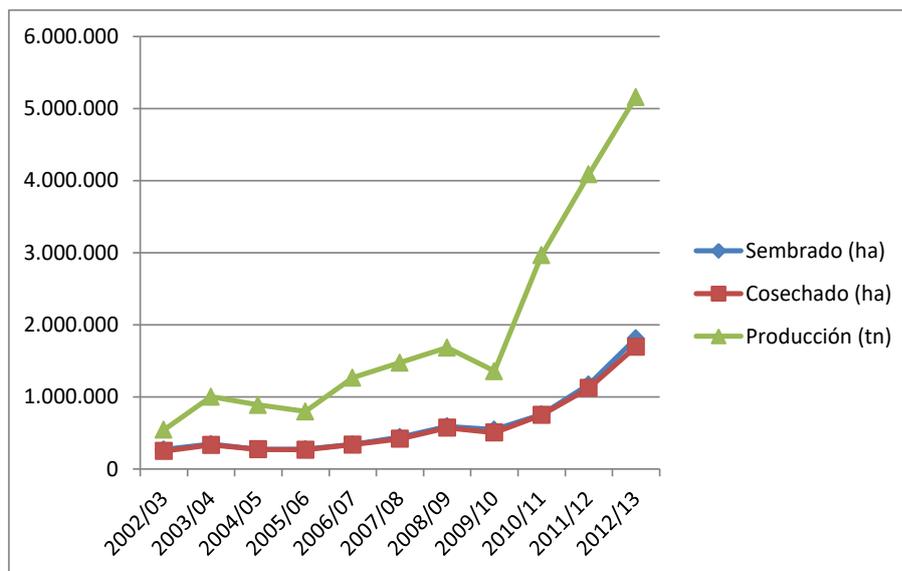


Figura N° 2. Parámetros productivos. Elaboración propia en base a datos del Minagri y a Sistema Integrado de Información Agropecuaria consultado en 2013.

La producción de cebada cervecera a nivel nacional se distribuye en cinco provincias (Figura N° 3): claramente la más importante es Buenos Aires con el 97% de la producción (1.848.060 de toneladas), le sigue Santa Fe con el 0,9% (30.864 de toneladas), continúa La Pampa con el 1,4% y Córdoba con el 0,4% con producciones de 28.689 y 13.393 toneladas respectivamente.

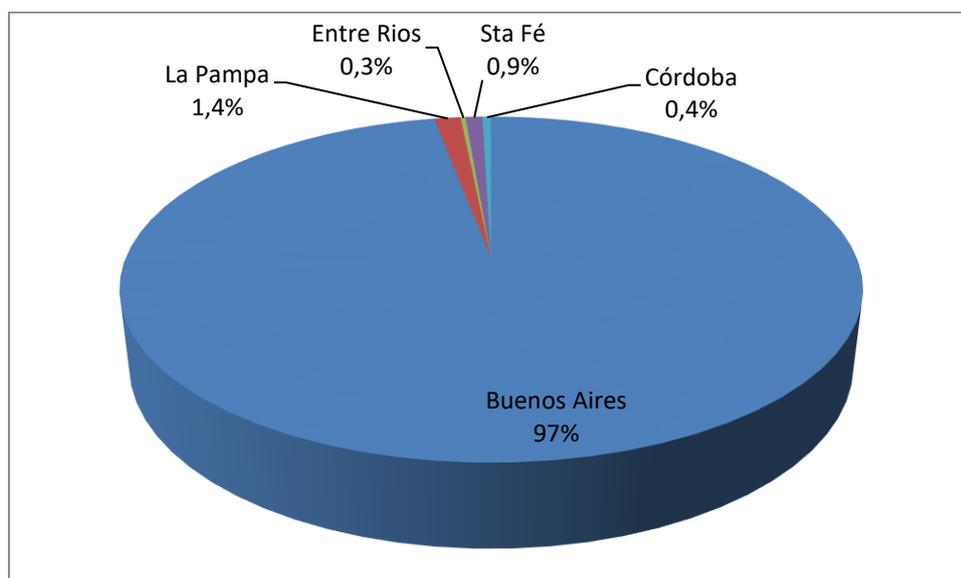


Figura N° 3. Producción por provincia (datos promedio del período 2002-2012). Elaboración propia en base a datos de Minagri y Sistema Integrado de Información Agropecuaria consultado en 2013.

El principal fundamento al fuerte crecimiento productivo de la cebada sigue siendo la crisis de comercialización que atraviesa actualmente el trigo. La cebada se presenta como una excelente alternativa para reemplazar al trigo por presentar algunas ventajas como la anticipación de la cosecha. Otra característica que posee es una mayor adaptación a ambientes más limitantes; la cebada tiene una mayor eficiencia del uso del agua respecto al trigo y tolera mejor suelos someros, con tosca o de poca profundidad, y aún suelos salinos (Míguez, 2008).

Por lo general la cebada se siembra bajo contrato y la maltería provee la semilla (Míguez, 2013), con la condición de que se devuelva a cosecha ya que se requiere mantener la identidad varietal y muchas maltas se venden indicando de que variedad provienen (Míguez, 2008).

Los requisitos de calidad que se tienen en cuenta durante la comercialización varían de acuerdo al uso que se le va a dar a la cebada (Prystupa, 2012). La industria cervecera, a través de las malterías, le exige a los productores de cebada una serie de normas de calidad, entre ellas se destacan el contenido de proteína y el calibre de los granos. La fertilización nitrogenada influye en dos de los factores que afectan la calidad. La presencia de enfermedades tiene consecuencias negativas en componentes que afectan los rendimientos y los parámetros de calidad de la cebada cervecera. En Argentina se requiere que las partidas de cebada se encuentren en niveles óptimos de porcentaje de proteína con valores entre 10 y 12%. Valores inferiores o superiores a ese rango también resultan inconvenientes para obtener maltas de alta calidad. La industria también demanda granos de tamaño grande y uniforme. Nuestro país exige que el 85% del peso del cereal quede retenido en una zaranda de 2,5 mm y menos del 3% quede por debajo de la zaranda de 2,2mm (Prystupa, 2006).

El rendimiento en el cultivo de cebada puede ser entendido como el producto del número de granos por unidad de superficie (NG) y el peso de grano (PG). El NG es producto de varios subcomponentes como el número de plantas por unidad de superficie, el número de espigas por planta y el número de granos por espiga (Serrago et al; 2011). En cebada, el período en el cual se define el número de tallos por planta, y durante el cual tiene lugar el crecimiento de la espiga, es crucial para la determinación del rendimiento (Serrago et al; 2011). Esto es debido a que: 1) las variaciones en el rendimiento están fuertemente vinculadas a las variaciones en el número de granos por unidad de área más que al peso de los mismos y 2) el número de granos está asociado con la capacidad de mantener un alto número de espigas por planta durante dicho período crítico (Serrago et al; 2011). El período crítico para la definición de rendimiento en cebada ocurre algunos días más temprano que en el trigo (Carmona, 2012) y coincide con el período crítico de ataque de enfermedades en cebada que abarca los 20 días antes de la floración (Guyot, 2004). Durante el período crítico el cultivo de cebada está fuertemente limitado por la capacidad fotosintética por lo que el mantenimiento de área foliar sana es fundamental para aumentar la cantidad de asimilados y de esa manera incrementar la fertilidad de los macollos (Serrago et al; 2011).

El otro componente que hace al rendimiento del cultivo de cebada, una vez establecida la cantidad de granos por unidad de superficie, es el PG (Serrago et al; 2011). El PG, si bien no explica en gran medida las variaciones en el rendimiento del cultivo, es un componente clave en el caso de la cebada ya que por razones industriales se requiere un calibre mínimo para un malteado eficiente. El calibre se determina por medio de zarandas que establecen 4 categorías definidas (I >2,8 mm, II < 2,8 mm y > 2,5 mm, III < 2,5 y > 2,2 mm y IV < 2,2 mm). Las dos primeras establecen las bases de la comercialización. Obteniendo calibres superiores a 85 % (sobre zaranda de 2,5 mm) se asegura una uniformidad de tamaño de granos que luego se traducirá en un malteo también uniforme. Por ello, lograr esta condición es crítico para evitar penalizaciones al momento de la entrega del grano (Savio y Aguinaga; 2011).

