

**Romero, Mariano**

*Respuesta en rendimiento y calidad de la cebada cervecera a la fertilización nitrogenada y a la aplicación de fungicida en un ambiente de media loma en Chivilcoy, 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:

Romero, M. 2015. Respuesta en rendimiento y calidad de la cebada cervecera a la fertilización nitrogenada y a la aplicación de fungicida en un ambiente de media loma en Chivilcoy, 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-calidad-cebada-cervequera-chivilcoy.pdf> [Fecha de consulta:.....]



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA  
ARGENTINA**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**Ingeniería en Producción Agropecuaria**

**Respuesta en rendimiento y calidad de la cebada  
cervecera a la fertilización nitrogenada y a la aplicación  
de fungicida en un ambiente de media loma en  
Chivilcoy, provincia de Buenos Aires.**

**Trabajo final de graduación para optar por el título de:  
Ingeniero en Producción Agropecuaria.**

**Autor:** Mariano Romero.

**Registro:** 05-08006-05

**Profesor Tutor:** Ing. Agr. Inés Davérède, PhD

## **Resumen**

Las hectáreas sembradas con cebada cervecera aumentaron del 2010/2011 al 2012/2013 un 140%, debido a un gran aumento en el consumo de cerveza, y a la intervención del estado en el mercado de trigo, surgiendo la cebada como una alternativa para la época invernal. El objetivo de este ensayo fue evaluar el rendimiento y la calidad de una variedad de cebada cervecera C61 con aplicaciones de fertilizante nitrogenado y fungicida en diferentes estadíos. Se realizó un diseño en bloques completos distribuidos al azar, con 4 repeticiones y 5 tratamientos, los cuales fueron: 1: Testigo; 2: 80 kg nitrógeno (N) ha<sup>-1</sup> en macollaje; 3: 80 kg N ha<sup>-1</sup> en macollaje y una aplicación de 20 kg N ha<sup>-1</sup> en hoja bandera; 4: 80 kg N ha<sup>-1</sup> en macollaje, aplicación de 20 kg N ha<sup>-1</sup> en hoja bandera, mas aplicación de fungicida; 5: 80 kg N ha<sup>-1</sup> en macollaje, aplicación de fungicida en principios de encañazon, aplicación de 20 kg N ha<sup>-1</sup> en hoja bandera junto con una segunda aplicación de fungicida. Con respecto al rendimiento, los tratamientos 4 y 5 superaron significativamente al tratamiento testigo y al 2, promediando 3051 kg ha<sup>-1</sup>, un 56% más que el testigo y un 22% más que el tratamiento 2. El tratamiento 3 promedió 2572 kg ha<sup>-1</sup>, superando al testigo en un 32%. En cuanto al contenido proteico no hubo diferencias significativas entre tratamientos, promediando 10,5%. En lo que a calibre 2,8 mm respecta, el tratamiento 5 superó a los tratamientos 2 y 3 en un 30%. Con respecto al calibre 2,5 mm, los tratamientos 4 y 5 promediaron 90%, un 9% más que el tratamiento 2, siendo esta diferencia significativa. En cuanto al calibre <2,2 mm, los tratamientos 4 y 5 promediaron un 1,82%, un 42% menos que el tratamiento 2, mientras que el tratamiento 4, obtuvo un 41% menos que el tratamiento 3. En conclusión, en un año húmedo con alta incidencia de enfermedades, la fertilización nitrogenada incrementó el rendimiento pero bajó el calibre, a diferencia de los tratamientos con fungicida y nitrógeno, los cuales se vieron favorecidos tanto en rendimiento como en calibre de grano.

## **Agradecimientos**

A continuación mencionaré a las personas que participaron, colaboraron e hicieron posible la realización de este trabajo.

Quiero comenzar agradeciéndole a mi tutora la Ing. Agr. Inés Davéréde, quien me acompañó constantemente durante la realización de este trabajo, ayudándome, corrigiéndome, enseñándome. Quiero destacar por sobre todas las cosas sus ganas y su excelente predisposición, respondiendo mails, mensajes de texto, cualquiera fuese la inquietud, siempre estuvo presente.

En segundo lugar quiero agradecerle al Ing. P.A John Scanlan, cuya participación fue de vital importancia, aportando las semillas y dándonos la posibilidad de poder evaluar esta nueva variedad de cebada cervecera.

En tercer lugar quiero agradecerle a mi amigo Bernardo Moreno Ugartemendía, por su ayuda incondicional durante el ensayo en las distintas labores realizadas, y una vez finalizado el mismo, por su motivación para la realización de este trabajo.

En cuarto lugar quiero agradecerle a la Facultad de Ciencias Agrarias de la UCA, por brindarme todos los conocimientos y herramientas que utilizaré durante mi vida profesional, por darme el espacio en el cual me sentí muy cómodo, y por darme la oportunidad de conocer grandísimas personas, las cuales son mis amigos, este particularmente es uno de los regalos más lindos que me llevo de esta facultad.

Para finalizar quiero agradecerle a mi familia, el esfuerzo y sacrificio para que yo llegue a esta etapa de mi carrera y poder presentar mi trabajo final de graduación; sin su ayuda, sus consejos y su aliento no hubiera podido llegar a este punto, al igual que mi novia María Belén, cuyos consejos, apoyo y motivación fueron fundamentales, alentándome para que finalice este trabajo y poder conseguir el tan ansiado título.

# Índice

Introducción:.....	1
Hipótesis .....	4
Objetivo General.....	4
Objetivos específicos .....	4
Materiales y métodos.....	4
Diseño experimental .....	5
Métodos y procedimientos.....	5
Análisis estadístico .....	6
Resultados.....	6
Discusión .....	10
Conclusiones.....	12
Bibliografía.....	13
Anexos.....	16
Análisis de Normalidad .....	17
Análisis de homocedasticidad.....	20
Comparaciones entre tratamientos.....	24
Clima del área experimental .....	27

## **Introducción:**

La cebada es el cuarto cereal del mundo por volumen de producción, detrás del maíz, arroz y trigo. Dentro de los países de Sudamérica, la Argentina es el mayor productor de cebada, especializándose en cebada cervecera cuya producción ha aumentado considerablemente desde fines de la década del 80. Ha pasado de representar menos del 5% del área sembrada con trigo hace 10 años atrás a alcanzar en la última campaña el 15% del área ocupada por el principal cultivo invernal, con perspectivas de crecimiento en los últimos años (Cattáneo, 2011a).