La cebada cervecera es un cultivo que responde a la tecnología aplicada en fertilización de igual manera que otros cultivos de invierno (Fontanetto et al; 2010). El agregado de fertilizante nitrogenado generalmente incrementa el rendimiento en cebada y suele determinar incrementos en el contenido proteico de los granos (Prystupa y Ferraris; 2011). El aspecto uniformidad de calibre se contrapone con el objetivo de obtener altos rendimientos, ya que ello se logra mediante el aporte de un gran número de granos provenientes de los macollos y/o de la contribución de granos de espiguillas ubicadas en posiciones distales dentro de las espigas, en ambos casos con contribuciones de granos de menor peso potencial. Adicionalmente, un alto número de granos por unidad de área genera una gran demanda de fuente, por lo que enfermedades durante el llenado o una rápida senescencia foliar podría conducir a una reducción en la fuente fotosintética determinando un menor peso de los granos (Miralles et al; 2011).

El contenido proteico total es el que dará origen a los catalizadores biológicos que reducirán paredes celulares, reservas del endosperma, proveerán de aminoácidos libres a las levaduras durante el proceso de fermentación y tendrán suma importancia en algunos aspectos físicos de la cerveza (su estabilidad coloidal) y organolépticos (como el cuerpo y la calidad de su espuma) (Savio y Aguinaga; 2011).

Un determinado porcentaje de proteína en el grano puede resultar en un nivel de extracto de malta adecuado para la industria (Savin y Aguinaga; 2011). Las Normas de Calidad y Comercialización de Cebada (Resolución 446/2007) indican que la cebada debe contener entre un 10 y un 12% de proteína (Savin y Aguinaga; 2011). Variedades que contengan tenores elevados de proteínas incumpliendo las normas se rechazarán ya que le confieren turbidez y amargor excesivo a la cerveza (Míguez, 2008).

La fertilización nitrogenada puede afectar tanto el rendimiento de los cultivos de cebada como la calidad de los granos obtenidos. La respuesta a la fertilización nitrogenada depende de la disponibilidad del nutriente en el suelo, el nivel de agua acumulada en el suelo a la siembra del cultivo, las condiciones ambientales (otras características del suelo, clima, enfermedades, etc.), de la variedad empleada y de las características de la fertilización (dosis, fertilizante empleado, momento de aplicación, etc.).

La respuesta del contenido proteico a la fertilización se caracteriza generalmente mediante una función lineal). La fertilización nitrogenada incide principalmente en el número de granos de la cebada cervecera pudiendo provocar disminuciones en el peso de cada grano e incrementos en el contenido proteico de los granos. Dosis excesivamente altas pueden provocar el vuelco de los cultivos y la disminución de los rendimientos (Prystupa y Ferraris; 2011).

El contenido proteico de los granos se encuentra determinado tanto por el N que se absorbe antes como por el que se absorbe después de la espigazón (Prystupa y Ferraris, 2011), momento en que la cebada cervecera presenta los mayores requerimientos nutricionales con consecuencias directas sobre los parámetros de rendimiento (Landriscini et al., 2010). Cuando las fertilizaciones nitrogenadas se complementaron con aplicaciones tardías, se lograron incrementos en los rendimientos y en los niveles de proteína, alcanzando el máximo de bonificación requerido por la industria maltera (Pugliese, 2013).

La aplicación de un fertilizante foliar puede hacerse de manera conjunta con agroquímicos para la protección del cultivo, ya que la mayor parte de las formulaciones son compatibles, y por lo general mejoran la absorción de los agroquímicos defensivos como los fungicidas.

El cultivo de cebada puede mostrar mayores incrementos en el número de granos y en los rendimientos por el uso de la fertilización foliar y fungicida (Mousegne et al., 2012).

Las enfermedades ocasionan pérdidas económicas para el productor al reducir el rendimiento en volumen o la calidad de los granos. También al aumentar el costo de producción debido a la necesidad de realizar tratamientos químicos durante el cultivo o por gastos de limpieza después de la cosecha.

Existen enfermedades que disminuyen el área foliar verde, y por lo tanto, la capacidad de interceptar radiación, provocando una disminución en la eficiencia de la fotosíntesis y la generación de biomasa. Ante ataques severos de enfermedades disminuye el IAF antes de la floración, las hojas mueren y las plantas quedan sin hojas fotosintéticamente activas a poco de iniciar el llenado de granos produciendo mermas en dos componentes importantes del rendimiento como el número de espigas/planta y el número de granos/espiga (Serrago et al., 2011). También 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 muchos más bajos que el normal apto para la industria (Míguez, 2008).

Las enfermedades más comunes son: roya de la hoja (*Puccinia hordei*), mancha en red (*Dreschlera teres*) y roya del tallo (*Puccinia graminis hordei*). También en el último quinquenio se ha visto un incremento de escaldadura (*Rynchosporium secalis*) que esporádicamente aparecía en las hojas de cebada (Míguez, 2008). En la Argentina, la escaldadura puede producir mermas del 10-15% en el rendimiento. Esta enfermedad afecta casi exclusivamente hasta encañazón; sin embargo, en años fríos y en variedades susceptibles el patógeno puede infectar hasta la hoja bandera (Carmona et al; 2011). Otra enfermedad que apareció con

gran severidad es la provocada por el agente *Ramularia collo-sygni* (Míguez, 2008). Muchos fungicidas comerciales y algunos experimentales pueden reducir los niveles de algunas enfermedades de la cebada, aumentando el rendimiento en un orden del 20 % (Carmona et al; 2011).

Hipótesis

La aplicación de fungicidas en forma tardía en presencia de enfermedades puede incrementar el rendimiento, el peso y calibre de los granos y no modificar el contenido proteico en granos de cebada cervecera.

La fertilización nitrogenada tardía en forma foliar puede aumentar el calibre, el rendimiento y la concentración proteica en granos de cebada cervecera.

Objetivos

El objetivo de este trabajo fue evaluar las respuestas en rendimiento, proteína y calibre de una nueva variedad de cebada cervecera (C61) ante la aplicación de fungicidas y fertilizante nitrogenado en forma tardía.

Materiales y Métodos

Para evaluar la respuesta de la nueva variedad de cebada a las prácticas agronómicas antes mencionadas, se realizó un ensayo ubicado en la localidad de Plá, partido de Alberti, centro-norte de la provincia de Buenos Aires, durante la campaña 2012.

El suelo donde se realizó el ensayo corresponde a un Argiudol típico serie O'Higgins, oscuro y profundo, desarrollado a partir de sedimentos loésicos franco a franco arenosos, no alcalino, no salino con pendiente de 0,5-1 %, bien drenados, de escurrimiento medio, y permeabilidad moderada y con una capacidad de uso I con un índice de productividad según la región climática de 95 (A).

Las propiedades químicas del suelo en diferentes profundidades en presiembra se presentan en la tabla N° 1.

Tabla N° 1. Propiedades químicas del suelo del ensayo según profundidad. Análisis de suelos realizado el 22/04/2012.

Profundidad de muestreo (cm)	N-NO ₃ Kg/ha	P Bray 1 (mg kg ⁻¹)	M.O. (%)	pH (1:2,5)	S-SO ₄ (mg kg ⁻¹)
0-20	25,5	15,5	2,7	5,8	9
20-60	31,2				
0-60	56,7				

El ensayo se sembró en forma directa el día 11/06/2012 sobre un antecesor maíz con una sembradora experimental adaptada a las dimensiones de las parcelas.

Previo a la siembra, el día 08/05/2012 se realizó una fertilización base que consistió en la colocación de 286 kg ha⁻¹ de Urea 46-0-0 (131 kg N ha⁻¹) y 63 kg ha⁻¹ de sulfato de amonio 21-0-0-23 (13,23 kg N ha⁻¹) en la totalidad del terreno al voleo.

El diseño del ensayo fue en bloques completos aleatorizados (DBCA; ver modelo estadístico en Anexo) con 4 repeticiones y el tamaño de la unidad experimental fue de 5 m de largo x 7 surcos separados a 0,2 m. Los tratamientos evaluados fueron:

- T1) Testigo;
- T2) T1+ fungicida en Z 3.1;
- T3) T2 + fungicida en Z 3.9;
- T4) T3 + fertilización foliar en Z 3.9

La primera aplicación de fungicidas se realizó el día 10 de septiembre sobre 12 parcelas. El volumen total del caldo de aplicación fue de 1011 cc (1008 de agua + 3,36 cc de Amistar Xtra), ese volumen se dividió 12 veces y se colocó en un rociador de 100 cc con 84 cc de caldo en su interior (84 cc de agua + 0,28 cc de Amistar Xtra).

La segunda aplicación de fungicidas se realizó el día 11 de octubre sobre 4 parcelas. El volumen total del caldo de aplicación fue de 337,12 cc (336 cc de agua + 1,12 cc de Amistar Xtra). El volumen de caldo se dividió en 4 y se colocó en un rociador de 100 cc para aplicar 84,28 cc de caldo (84 cc de agua + 0,28 cc de Amistar Xtra).

La tercera aplicación consistió en la mezcla de Amistar Xtra con FoliarSol U y agua el día 11 de octubre. El volumen total de aplicación fue de 673,12 cc (336 cc de FoliarSol + 337,12 cc de caldo), ese volumen fue dividido para ser aplicado sobre 4 parcelas y se colocó en un rociador de 400 cc con 168,28 cc de producto (84 cc de FoliarSol + 84,25 cc de caldo).

El 30 de julio se realizó la medición del stand de plantas contando en 2 surcos por parcela la cantidad de plantas en dos metros lineales. Luego se procedió a hacer el cálculo de la cantidad de plantas por metro cuadrado y a continuación se procedió a trasladar ese valor a una hectárea.

Para evaluar enfermedades foliares, se determinó la severidad (porcentaje del área foliar afectada) visualmente a campo. La evaluación se realizó sobre la hoja bandera (HB), hoja bandera menos uno (HB-1) y hoja bandera menos dos (HB-2).

La determinación de la incidencia (porcentaje de hojas enfermas respecto al total de hojas) se realizó separando las hojas verdes y expandidas portadoras de síntomas de aquellas sanas. Se consideró hoja infectada con roya a aquella que presentó al menos una pústula esporulante y hoja infectada por manchas foliares a aquella que tuvo como mínimo una lesión mayor a 2 mm.

En ambos casos para su determinación se tomaron 3 plantas al azar de cada parcela y de acuerdo a la metodología se realizó la evaluación a campo sobre la hoja bandera menos uno (HB-1) y hoja bandera menos dos (HB-2). Este método permitió clasificar a las 2 hojas de 3 plantas por parcela como sanas o enfermas según lo observado. Luego a partir de los datos de cada parcela se procedió a realizar el cálculo de incidencia y severidad promedio por parcela.

Tabla N° 2. Mediciones de incidencia y severidad durante el ensayo

Fecha	Estado fenológico	Incidencia	Severidad
10-sep	Z 3.1	X	
14-sep	Z 3.1		X
21-sep	Z 3.3	X	X
11-oct	Z 3.9	X	X
24-oct	Z 6.1	X	
16-nov	Z 8.0	X	X

La cebada fue cosechada en forma mecánica cuando alcanzó madurez (10/12/2012) sumando en total una superficie trillada de 112 m². El 27/12/2012 se pesaron las bolsas de las 16 parcelas para determinar rendimiento y se llevó a cabo la medición del calibre, peso de 1000 semillas y % de proteína y humedad. Para la medición de proteína se utilizó un equipo INLAB NIR, analizador automático, marca comercial Lelfun.

Para corregir el rendimiento por humedad se aplicó la siguiente fórmula:

Rendimiento corregido al 12.5% humedad= (100-humedad inicial)/(100-humedad objetivo)*rendimiento humedad inicial

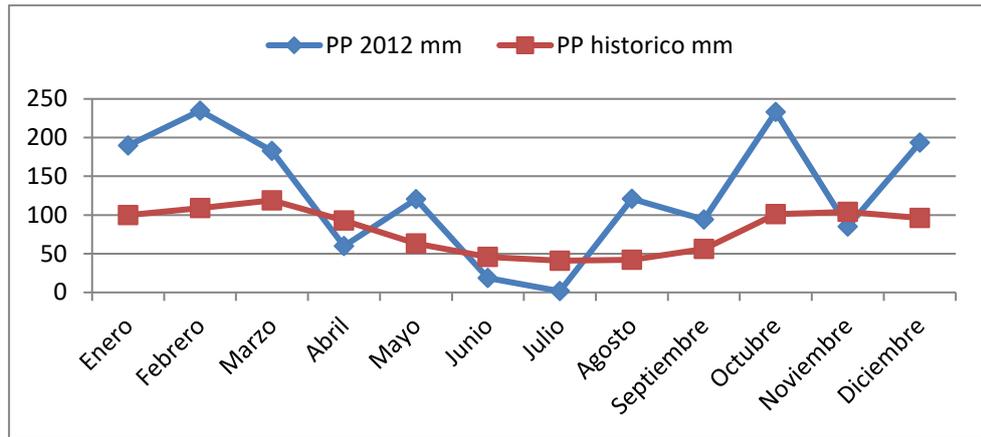


Figura N° 4. Registro de precipitaciones Criadero Klein, campaña 2012. Elaboración propia en base a datos de la casilla.

Tabla N° 5. Registro de heladas. Elaboración propia en base a datos de casilla de Criadero Klein, campaña 2012

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Días con helada	0	0	0	0	0	6	21	1	2	0	0	0	30

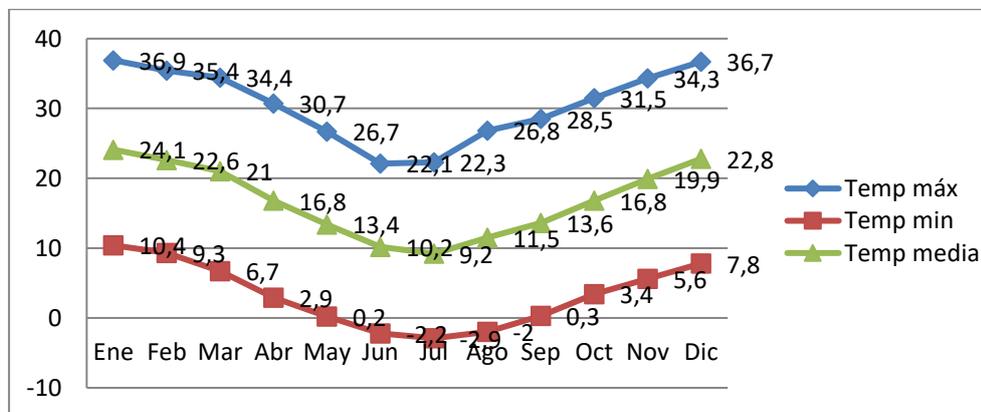


Figura N° 5. Temperaturas medias, máximas y mínimas campaña 2012. Elaboración propia en base a datos de casilla en criadero Klein.

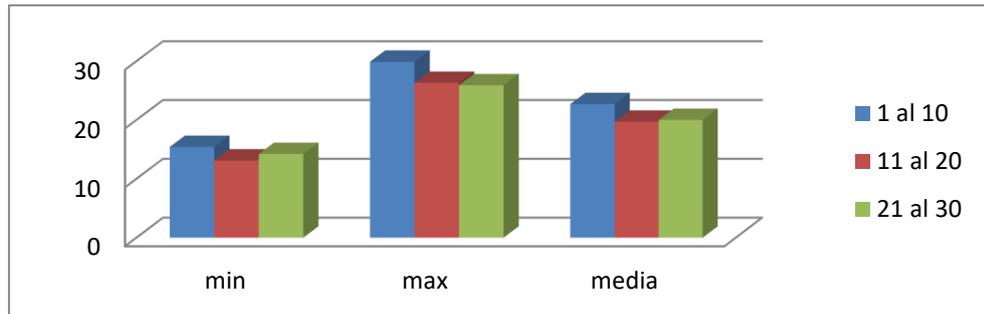


Figura N° 6. Temperaturas medias, máximas y mínimas noviembre 2012. Elaboración propia en base a datos de la casilla.