Entre las razones que fundamentan el crecimiento del cultivo, se puede mencionar la rápida incorporación del cultivo de cebada por parte del productor, la liberación temprana del lote, la buena alternativa de rotación con trigo ya que no comparten las principales enfermedades de ambos cultivos, un rápido crecimiento inicial que favorece la competencia con las malezas, una mayor resistencia a heladas y menor riesgo de infección con fusarium en floración con respecto al trigo. La principal razón que favorece a la cebada por sobre el trigo son las mejores condiciones actuales de comercialización, realizándose mediante contratos con las malterías, lo que ha alentado a numerosos productores a introducir su siembra o a aumentar la superficie cultivada en caso de que ya lo hicieran. Además, aporta al sistema de producción residuos y cobertura lo cual constituye una herramienta importante para la intensificación y diversificación de cultivos (Ferraris, 2012).

Otro factor importante a tener en cuenta para explicar el porqué del crecimiento de este cultivo es la integración económica con Brasil (importante consumidor de malta para la elaboración de cerveza), aumentando de esta forma las hectáreas sembradas para la producción de cebada, aprovechando nuestras condiciones agroecológicas para la producción de la misma (Tomaso, 2003).

Con respecto a las zonas de producción, más del 90% de la producción total del país se ubica dentro del territorio de la Provincia de Buenos Aires, aportando el resto las Provincias de La Pampa, Córdoba y Santa Fe. Podemos distinguir tres grandes áreas de producción, centro-norte de Buenos Aires, sudeste y sudeste-oeste de Buenos Aires (Cattáneo, 2011b).

La nutrición mineral del cultivo es un aspecto importante a tener en cuenta, ya que tanto el rendimiento como los distintos factores que componen el mismo, pueden verse limitados por la deficiencia de algún nutriente. La fertilización nitrogenada es una herramienta de gran impacto sobre el

rendimiento, pero la misma puede tener consecuencias tanto positivas como negativas sobre la calidad comercial del grano obtenido, ya que tanto la absorción de nitrógeno preantesis como su posterior removilización juegan un rol importantísimo al momento de definir el contenido de nitrógeno en grano (Boga, 2014). Existe una correlación negativa entre el calibre y contenido proteico (Magliano y otros, 2014), como así también hay una asociación inversa entre proteína y rendimiento (Massigoge y otros, 2009). Se producen aumentos en la concentración de proteína y disminuciones en el peso individual del grano frente a condiciones de estrés durante el llenado de los mismos, teniendo así la fertilización nitrogenada un impacto negativo sobre el calibre del grano en ambientes con limitaciones (Ross y otros, 2011). La práctica de manejo que consta de una fertilización con fosfato diamónico a la siembra y urea en macollaje es utilizada en la mayoría de las áreas o zonas de producción para incrementar considerablemente el rendimiento (Tomaso, 2003). Por otro lado Prystupa y Ferraris (2011) determinaron que las aplicaciones foliares de N durante espigazón fueron 25% más efectivas que las aplicaciones durante macollaje para aumentar el contenido proteico, por lo tanto una combinación factible para lograr buenos rendimientos y cumplir con los requerimientos industriales es una aplicación temprana junto con aplicaciones foliares durante espigazón.

Las enfermedades foliares son otro aspecto a tener en cuenta ya que pueden ocasionar distintos tipos de perjuicios. Pueden causar pérdidas económicas, ya sea reduciendo el rendimiento o la calidad de los granos, como así también aumentando el costo de producción debido a una mayor necesidad de insumos (Carmona y otros, 2011).

En los últimos años, la importancia de las enfermedades foliares de cebada cervecera ha aumentado considerablemente, entre las más importantes podemos encontrar a la “roya de la hoja” (*Puccinia hordei*), “mancha en red” (*Dreschlera teres*), “escaldadura” (*Phynchosporium secalis*) y “mancha borrosa” (*Bipolaris sorokiniana*).

Varios fungicidas son efectivos para reducir la incidencia y severidad de los patógenos y aumentar los rendimientos. Carmona y otros (2011) determinaron que se puede incrementar el rinde en un orden del 20% debido a la reducción de los niveles de mancha en red en cebada, mediante la aplicación de muchos fungicidas comerciales, en el caso de la “escaldadura” resultó efectiva la utilización de Tebuconazole, propiconazole, y varias mezclas de Triazol + Estrobirulinas. Otros ensayos demostraron también incrementos de hasta 860 kg ha<sup>-1</sup> utilizando diferentes fungicidas para el control de mancha en red (Carmona y otros, 2011). Por otro lado, Couretot y otros (2011) determinaron respuestas en rendimiento de entre 772 a 790 kg ha<sup>-1</sup> (16% de

aumento) por el uso de diferentes mezclas de fungicidas (triazol + estrobirulinas). La mayoría de las evaluaciones de calidad industrial y maltera demostraron que la utilización de fungicidas en las parcelas tratadas incrementó el peso y tamaño de los granos (Carmona y otros, 2008). Massigoge y otros (2014) obtuvieron respuestas significativas en el calibre y peso medio de los granos, en los tratamientos que recibieron aplicación de fungicida en el estadio de espigazón.

Los requisitos para la comercialización de granos se basan en el poder germinativo, el contenido proteico y el tamaño de los granos. Las bases de comercialización son, una capacidad germinativa del 98%, proteína máxima y mínima entre 12% y 10% respectivamente, y una humedad máxima de 12% (Savin y otros, 2011), aceptándose partidas que presenten entre 9,5 y 13% de proteína, humedad máxima de 12,5% y una capacidad germinativa del 95% (Bolsa de comercio de Rosario, 2015).