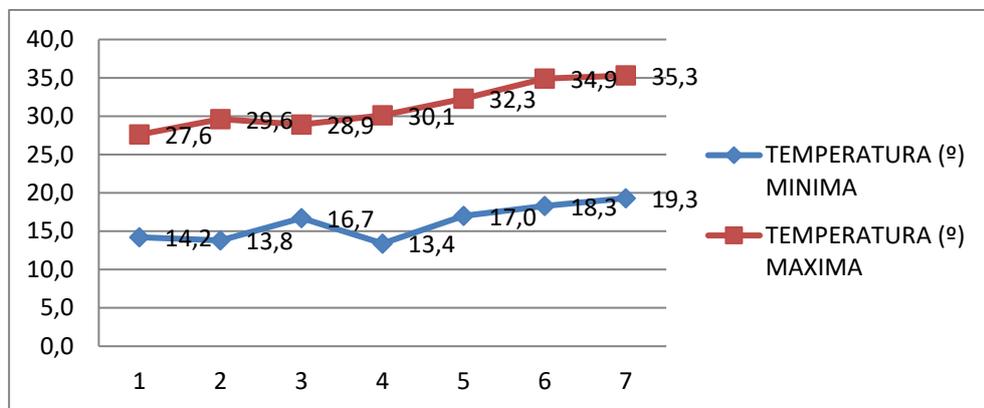


Figura N° 7. Temperaturas medias, máximas y mínimas 1^{era} semana de noviembre. Elaboración propia en base a datos de la casilla del criadero Klein.

Por último, se realizó el análisis de varianza para las variables estudiadas con separación de medias según el método de diferencias mínimas significativas de Fisher y análisis de correlación entre el rendimiento y sus componentes principales, peso y número de granos, con el programa estadístico INFOSTAT.

Resultados y discusión

Condiciones climáticas en el ciclo del cultivo durante la campaña 2012

El año 2012 se caracterizó por presentar exceso hídrico, con precipitaciones por encima de la media; algunas heladas (25 y 26 de septiembre) dentro del periodo crítico entre el máximo número de primordios y aparición de aristas, y un golpe de calor la primera semana de noviembre durante el llenado de granos que pudieron haber interrumpido el llenado dando en consecuencia granos de menor peso. Estos eventos condicionaron los resultados finales en rendimiento que no alcanzaron los niveles esperados debido a que tuvieron lugar en el momento de máxima susceptibilidad del cultivo que se centró entre los días 6 de septiembre y 11 de octubre donde el tallo y la espiga crecieron a su tasa máxima como así también la absorción de nutrientes.

En cebada, la consecuencia de las altas temperaturas durante el llenado de granos es frecuentemente una pérdida simultánea del rendimiento (por menor peso de los granos) y de la calidad maltera, por un exceso de proteína.

La composición final de los granos depende de la acumulación de carbohidratos y proteína, que se encuentran determinados por factores ambientales durante el período del llenado de los granos, como la disponibilidad nitrogenada y las altas temperaturas (Savin et al 2011).

La presencia de enfermedades como septoria, manchas en red de la cebada cervecera y royas fue otro factor ambiental potenciado por las condiciones climáticas que redujeron el área foliar e incluso provocaron la senescencia de hojas que redujeron sustancialmente el rendimiento potencial

Cualquier reducción en el área foliar verde durante el período crítico podría comprometer la captación de radiación y, en consecuencia, el número de granos por unidad de área y el rendimiento.

Stand de Plantas

Tabla N° 6. Stand de plantas

Tratamiento	Stand (plantas/ha)
T1	1390000 A
T2	1510000 A
T3	1640000 A
T4	1360000 A

Teniendo en cuenta que el primer componente del rendimiento lo establece el número de plantas por unidad de área, es importante que el mismo sea adecuado. El stand promedio (tabla N° 6) en las 16 microparcels fue de 148 plantas por metro cuadrado, considerado un valor bajo dado que las densidades normales se encuentran en el orden de las 2500000 y 3000000 plantas por hectárea. Esta merma se debió principalmente a que las semillas no habían sido curadas con curasemilla y también a la presencia de peludos (*Chaetophractus vellerosus*) y de larvas de gusano blanco (*Diloboderus abderus*) que potenciaron dicha merma. Sin embargo, esta merma afectó solo el volumen final cosechado sin que este afecte los otros parámetros estudiados en el ensayo.

Incidencia y Severidad de Enfermedades

Tabla N° 3. Incidencia y severidad evaluada el 24 de octubre en Z 6.1

Tratamiento	Incidencia (%)		Severidad (%)
	Mancha en Red	Roya	
T1	94	97	39
T2	69	44	9
T3	67	28	6
T4	67	14	2

Tabla N° 4. Incidencia y Severidad evaluada el 16 de noviembre en Z 8.0

Tratamiento	Incidencia (%)				Severidad (%)
	Mancha en red	Roya	Septoria	Inc. Promedio (%)	
T1	4	25	42	24	77
T2	8	21	42	24	68
T3	50	21	34	35	58
T4	45	29	23	32	57

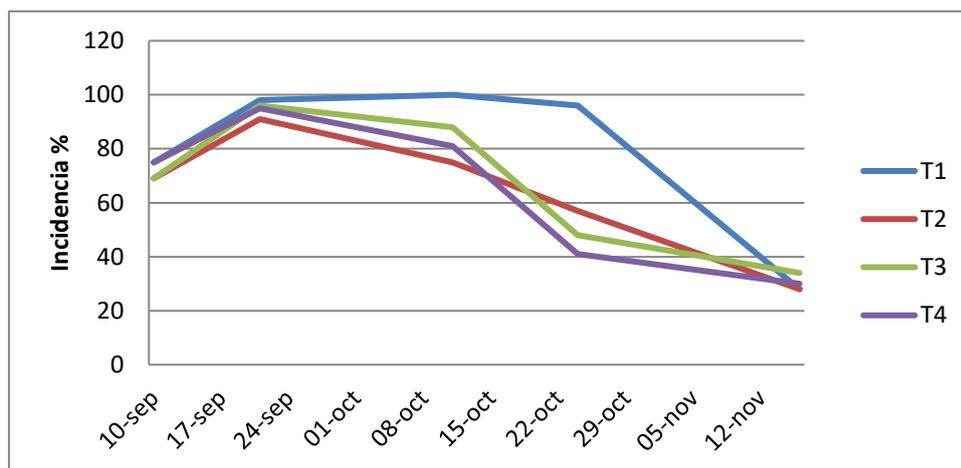


Figura N° 8. Porcentaje de incidencia de enfermedades foliares medidas sobre hoja verde en distintos momentos del ciclo del cultivo de cebada cervecera por tratamiento.

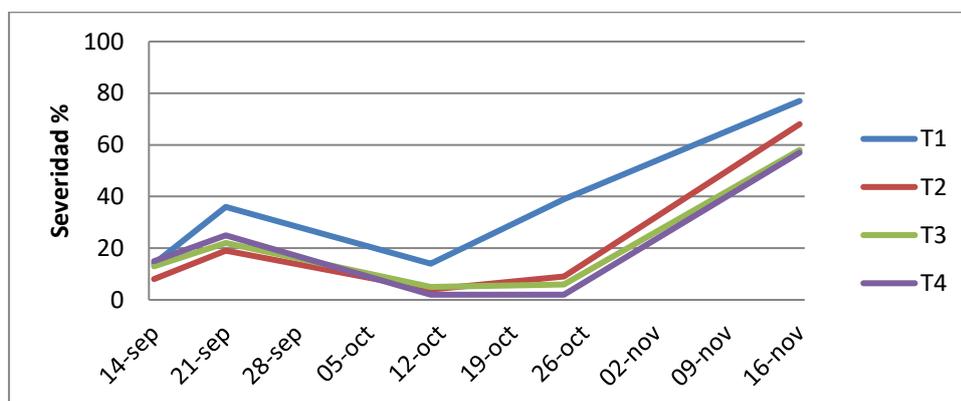


Figura N° 9. Porcentaje de Severidad de enfermedades foliares medidas sobre hoja verde en distintos momentos del ciclo del cultivo de cebada cervecera por tratamiento.