En cuanto al tamaño de los granos, es decir el calibre, el mismo se mide al pasar los granos por zarandas de diferentes tamaños, así se considera de “primera calidad” el porcentaje de granos que queda retenido por la zaranda de 2,5mm, de segunda calidad a los retenidos en zaranda de 2,2mm y finalmente a los no retenidos o descartes a los que pasan esta última zaranda (Tomaso, 2003). El estándar de calidad oficial exige que el porcentaje de “primera calidad” sea superior al 85% y el porcentaje de descarte sea menor al 3% (Magliano y otros, 2014).

El área apta para el crecimiento de la cebada en Argentina es vasta, ya que dispone de excelentes condiciones agro-ecológicas, tecnología disponible como para poder ser más eficientes en la producción, tanto en volumen como en calidad, además del marcado crecimiento en la capacidad maltera del país, siendo la Argentina el mayor productor de cebada cervecera dentro de Sudamérica (Cattáneo, 2011b).

La variedad de cebada cervecera C61 es nueva en el país, está en la etapa de evaluación de sus caracteres agronómicos y no se encuentra en el mercado aún. Esta variedad, se caracteriza por una gran calidad maltera, es decir, alto calibre y buen contenido proteico, pero rindes inferiores y una mayor susceptibilidad a las principales enfermedades en comparación con variedades utilizadas actualmente (Scarlett, Andreia).

## **Hipótesis**

- La fertilización nitrogenada en macollaje incrementa el rendimiento y la proteína de cebada sin disminuir el calibre del mismo.
- La fertilización nitrogenada foliar tardía incrementa el rendimiento, aumenta la proteína y aumenta el calibre.
- La aplicación tradicional de fungicida en hoja bandera aumenta el rendimiento, la proteína y el calibre de la cebada.
- Una segunda aplicación de fungicida a principios de encañazón aumenta la proteína, el calibre y rendimiento de la cebada.

## **Objetivo General**

Describir el comportamiento de una variedad de cebada cervecera C61, en cuanto al rendimiento, proteína y calibre de la misma, frente a distintas prácticas agronómicas.

## **Objetivos específicos**

### Evaluar:

- La respuesta en rendimiento, proteína y calibre a la aplicación de nitrógeno en macollaje.
- La respuesta en rendimiento, proteína y calibre a la aplicación de nitrógeno foliar tardía.
- La respuesta en rendimiento, proteína y calibre a la aplicación tradicional de fungicida en hoja bandera.
- 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 dos aplicaciones de fungicida vs una aplicación en hoja bandera.

La respuesta en rendimiento, proteína y calibre de la aplicación de nitrógeno en macollaje y en Z3.9 vs la aplicación de nitrógeno en macollaje.

## **Materiales y métodos**

### **Localización del ensayo**

El ensayo experimental fue realizado en el establecimiento “El Abrojal”, en un ambiente de media loma, ubicado en la localidad de Chivilcoy, Provincia de Buenos Aires.

## **Diseño experimental**

Para la realización del ensayo se empleó un diseño en bloques completos aleatorizados (DBCA), con 4 repeticiones y 5 tratamientos. Las unidades experimentales fueron parcelas de 2m x 5m, totalizando 20 unidades experimentales.

## **Tratamientos**

- 1- Tratamiento testigo
- 2- 80 kg de N ha<sup>-1</sup> en macollaje (Z 2.2)
- 3- 80 kg de N ha<sup>-1</sup> en macollaje y una aplicación de 20 kg N ha<sup>-1</sup> foliar tardía (hoja bandera Z3.9).
- 4- 80 kg N ha<sup>-1</sup> en macollaje, más aplicación de fungicida en hoja bandera Z3.9 conjuntamente con una aplicación de 20 kg N ha<sup>-1</sup> foliar tardía en Z3.9
- 5- 80 kg N ha<sup>-1</sup> en macollaje, más aplicación de fungicida en inicio de encañazón (Z3.1), más aplicación de 20 kg N ha<sup>-1</sup> foliar tardía en hoja bandera junto a una segunda aplicación de fungicida en Z3.9.

Se inició con la siembra de los tratamientos el 30/6, la aplicación de N en Z 2.2 fue realizada el 25/8, luego se continuó con una aplicación de fungicida en Z 3.1 el 21/9, las aplicaciones de N y fungicida en Z 3.9 fueron realizadas el 19/10, finalizando el 5/12 con la cosecha de todos los tratamientos.

## **Métodos y procedimientos**

La variedad C61 fue sembrada en surcos a 21 cm de distancia, a razón de 130 kg ha<sup>-1</sup>. El tratamiento 1 no recibió aplicación alguna. Se aplicaron 80 kg N ha<sup>-1</sup> como urea en macollaje en los tratamientos correspondientes del 2 al 5, la cual fue distribuida uniformemente al voleo sobre la totalidad de la parcela; la aplicación de N foliar tardía se realizó con un rociador de mano con el fertilizante Foliarsol U a una dosis de 20 kg N ha<sup>-1</sup>, en los tratamientos 3, 4 y 5. El fungicida Amistar Xtra se aplicó en una dosis de 400 ml ha<sup>-1</sup>, también utilizando un rociador de mano, aplicándolo lo más cerca posible de las plantas para evitar de este modo la deriva. En Z3.9 el fungicida se aplicó junto con el Foliarsol U.

Llegado el momento de la cosecha, se cosechó en cada parcela y cerca del centro, marcando con una cinta métrica 2m<sup>2</sup>, cortando las espigas en 2 m lineales de un surco. El corte se realizó dentro de lo posible unos 20 cm por debajo de las espigas para facilitar su trillado. En cada unidad experimental se determinó el rendimiento, proteína y calibre de los granos.