Las figuras N° 8 y N° 9 permiten demostrar el efecto de la aplicación de fungicidas sobre la incidencia y la severidad de enfermedades foliares. En lo que a incidencia respecta, los valores hacia el final del ciclo del cultivo se concentraron entre un 30 y un 40%, pero las parcelas testigo sin fungicidas se mantuvieron gran parte del ciclo con una alta incidencia y eso se vio reflejado en los resultados finales, ya que redujo su área verde durante el período crítico comprometiendo la captación de radiación y, en consecuencia, el número de granos por unidad de área y con ello el rendimiento final. En el caso de la severidad, los cuatro tratamientos arrojaron valores de entre 50 y 70%; nuevamente el tratamiento testigo logró siempre los valores más altos de severidad respecto al resto de los tratamientos y ello impactó negativamente en el número de granos y en el rendimiento final.

Rendimiento y calidad del cultivo de cebada

Resultados en Cebada

Tabla N° 9. Porcentajes de granos retenidos en los calibres de 2,8, 2,5 y 2,2 mm, porcentaje de proteína de los granos, rendimiento en grano, N° granos por hectárea y peso de mil granos. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Tratamientos	2,8 mm	1 era calidad (2,5 mm)	BAJO ZARANDA 2,2 mm	% PROTEINA	Rendimiento corregido por humedad (kg/ha)	N° granos/ha	P1000
T1	37,7 A	76,5 A	5,5 C	12,9 B	1220,5 A	41375000 A	33,1 A
T2	49,2 B	80,3 B	4,5 BC	12,0 AB	2036,3 B	60875000 B	36,2 B
T3	60,3 C	86,2 C	3,0 A	11,5 A	2660,4 C	76350000 C	39,4 C
T4	60,3 C	85,7 C	3,5 AB	12,1 AB	2843,3 C	76350000 C	39,5 C

El rendimiento ajustado por humedad presentó diferencias significativas entre tratamientos (Fig. N° 10). La doble aplicación de fungicidas en Z 3.1 y 3.9 y a su vez reforzado con aplicación de fertilizante foliar produjeron los mayores rendimientos significativamente mayores a los resultados de los tratamientos T1 y T2. El tratamiento T2 rindió 67% más que el T1 y 31% menos que el T3. Aplicar fungicidas y fertilizantes foliares en Z3.9 además de en Z3.1 (T4) aumentó los rendimientos un 40% comparado a una sola aplicación de fungicida (T2). No hubo diferencias en rendimiento entre T3 y T4, por lo que la fertilización foliar no tuvo efectos sobre el rendimiento.

La aplicación de fungicidas permitió lograr una mejor sanidad que permitió una mayor duración del área foliar verde permitiendo una mayor captura de la radiación y con ello incrementar la tasa de fotosíntesis y el número y peso de los granos (Couretot et al 2011).

Tal como lo demostró Mousegne en 2012, la aplicación combinada de fertilizante nitrogenado con fungicidas produjo un aumento en el número de granos y, consecuentemente, en el rendimiento.

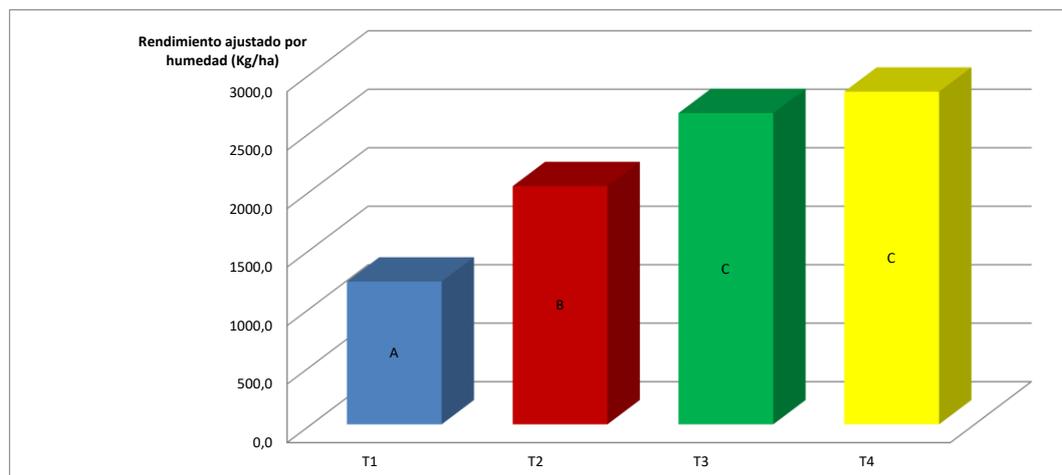


Figura N° 10. Rendimiento de cebada cervecera en kg/ha corregido por humedad para cada tratamiento.

El porcentaje de proteína mostró diferencias significativas entre los tratamientos pero lo que se ponderó en los resultados fueron los valores logrados por los tratamientos T3 y T2 ya que no superaron el 12% (Fig. N° 11) y son los que recibirían bonificaciones mientras que T4 al estar excedido 0,1% no cumplió con las exigencias del mercado y sería penalizado.

La concentración de proteínas en los granos es el resultado de la relación entre la acumulación de nitrógeno y de biomasa en el grano. La fertilización nitrogenada suele determinar incrementos en el contenido proteico de los granos (Prystupa y Ferraris 2011). Aplicaciones tardías de N por lo general no aumentan rendimientos, pero tienen efectos sobre la proteína (Ferraris et al 2009). Como se observa en las figuras N° 10 y N° 11 a medida que el rendimiento aumenta con los tratamientos la concentración proteica en los granos disminuye a excepción del T4 que cuenta con una aplicación de fertilizante nitrogenado en forma tardía y por ello aumentan las dos variables.

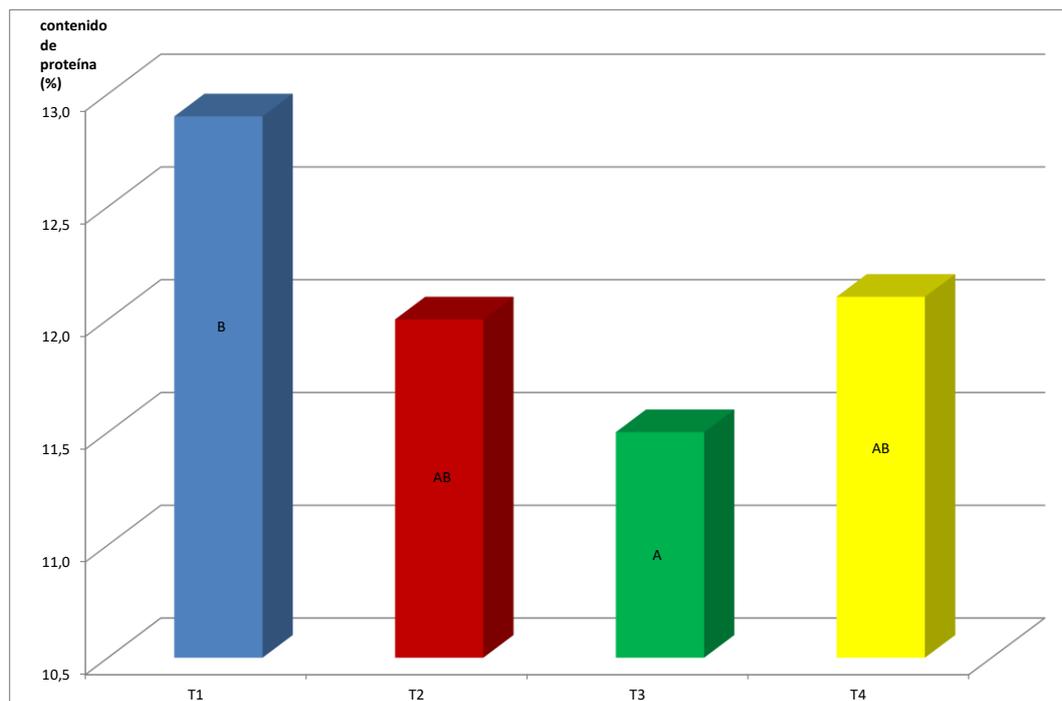


Figura N° 11. Porcentaje de Proteína del grano de cebada para cada tratamiento.