## **Análisis estadístico**

Las variables rendimiento, contenido proteico y calibre se analizaron mediante un análisis de la varianza, en un diseño en bloques completos al azar. El supuesto de normalidad se estudió gráficamente mediante un Q-Q plot y analíticamente mediante la Prueba de Shapiro-Wilks. La homocedasticidad se estudió mediante un gráfico de dispersión y analíticamente mediante la Prueba de Levene. El paralelismo se analizó gráficamente y las comparaciones entre tratamientos se realizaron mediante la Prueba de Tukey. Se consideraron significativas aquellas pruebas con  $p < 0,10$ . Los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el programa estadístico InfoStat 2015.

## **Resultados**

Los análisis de suelo fueron realizados el día 23/6/12, los mismos arrojaron un 4,15 % de materia orgánica, 7,6 mg kg<sup>-1</sup> P Bray (disponible) de 0-20 cm y 6,5 mg kg<sup>-1</sup> de 20-40 cm, 11 mg kg<sup>-1</sup> de azufre, el pH fue de 5,95. Los N-nitratos promediaron 38 kg ha<sup>-1</sup> de 0-20 cm y 34 kg ha<sup>-1</sup> de 20-40 cm, totalizando 72 kg ha<sup>-1</sup>.

De acuerdo con los datos aportados por el INTA Chivilcoy, la media histórica de la zona, tomando los datos desde 1990 hasta el 2011, fue de 1040 mm, el año en el que se realizó el ensayo (2012) llovieron 1512 mm, lo que nos indica que fue un año con abundantes precipitaciones, superando a la media histórica, acumulando 664 mm en los meses en los cuales se realizó el ensayo (junio-diciembre).

Hubo diferencias significativas entre los tratamientos para la variable rendimiento. Los tratamientos 4 y 5, los cuales recibieron una aplicación de urea al macollaje, fungicida y N foliar en hoja bandera, más una segunda aplicación de fungicida a principios de encañazón en el caso del tratamiento 5, fueron los que mayores rindes obtuvieron, promediando 3051 kg ha<sup>-1</sup>, un 56% mayor al testigo y un 22% mayor al tratamiento 2 (tabla 1). El tratamiento 3, el cual recibió una aplicación de urea en macollaje y una aplicación foliar tardía, obtuvo un valor intermedio, promediando 2572 kg ha<sup>-1</sup>, difiriendo significativamente con el tratamiento 1, superándolo en un 32%. No se encontraron diferencias significativas entre el resto de los tratamientos.

**Tabla n°1.** Efecto de los tratamientos testigo (tratamiento 1), 80 kg de N ha<sup>-1</sup> en macollaje (Z 2.2) (tratamiento 2), 80 kg de N ha<sup>-1</sup> en macollaje y una aplicación de 20 kg N ha<sup>-1</sup> foliar tardía (hoja bandera Z3.9; tratamiento 3), 80 kg N ha<sup>-1</sup> en macollaje, más aplicación de fungicida en hoja bandera Z3.9 conjuntamente con una aplicación de 20 kg N ha<sup>-1</sup> foliar tardía en Z3.9 (tratamiento 4) y 80 kg N ha<sup>-1</sup> en macollaje, más aplicación de fungicida en inicio de encañazón (Z3.1), más aplicación de 20 kg N ha<sup>-1</sup> foliar tardía en hoja bandera junto a una segunda aplicación de fungicida en Z3.9 (tratamiento 5) sobre el rendimiento.

Tratamiento	Rendimiento Kg ha <sup>-1</sup>	
1	1952	A
2	2491	AB
3	2572	BC
4	3049	C
5	3054	C
p-valor	0,0007	

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

El porcentaje de proteínas promedió 10,5% y no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (tabla 2).

**Tabla n°2.** Efecto de los tratamientos testigo (tratamiento 1), 80 kg de N ha<sup>-1</sup> en macollaje (Z 2.2) (tratamiento 2), 80 kg de N ha<sup>-1</sup> en macollaje y una aplicación de 20 kg N ha<sup>-1</sup> foliar tardía (hoja bandera Z3.9; tratamiento 3), 80 kg N ha<sup>-1</sup> en macollaje, más aplicación de fungicida en hoja bandera Z3.9 conjuntamente con una aplicación de 20 kg N ha<sup>-1</sup> foliar tardía en Z3.9 (tratamiento 4) y 80 kg N ha<sup>-1</sup> en macollaje, más aplicación de fungicida en inicio de encañazón (Z3.1), más aplicación de 20 kg N ha<sup>-1</sup> foliar tardía en hoja bandera junto a una segunda aplicación de fungicida en Z3.9 (tratamiento 5) sobre el contenido proteico.

Tratamiento	Contenido proteico (%)	
1	10,4	A
2	10,1	A
3	10,8	A
4	10,6	A
5	10,8	A
p-valor	0,0844	

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

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para el porcentaje de calibre >2,8 mm. Los tratamientos 4 y 5, los cuales recibieron además de las aplicaciones de N, aplicaciones de fungicida, fueron los que mayor porcentaje de granos de calibre >2,8 mm obtuvieron. El tratamiento 5, el cual promedió 61% de granos sobre zaranda 2,8 mm arrojó diferencias significativas con respecto a los tratamientos 2 y 3, superándolos en un 30% en promedio (tabla 3). El tratamiento 4 lo siguió con un promedio de 58%, y el testigo, con un promedio de 50%, obtuvo un valor intermedio, tanto el tratamiento 4 como el testigo no difirieron del tratamiento 5.

**Tabla nº3.** Efecto de los tratamientos testigo (tratamiento 1), 80 kg de N ha<sup>-1</sup> en macollaje (Z 2.2) (tratamiento 2), 80 kg de N ha<sup>-1</sup> en macollaje y una aplicación de 20 kg N ha<sup>-1</sup> foliar tardía (hoja bandera Z3.9; tratamiento 3), 80 kg N ha<sup>-1</sup> en macollaje, más aplicación de fungicida en hoja bandera Z3.9 conjuntamente con una aplicación de 20 kg N ha<sup>-1</sup> foliar tardía en Z3.9 (tratamiento 4) y 80 kg N ha<sup>-1</sup> en macollaje, más aplicación de fungicida en inicio de encañazón (Z3.1), más aplicación de 20 kg N ha<sup>-1</sup> foliar tardía en hoja bandera junto a una segunda aplicación de fungicida en Z3.9 (tratamiento 5) sobre el calibre >2,8 mm.

Tratamiento	Calibre > 2,8 mm (%)	
1	50,3	AB
2	46,2	A
3	47,4	A
4	57,8	AB
5	60,9	B
p-valor	0,0297	

Nota: Medias con una letra común no nos significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ).

Con respecto al calibre >2,5 mm, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. El tratamiento 5 fue el que mayor porcentaje de granos sobre zaranda 2,5 mm obtuvo con un valor de 90,2 %, seguido por el tratamiento 4 con un valor de 90,1%, promediando 90%, un 9% más que el tratamiento 2, siendo esta diferencia estadísticamente significativa (tabla 4). Los tratamientos 3 y testigo arrojaron valores intermedios, no difiriendo del tratamiento 2 ni de los tratamientos 4 y 5. Es importante destacar que el requisito exigido por las malterías es que el porcentaje de calibre >2,5 mm sea

superior a 85%, por lo que el tratamiento 2 como así también el 3 no estarían cumpliendo con este requisito.

**Tabla n°4.** Efecto de los tratamientos testigo (tratamiento 1), 80 kg de N ha<sup>-1</sup> en macollaje (Z 2.2) (tratamiento 2), 80 kg de N ha<sup>-1</sup> en macollaje y una aplicación de 20 kg N ha<sup>-1</sup> foliar tardía (hoja bandera Z3.9; tratamiento 3), 80 kg N ha<sup>-1</sup> en macollaje, más aplicación de fungicida en hoja bandera Z3.9 conjuntamente con una aplicación de 20 kg N ha<sup>-1</sup> foliar tardía en Z3.9 (tratamiento 4) y 80 kg N ha<sup>-1</sup> en macollaje, más aplicación de fungicida en inicio de encañazón (Z3.1), más aplicación de 20 kg N ha<sup>-1</sup> foliar tardía en hoja bandera junto a una segunda aplicación de fungicida en Z3.9 (tratamiento 5) sobre el calibre > 2,5 mm.

Tratamiento	Calibre > 2,5 mm (%)	
1	86,4	AB
2	82,7	A
3	84,5	AB
4	90,1	B
5	90,2	B
p-valor	0,0109	

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

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para la variable calibre < 2,2 mm. Los tratamientos 4 y 5 obtuvieron los valores más bajos de calibre bajo zaranda de 2,2 mm, promediando 1,8%, los mismos difirieron estadísticamente del tratamiento 2, disminuyendo el valor arrojado por este último tratamiento en un 42%. El tratamiento 4 también mostró diferencias significativas con el tratamiento 3, disminuyendo el valor en un 41% (tabla 5). El tratamiento testigo arrojó un valor intermedio, sin diferir de los otros tratamientos. Recordemos que para cumplir con el requisito de las malterías, este porcentaje debe ser inferior al 3, por lo tanto el único tratamiento que no estaría cumpliendo con este requisito es el tratamiento 2.

**Tabla n°5.** Efecto de los tratamientos testigo (tratamiento 1), 80 kg de N ha<sup>-1</sup> en macollaje (Z 2.2) (tratamiento 2), 80 kg de N ha<sup>-1</sup> en macollaje y una aplicación de 20 kg N ha<sup>-1</sup> foliar tardía (hoja bandera Z3.9; tratamiento 3), 80 kg N ha<sup>-1</sup> en macollaje, más aplicación de fungicida en hoja bandera Z3.9 conjuntamente con una aplicación de 20 kg N ha<sup>-1</sup> foliar tardía en Z3.9 (tratamiento 4) y 80 kg N ha<sup>-1</sup> en macollaje, más aplicación de fungicida en inicio de encañazón (Z3.1), más aplicación de 20 kg N ha<sup>-1</sup> foliar tardía en hoja

bandera junto a una segunda aplicación de fungicida en Z3.9 (tratamiento 5) sobre el calibre < 2,2 mm.

Tratamiento	Calibre < 2,2 mm (%)	
1	2,4	ABC
2	3,1	C
3	2,9	BC
4	1,7	A
5	1,8	AB
p-valor	0,0172	

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

## **Discusión**

Los mayores rindes se observaron en los tratamientos 4 y 5, que recibieron fertilización nitrogenada y fungicidas. Los tratamientos 2 y 3, los cuales recibieron una aplicación de urea al macollaje, y una segunda aplicación foliar tardía en el caso del tratamiento 3, promediaron  $2531 \text{ kg ha}^{-1}$ , superando al testigo en un 30%, algo similar a lo observado por Ross y otros (2012a) en la chacra experimental integrada Barrow, donde evaluaron en su red de ensayos el rendimiento de la cebada cervecera frente a dosis crecientes tanto de N en macollaje como en espigazón, siendo el incremento significativo tanto cuando se aplica en uno y otro estadio. El tratamiento 3 superó significativamente al testigo, rindiendo un 32% más, no ocurriendo lo mismo en el caso del tratamiento 2, aunque el incremento en el rinde comparándolo con el testigo fue notorio. Por otro lado, Prystupa y Ferraris (2011) determinaron que aplicaciones tempranas de N junto con aplicaciones foliares durante espigazón permitieron obtener altos rendimientos con un adecuado contenido proteico de acuerdo a los requerimientos industriales.