El porcentaje de granos retenidos por encima de 2,5 mm (Figura N° 12) tuvo diferencias significativas en los tratamientos T3 y T4 respecto al T2 y al T1 ya que ambos superaron el 85% exigido no existiendo diferencia entre los mismos tratamientos, alcanzando valores de 86,2 % y 85,7% respectivamente. Ese nivel de calibre alcanzado se debió posiblemente al control realizado mediante fungicidas que permitieron preservar el área foliar y en consecuencia la intercepción de la radiación y la eficiencia de fotosíntesis y de esa manera que se destinen más fotoasimilados a los granos aumentando así su tamaño. Los resultados del T4 verifican lo observado por Prystupa (2012) quien afirmaba que la fertilización nitrogenada suele determinar disminuciones del calibre en cebada y un aumento del porcentaje de granos provenientes de macollos con menor calibre. Una excesiva fertilización nitrogenada puede disminuir el calibre (Míguez 2008). Sin embargo no hay diferencias con T3.

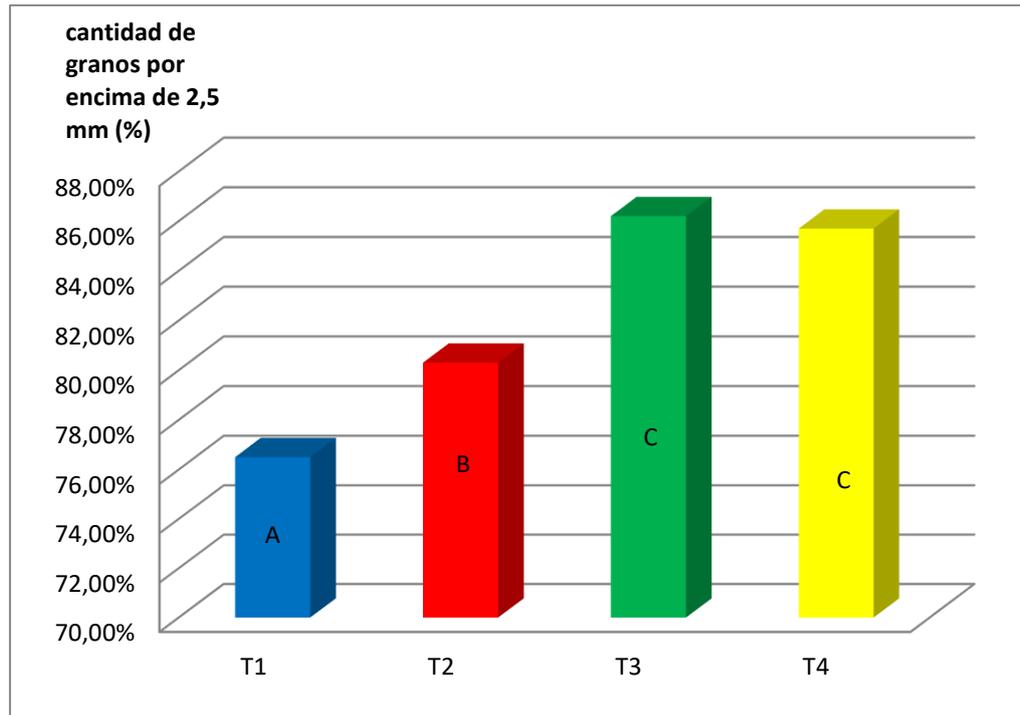


Figura N° 12. Porcentaje del grano de cebada por encima de 2,5 mm por tratamiento.

El porcentaje de granos menor a 2,2 mm “bajo zaranda” (Fig. N° 13) mostró diferencias de significancia en los tratamientos T3 y T4 respecto a los otros y a su vez, en los tratamientos que estadísticamente se diferenciaron, los valores se acercaron a los estándares que exige el mercado, menor a 3%. La variedad respondió a la doble aplicación de fungicidas que logró contrarrestar el efecto de las enfermedades foliares y mejorar la eficiencia de fotosíntesis, generando así menor cantidad de granos pequeños. Al analizar calibre generalmente se observa que al aumentar el número de granos disminuye el tamaño de los mismos (Pugliese 2013).

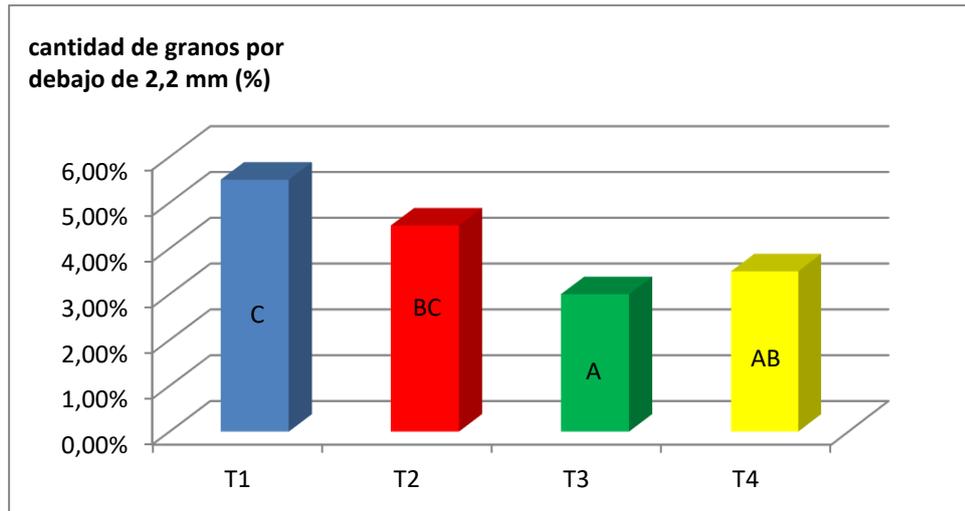


Figura N° 13. Porcentaje de granos menor a 2,2 mm por tratamiento.

El peso de 1000 granos (Fig. N° 14) mostró diferencias significativas en favor de los tratamientos T3 y T4 producto del control realizado con fungicidas en etapas críticas previo al llenado de granos del cultivo que permitieron tratar las enfermedades, recuperar el tejido fotosintéticamente activo y de esta manera incrementar la tasa fotosintética dejando mayor cantidad de fotoasimilados disponibles para los granos aumentando por ende el peso de los mismos.

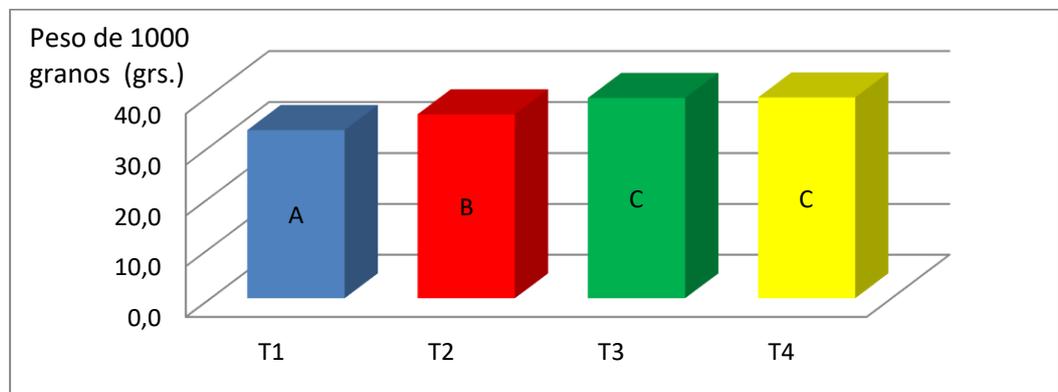


Figura N° 14. Peso de 1000 granos para cada tratamiento en gramos.

El rendimiento se correlacionó en forma positiva con el peso de granos ($r=0.73$) y con el número de granos ($r=0.98$); (ver Figs. N° 15 y N° 16).

Tabla N° 7. Correlación entre rendimiento ajustado por humedad y P1000 y N° granos.

Correlación	
Rendimiento y P1000	Rendimiento y N° granos
0,73	0,98

Tabla N° 8. Coeficiente de determinación entre rendimiento ajustado por humedad y P1000 y N° granos.

Coeficiente de determinación (R ²)	
Rendimiento y P1000	Rendimiento y N° granos
0,54	0,95

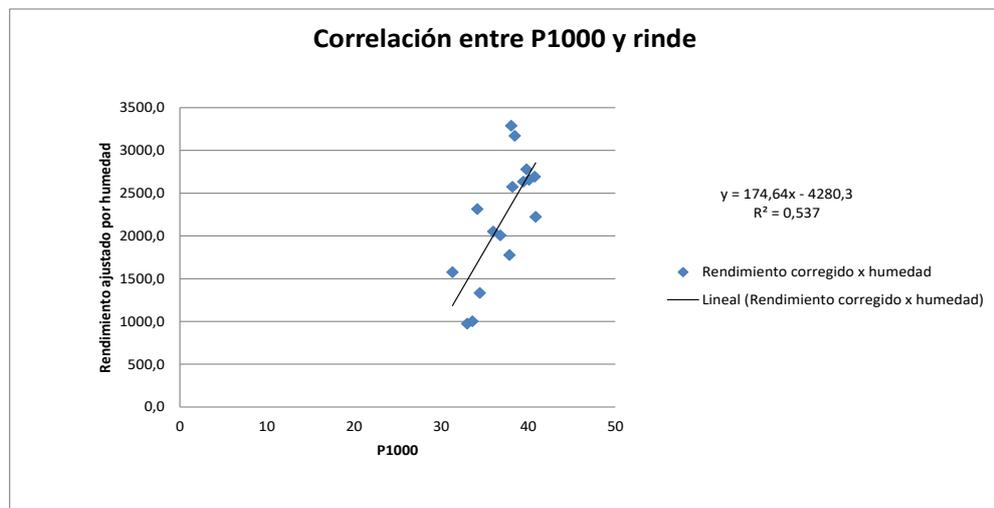


Figura N° 15. Correlación entre N° de granos y rendimiento ajustado por humedad.

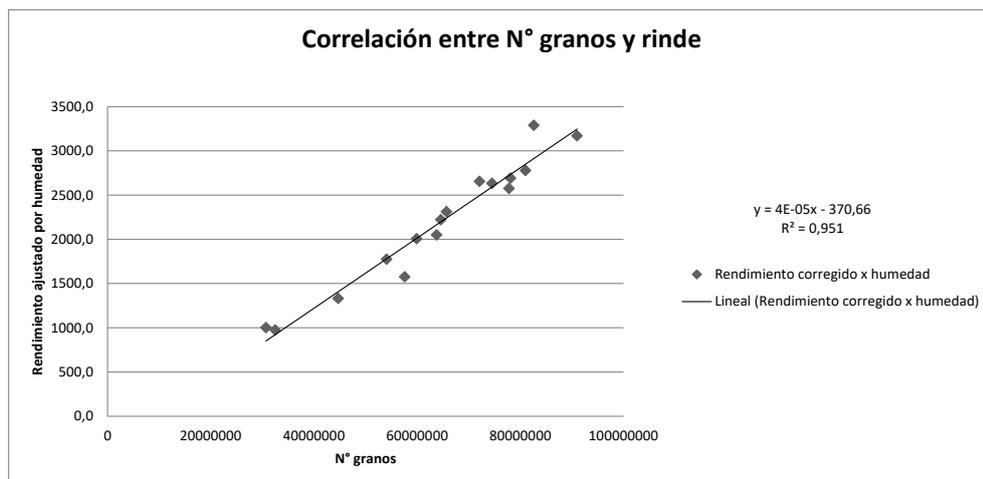


Figura N° 16. Correlación entre P1000 y rendimiento ajustado por humedad.

Los resultados de la correlación verificaron lo observado por Serrago y otros en 2011, quienes manifestaron que las variaciones en el rendimiento están más fuertemente vinculadas a las variaciones en el número de granos por unidad de área que al peso de los mismos.

Conclusiones

El ensayo realizado permitió verificar la alta susceptibilidad que presenta la variedad de cebada cervecera C61 frente a enfermedades.

La doble aplicación de fungicidas (T3) en distintos momentos del ciclo ontogénico de la variedad C61 de cebada permitió aumentar el rendimiento y también el calibre consiguiendo disminuir el porcentaje de proteína mientras que con una sola aplicación de fungicidas (T2) no permitió el máximo rendimiento. La fertilización foliar nitrogenada adicional a las otras aplicaciones logró diferenciarse estadísticamente en forma significativa de T1 y T2 aunque no tuvo ninguna diferencia estadísticamente significativa respecto al T3.

El ensayo logró demostrar que la doble aplicación de fungicidas (T3) fue suficiente para lograr aumentar los rendimientos y obtener porcentajes de proteína y calibre aceptados por la industria sin necesidad de aplicar fertilizante nitrogenado en forma tardía.

El valor de proteína superó el standard (12%) producto de las mismas aplicaciones nitrogenadas tardías que además aumentó levemente el porcentaje de granos menor a 2,2 y disminuyó el porcentaje de granos mayor a 2,5 mm. Aunque sin que se diferencien en forma significativa con T3.

El tratamiento con doble aplicación de fungicidas permitió lograr un 86,2 % de granos por encima de 2,5 mm y 3% de granos bajo zaranda, un 11,5 % de proteína y un rendimiento de 2843 kg/ha. De esta manera, resultó ser el tratamiento más adecuado por su rendimiento y estándar de calidad.

Anexos

Análisis estadístico de la respuesta de la cebada cervecera frente a la aplicación de fungicida y fertilizante foliar

Modelo estadístico

Tratamientos: $\tau_i = 4$.

Bloques: $\beta_j = 4$.

MODELO: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$.

Y_{ij} = Observación de en la unidad experimental.

μ = Efecto medio.

τ_i = Efecto del tratamiento i .

β_j = Efecto del bloque j .

ε_{ij} = Error experimental de la u.e. i, j .

$\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$, *independientes*

$i=1,2,3,4$.

$j=1,2,3,4$.

Prueba de hipótesis en DBCA

Inferencia estadística sobre τ_i y β_j

H_0 = Hipótesis nula

$T_1 = T_2 = \dots = T_i$ (el tratamiento no tiene efecto)

$B_1 = B_2 = \dots = B_j$ (el bloque no tiene efecto)

Es decir no hay efecto de los tratamientos sobre la variable respuesta.

Es decir no hay efecto debido a los bloques.

H_a = Hipótesis alternativa

$T_1 \neq T_2 = \dots = T_i$ (el tratamiento tiene efecto)

$B_1 \neq B_2 = \dots = B_j$ (el bloque no tiene efecto)

Es decir al menos un tratamiento tiene efecto sobre la variable respuesta.

Es decir al menos un bloque tiene efecto sobre la variable respuesta.