Los tratamientos 4 y 5, que difieren en que, el tratamiento 4 recibió una aplicación tradicional en hoja bandera, y el 5 recibió esta misma aplicación sumada a otra a principios de encañazón, rindieron en promedio  $3051 \text{ kg ha}^{-1}$ , superando significativamente al testigo en 56%, y al tratamiento 2 en un 22%. Los tratamientos con aplicaciones de fungicida superaron en promedio en  $713 \text{ kg ha}^{-1}$  a los tratamientos que no la recibieron. Esta diferencia se debe a que cuando se realizó el monitoreo de enfermedades, la incidencia fue muy alta, cercana al 90%, por lo que los tratamientos con aplicaciones de fungicida tuvieron una mayor área foliar y un mayor llenado de granos. Couretot y otros

(2011) observaron un aumento del 16% en los rindes debido a la aplicación de fungicidas respecto a un testigo sin aplicar, debido a una mejor sanidad del cultivo. Carmona y otros (2008) observaron que la mayoría de las evaluaciones de calidad industrial y maltera demostraron que la utilización de fungicidas en las parcelas tratadas aumentó el peso y tamaño de los granos, componentes principales del rendimiento.

En lo que a contenido de proteínas respecta, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. El promedio de los mismos fue de 10,5%. Recordemos que para que la cebada cervecera sea comercializada como tal, debe tener un contenido proteico entre el 10 y 12 %, así que todos los tratamientos cumplieron con este requisito. El hecho de que no haya habido diferencias significativas con respecto al contenido proteico se explica debido a que el mismo es el resultado de la relación entre la acumulación de N y biomasa en el grano (Prystupa, 2006), existiendo además una correlación negativa entre calibre y proteína (Magliano y otros, 2014), por lo que los tratamientos con fungicida tuvieron hojas fotosintéticamente activas durante más tiempo, generando más biomasa, granos más pesados, disminuyendo la proteína. Por otro lado, en los tratamientos que únicamente recibieron N, la producción de biomasa fue menor, lo que permitió un leve incremento en el contenido proteico, arrojando todos los tratamientos valores similares.

En lo referente al calibre, los tratamientos 4 y 5 fueron los que mayores porcentajes de granos retenidos en zaranda 2,8 mm obtuvieron, promediando 59,5%; esto se explica debido a que estos tratamientos recibieron aplicaciones de fungicida, favoreciendo la producción de fotoasimilados para el llenado de granos, es decir incrementando el tamaño de los mismos. El tratamiento 5 mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos 2 y 3, superándolos en un 30% en promedio. Ross (2012) obtuvo resultados similares frente a la aplicación de un fungicida a base de (triazol y estrobirulina) durante la espigazón, observando un aumento del 3% en la proporción de granos retenidos en la zaranda de 2,8 mm.

En cuanto a los granos retenidos en la zaranda de 2,5 mm, ocurrió lo mismo que en la zaranda 2,8 mm, los tratamientos que mayores porcentajes promedios obtuvieron fueron el 4 y el 5, promediando 90%, debido al efecto positivo del fungicida. El tratamiento 2, el cual recibió urea al macollaje únicamente, promedió 83%, esto se debe a que el N aplicado favoreció el macollaje, y los granos provenientes de estos macollos tienen un menor calibre que los granos provenientes de vástagos principales (Prystupa, 2012). Massigoge y otros (2014) obtuvieron resultados similares, en su ensayo realizado en Coronel Dorrego, donde evaluaron 2 tratamientos con fungicidas (Allegro y Amistar Extra) y un testigo, observaron 26 días luego de la

aplicación de los fungicidas, una leve diferencia a favor de estos dado por el mayor porcentaje de superficie verde que presentaba la HB-1 (hoja bandera -1), concluyendo que hubo una respuesta significativa en calibre y PMG (peso medio de los granos) de los tratamientos con fungicida respecto del testigo. 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 contenido proteico (Míguez, 2008), si a esto último le sumamos que a dosis crecientes de N disminuyen en forma lineal las fracciones más gruesas y se incrementan las más finas (Prystupa, 2006), explica los bajos valores obtenidos en los tratamientos 2 y 3.

En cuanto a los granos que presentan un calibre menor a 2,2 mm, recordemos que es requisito que este porcentaje sea menor a 3%, los tratamientos 4 y 5 son los que menor porcentaje obtuvieron, promediando un 1,8%, siendo el tratamiento 2 el de mayor porcentaje (3,1%), no cumpliendo con el requisito. Los altos valores obtenidos en los tratamientos 2 y 3, no solo se explican por la fertilización nitrogenada que recibieron, sino también por la altísima incidencia de enfermedades en el año del ensayo, éstas normalmente aparecen durante el llenado de granos, afectando el rendimiento al quedarse la planta sin hojas, como así también la calidad comercial e industrial del grano, disminuyendo el calibre del mismo (Tomaso, 2003). Por lo tanto, los tratamientos que fueron fertilizados con N únicamente tuvieron un impacto negativo en el calibre, en cambio los tratamientos que recibieron aplicaciones de fungicida además de las aplicaciones de N arrojaron los mejores resultados en cada una de las zarandas.

## **Conclusiones**

El comportamiento de la cebada cervecera variedad C61 en la localidad de Chivilcoy en lo que a calidad respecta fue bueno, arrojando una mayoría de resultados aptos para el malteado, no así lo ocurrido con el rendimiento, ya que los valores obtenidos en los distintos tratamientos son inferiores a los rendimientos históricos de las variedades utilizadas en la zona; esto se debió a las abundantes lluvias ocurridas durante el año del ensayo (2012), más agravado aún por el ambiente de media loma donde fue realizado el mismo, y seguramente al menor potencial de rendimiento de la variedad C61.

La aplicación de N en forma de urea al macollaje generó un incremento promedio en el rendimiento de 539 kg ha<sup>-1</sup> con respecto al testigo, no ocurriendo lo mismo cuando analizamos la calidad de los granos, no afectando la proteína, disminuyendo el calibre en las zarandas 2,5 y 2,8 mm, y

aumentando el mismo bajo la zaranda 2,2 mm, contrariamente a lo planteado en la hipótesis.

La doble aplicación de N, en macollaje y foliar hoja bandera, incrementó el rendimiento en 620 kg ha<sup>-1</sup> en promedio con respecto al testigo, pero no se diferenció de una única aplicación en macollaje. Analizando la calidad entre estas dos aplicaciones, no arrojaron diferencias significativas tanto en calibre como en proteína, contrariamente a lo que se había hipotetizado.

La aplicación tradicional de fungicida en hoja bandera incrementó el rendimiento en 1097 kg ha<sup>-1</sup> en promedio con respecto al testigo, pero no se diferenció del tratamiento que recibió la doble aplicación de N, tanto en rendimiento como proteína, contrariamente a lo que se había hipotetizado, siendo significativa únicamente la diferencia arrojada en el calibre bajo zaranda de 2,2 mm, disminuyendo el valor en un 41%.

La doble aplicación de fungicida, en hoja bandera y a principios de encañazón, incrementó el rendimiento en 1102 kg ha<sup>-1</sup> en promedio con respecto al testigo, pero contrariamente a lo que se había hipotetizado, al comparar rendimiento, proteína y calibre con la aplicación tradicional, no se encontraron diferencias significativas.

Por lo tanto, la fertilización con N nos permitió incrementar los rendimientos, pero no nos favoreció en cuanto a la calidad de los granos, a diferencia de la utilización del fungicida, el cual permitió además de incrementar el rendimiento obtener una cebada de muy buena calidad maltera, teniendo en cuenta que el año en el cual fue realizado el ensayo favoreció la aparición de las principales enfermedades que afectan al cultivo.

Por último, estos resultados nos alientan a seguir investigando para obtener combinaciones que permitan generar altos rendimientos y una calidad que cumpla con los requisitos que las malterías exigen.

## **Bibliografía**

Bolsa de Comercio de Rosario 2015.

<http://www.bcr.com.ar/Normas/normas/Cervecera.pdf>, Bolsa de comercio de Rosario, normas de comercialización de cebada cervecera.

Boga L. 2014. La nutrición de cebada cervecera en Argentina: Mejores prácticas de manejo de la fertilización. Informaciones agronómicas de Hispanoamérica. 19-26. Disponible en: [www.ipni.net](http://www.ipni.net)

- Carmona M., Barreto D., y Romero A. 2011. Enfermedades del cultivo, importancia y manejo integrado. En: Miralles DJ., Benech-Arnold L., Abeledo G. (eds). Cebada Cervecera. Buenos Aires, Facultad de Agronomía, págs. 133-165.
- Carmona M., y Barreto D. 2008. Manejo integrado de enfermedades del cultivo de cebada cervecera. 207-215. Disponible en: [www.agroconsultasonline.com.ar](http://www.agroconsultasonline.com.ar)
- Cattáneo M. 2011. Cebada cervecera: Una alternativa en crecimiento. Jornada regional de cultivos de invierno, Universidad Nacional de Entre Ríos. 15-16.
- Cattáneo M. 2011. Los mercados de cebada cervecera en la Argentina y en el mundo. En: Miralles DJ., Benech-Arnold L., Abeledo G. (eds). Cebada Cervecera. Buenos Aires, Facultad de Agronomía, págs. 275-284.
- Couretot L., Ferraris G., Mousegne F. 2011. Experiencias en el control químico de enfermedades foliares en trigo y cebada en la zona norte de la Pcia de Bs As. INTA Estación experimental Agropecuaria Pergamino.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2014. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Ferraris G. 2012. Fertilización en cebada cervecera. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-agricultura/trigo/articulos/fertilizacion-cebada-cervecera-herramientas-t3437/998-p0.htm>
- Magliano P., Prystupa P., Gutiérrez Boem FH. 2014. Contenido proteico en granos de distinto tamaño en cebada cervecera. Informaciones agronómicas de Hispanoamérica. 14-18. Disponible en: [www.ipni.net](http://www.ipni.net)
- Massigoge J., Méndez A., y Villaroel D. 2009. Mapeo de rendimiento, proteína y exportación de nitrógeno en un lote de cebada cervecera. Informaciones Agronómicas n°42. Disponible en: [www.ipni.net](http://www.ipni.net)
- Massigoge J., y Gigón R. 2014. Evaluación fungicidas en cebada cervecera. Disponible en: [www.inta.gov.ar](http://www.inta.gov.ar)
- Míguez F. 2008. Cebada cervecera, una alternativa para el invierno. Revista Agromercado n° 277, págs. 4-9.
- Minagri, 2015. [www.siiia.gov.ar/sst\\_pcias/estima/estima.php](http://www.siiia.gov.ar/sst_pcias/estima/estima.php), Minagri, estimaciones agrícolas.
- Prystupa P. 2006. Cebada y avena. En: Echeverría HE. y García FO. (eds). Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos. Ediciones INTA, Buenos Aires, Argentina, págs. 317-334.

- Prystupa P. 2012. Fertilización de cebada cervecera. En: Álvarez R., Prystupa P., Rodríguez M., Álvarez CR. (eds). Fertilización de cultivos y pasturas: Diagnóstico y recomendación en la región pampeana. Editorial Facultad de agronomía, Universidad de Buenos Aires, págs. 263-273.
- Prystupa P. y Ferraris G. 2011. Nutrición mineral y fertilización. En: Miralles DJ., Benech-Arnold L., Abeledo G. (eds). Cebada cervecera. Buenos Aires, Facultad de agronomía, págs. 35-56.
- Ross F. 2012. Densidad, fertilización y uso de fungicida en cebada cervecera cv scarlett.
- Ross F., Massigoge J. 2012. Interacción fertilización nitrogenada y ambiente en cebada cervecera cv Scarlett: Rendimiento. XXIII congreso argentino de la ciencia del suelo, Mar del Plata, Argentina.
- Ross F., Massigoge J. y Zamora M. 2011. Fertilización de cebada cervecera en ambientes con tosca en el sur de Buenos Aires, Argentina. Informaciones Agronómicas n°3. 9-13.
- Savin R. y Aguinaga A. 2011. Los requerimientos de la industria: Calidad comercial e industrial y sus determinantes. En: Miralles DJ., Benech-Arnold L., Abeledo G. (eds). Cebada cervecera. Buenos Aires, Facultad de agronomía, pág. 210.
- Tomaso JC. 2003. Cebada cervecera en Argentina. 210-216. Disponible en: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210288.pdf>

## Anexos

### Estadística descriptiva

Se detallará a continuación para cada variable en estudio, por tratamiento, la cantidad de repeticiones, la media, el desvío estándar, coeficiente de variabilidad, el mínimo y el máximo.