Análisis de datos

Tablas de rendimiento por tratamiento

Rendimiento corregido por humedad

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento corregido por ..	16	0,85	0,81	14,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6446848,28	3	2148949,43	22,84	<0,0001
Tratamiento	6446848,28	3	2148949,43	22,84	<0,0001
Error	1128951,77	12	94079,31		
Total	7575800,04	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=386,55367

Error: 94079,3138 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1	1220,50	4	153,36	A
T2	2036,33	4	153,36	B
T3	2660,43	4	153,36	C
T4	2843,35	4	153,36	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

Tablas de proteína por tratamiento

% PROTEINA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% PROTEINA	16	0,36	0,20	6,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4,12	3	1,37	2,25	0,1355
Tratamiento	4,12	3	1,37	2,25	0,1355
Error	7,35	12	0,61		
Total	11,47	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,98618

Error: 0,6123 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3	11,47	4	0,39	A
T2	11,95	4	0,39	A B
T4	12,11	4	0,39	A B
T1	12,88	4	0,39	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

Tablas de calibre en 2,5 mm por tratamiento

Calibre en 2,5 mm

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Calibre en 2,5 mm	16	0,77	0,72	3,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	257,09	3	85,70	13,77	0,0003
Tratamiento	257,09	3	85,70	13,77	0,0003
Error	74,70	12	6,22		
Total	331,78	15			

Test: LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=3,14426

Error: 6,2246 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1	76,45	4	1,25	A
T2	80,33	4	1,25	B
T4	85,65	4	1,25	C
T3	86,18	4	1,25	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

Tablas de calibre menor a 2,2 mm por tratamiento

Bajo Zaranda

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Bajo Zaranda	16	0,64	0,55	19,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14,60	3	4,87	7,13	0,0053
Tratamiento	14,60	3	4,87	7,13	0,0053
Error	8,20	12	0,68		
Total	22,80	15			

Test: LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1,04147

Error: 0,6829 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3	3,03	4	0,41	A
T4	3,50	4	0,41	A B
T2	4,53	4	0,41	B C
T1	5,50	4	0,41	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

Tablas de P1000 según tratamientos

P1000

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
P1000	16	0,84	0,80	3,60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	112,05	3	37,35	21,02	<0,0001
Tratamiento	112,05	3	37,35	21,02	<0,0001
Error	21,33	12	1,78		
Total	133,38	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1,68008

Error: 1,7772 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	33,09	4	0,67 A
T2	36,20	4	0,67 B
T3	39,39	4	0,67 C
T4	39,53	4	0,67 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

Tablas de N° granos/ha según tratamiento

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N° granos/ha	16	0,79	0,74	13,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3602931875000000,00	3	1200977291666670,00	15,07	0,0002
tratamiento	3602931875000000,00	3	1200977291666670,00	15,07	0,0002
Error	956032500000000,00	12	79669375000000,00		
Total	4558964375000000,00	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=11248857,99121

Error: 79669374999999,9844 gl: 12

tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	41375000,00	4	4462885,14 A
T2	60875000,00	4	4462885,14 B
T3	76350000,00	4	4462885,14 C
T4	79075000,00	4	4462885,14 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

Tablas de Stand de plantas/ha según tratamiento

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Pl/ha	16	0,12	0,00	23,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	192688671875,00	3	64229557291,67	0,52	0,6740
Tratamiento	192688671875,00	3	64229557291,67	0,52	0,6740
Error	1470879687500,00	12	122573307291,67		
Total	1663568359375,00	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=441225,57861

Error: 122573307291,6667 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T4	1362500,00	4	175052,35 A
T1	1387500,00	4	175052,35 A
T2	1513125,00	4	175052,35 A
T3	1637500,00	4	175052,35 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

Tablas de correlación entre rendimiento vs nº de granos y P1000

Coefficientes de correlación

Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades

	Rendimiento corregido x hu..	Nº granos
Rendimiento corregido x hu..	1,00	1,5E-10
Nº granos	0,98	1,00

Coefficientes de correlación

Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades

	Rendimiento corregido x hu..	P1000
Rendimiento corregido x hu..	1,00	1,2E-03
P1000	0,73	1,00

Bibliografía

Carmona, M. A., Barreto, D., Romero, A. M. (2011). Enfermedades del cultivo. Importancia, síntomas y manejo integrado. En: Miralles, D., Benech-Arnold, R., Abeledo, G. (eds) Cebada Cervecera. Buenos Aires. FAUBA, págs. 133-171.

Carmona, M. (2012). Como mantener “a raya” las enfermedades de hoja. Entrevista. Clarín Rural., pags. 10-11.

Couretot, L., Ferraris, G., Mousegne, F. (2011). Experiencias en el control químico de enfermedades foliares de trigo y cebada en la zona Norte de la Pcia de Bs.As. INTA. Ensayos. <http://www.elsitioagricola.com/articulos/ferraris/Experiencias-en-el-control-quimico-de-enfermedades-foliares-de-trigo-y-cebada.pdf>. Consultado en mayo 2013

Ferraris, G., Prystupa, P., GutierrezBoem, F., Couretot, L. (2009). Manejo de nitrógeno para la obtención de altos rendimientos con calidad en cebada cervecera, Agromercado, cuadernillo temático de colza y cebada., págs. 16-17.

Fontanetto, H., Keller, O., Salas, J., Tesore, G., (2010). Efecto de diferentes fuentes nitrogenadas en un cultivo de cebada. Agromercado, cuadernillo temático de colza y cebada, pág. 10-12.

Guyot, P. (2004). Guía para el buen cultivo de cebada, Entrevista AACREA, Suplemento Campo, Diario La Nación. Consultado en <http://www.lanacion.com.ar/607381-guia-para-el-buen-cultivo-de-cebada>. Febrero, 2013.

Landriscini, M., Lazzari, M., Galantini, J. (2010). Fertilización nitrogenada y balance de nutrientes en cebada cervecera. CI. Suelo (Argentina). 28 (2). págs. 201-213.

Míguez, F. (2008). Cebada cervecera, una alternativa para el invierno. Agromercado, 277, Nota de tapa. págs. 4-7.

Míguez, F. (2013). Planificando la siembra fina. Agromercado, 336, Nota de tapa. págs. 4-6.

Miralles, D. J. (2013) ¿Qué cambios ocurrieron en los sistemas de producción de trigo y cebada en los últimos años en Argentina?. A todo trigo y cultivos de invierno, Mar del Plata: 1-19.

Miralles, D., Arisnabarreta, S. y Alzueta, I. (2011). Desarrollo ontogénico y generación del rendimiento. Cebada cervecera. Buenos Aires. FAUBA. págs. 1-34.

Mousegne, F., Lopez de Sabando, M., Jimenez Peña, M., Ferraris, G., Couretot, L. Russo, M. y Magnone, G. (2012). Efecto de tratamientos de fertilización foliar. Agromercado, cuadernillo clásico de trigo. N° 168. págs. 18-20.

Prystupa, P. Cebada y Avena. En Echeverría, H., García, F. (2006). Fertilización de Suelos y Fertilización de Cultivos, Buenos Aires. INTA. págs. 317-331.

Prystupa, P., Ferraris, G. (2011). Nutrición mineral y fertilización. En: Miralles, D., Benech-Arnold, R., Abeledo, G. Cebada cervecera. Buenos Aires. FAUBA. págs. 35-62.

Prystupa, P. Marzo (2012). Calidad en cebada, un aspecto a tener en cuenta. En pag web <http://www.agro.uba.ar/noticias/node/777>. Consultado en Marzo 2013

Pugliese, G. (2013). Manejo de la fertilización en cebada cervecera de alta producción en el sur de la provincia de Buenos Aires. Entrevista. Agromercado, cuadernillo temático de colza y cebada., pág. 22-23.

Savin, R.; Aguinaga, A. (2011). Los requerimientos de la industria: calidad comercial e industrial y sus determinantes. En: Miralles, D., Benech-Arnold, R., Abeledo, G. (eds) Cebada Cervecera. Buenos Aires. FAUBA. págs. 205-242.

Savio, H., Aguinaga, A. (2011). Mejoramiento genético de cebada cervecera. En: Miralles, D., Benech-Arnold, R., Abeledo, G. (eds) Cebada Cervecera Buenos Aires. FAUBA. págs. 243-274.

Serrago, R. A.; Carretero, R; Miralles D.J. (2011). Aspectos ecofisiológicos para el manejo de enfermedades foliares. En: Miralles, D., Benech-Arnold, R., Abeledo, G. (eds) Cebada Cervecera. Buenos Aires. FAUBA. págs. 115-132.

http://old.siiia.gov.ar/sst_pcias/estima/estima_1.php. Producción de cebada cervecera por provincia y producción de cebada cervecera en la última década. Marzo, 2013.

http://www.mdp.edu.ar/agrarias/grado/764_PPA/archivos/PPA_Cerveza_y_Malta.pdf. Dispersión geográfica del cultivo en función del área sembrada promedio de las últimas cinco campañas. Consultado en Marzo, 2013.

<http://www.aacrea.org.ar/index.php/comunicado-de-prensa/802-inesperada-caida-de-los-rindes-y-de-la-calidad-de-cebada>. Consultado en enero 2013