**Tabla n°6.** Medidas de resumen de la variable rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>).

#### Medidas resumen

Trat	Variable	n	Media	D.E.	Var (n-1)	Mín	Máx
1	Rendimiento	4	1951,99	443,04	196286,56	1493,65	2541,27
2	Rendimiento	4	2491,27	132,72	17614,13	2317,46	2606,35
3	Rendimiento	4	2571,83	448,89	201505,04	1904,76	2865,08
4	Rendimiento	4	3049,21	206,11	42481,26	2807,94	3309,52
5	Rendimiento	4	3053,57	56,31	3170,41	2982,54	3114,29

**Tabla n°7.** Medidas de resumen de la variable contenido proteico (%).

#### Medidas resumen

Trat	Variable	n	Media	D.E.	Var (n-1)	Mín	Máx
1	Cont. proteico	4	10,41	0,38	0,14	9,85	10,70
2	Cont. proteico	4	10,12	0,18	0,03	9,87	10,30
3	Cont. proteico	4	10,85	0,51	0,26	10,13	11,30
4	Cont. proteico	4	10,63	0,47	0,22	10,32	11,33
5	Cont. proteico	4	10,81	0,44	0,20	10,33	11,40

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

#### Medidas resumen

Trat	Variable	n	Media	D.E.	Var (n-1)	Mín	Máx
1	Calibre > 2,8 mm	4	50,33	3,92	15,38	47,00	56,00
2	Calibre > 2,8 mm	4	46,23	3,68	13,53	41,00	48,90
3	Calibre > 2,8 mm	4	47,45	8,48	71,86	36,20	54,80
4	Calibre > 2,8 mm	4	57,85	6,62	43,80	49,90	64,50
5	Calibre > 2,8 mm	4	60,95	6,56	43,00	56,10	70,60

**Tabla n°9.** Medias de resumen de la variable calibre > 2,5 mm (%).

#### Medidas resumen

Trat	Variable	n	Media	D.E.	Var (n-1)	Mín	Máx
1	Calibre > 2.5mm	4	86,40	2,22	4,95	84,90	89,70
2	Calibre > 2.5mm	4	82,70	2,42	5,87	80,70	86,20
3	Calibre > 2.5mm	4	84,50	4,40	19,37	78,60	88,70
4	Calibre > 2.5mm	4	90,18	2,35	5,54	88,00	92,50
5	Calibre > 2.5mm	4	90,23	2,74	7,48	87,80	94,10

**Tabla n°10.** Medidas de resumen de la variable calibre< 2,2 mm (%).

**Medidas resumen**

Trat	Variable	n	Media	D.E.	Var (n-1)	Min	Máx
1	Calibre<2,2 mm	4	2,43	0,84	0,71	1,60	3,20
2	Calibre<2,2 mm	4	3,13	0,66	0,43	2,30	3,90
3	Calibre<2,2 mm	4	2,90	0,68	0,46	2,20	3,70
4	Calibre<2,2 mm	4	1,78	0,31	0,10	1,50	2,20
5	Calibre<2,2 mm	4	1,88	0,45	0,20	1,50	2,40

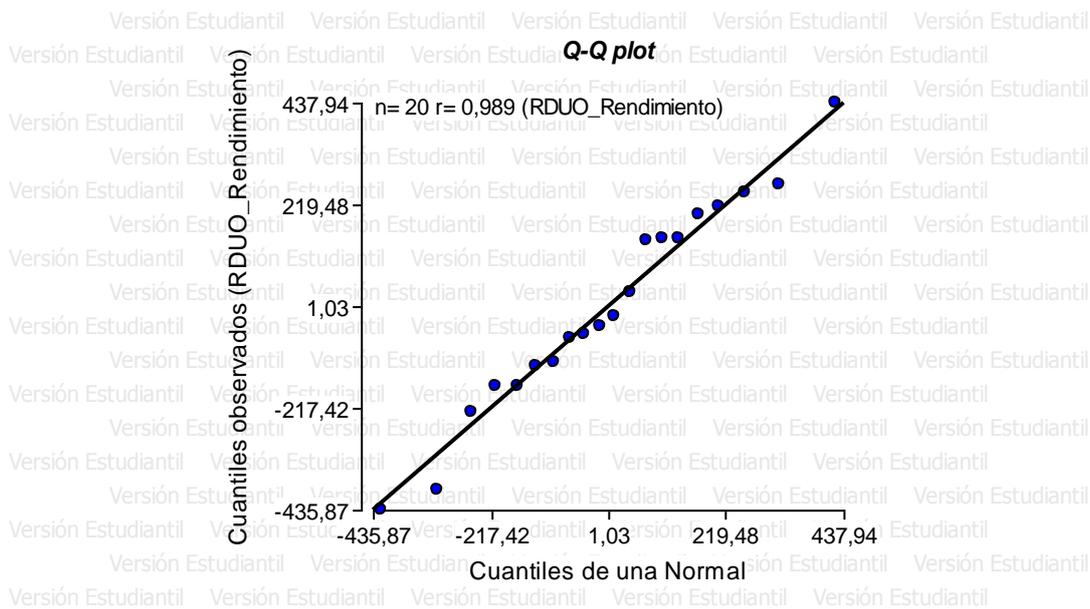
**Análisis de Normalidad**

Para detectar si se cumple con el supuesto de normalidad, se calcula el p-value de cada variable respuesta, mediante la prueba de Shapiro- Wilks, y para complementar la misma gráficamente se realiza Q-Q plot.

**Tabla n°11.** Prueba de Shapiro- Wilks (modificado) para la variable rendimiento.

**Shapiro-Wilks (modificado)**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Rendimiento	20	0,00	225,64	0,96	0,7944

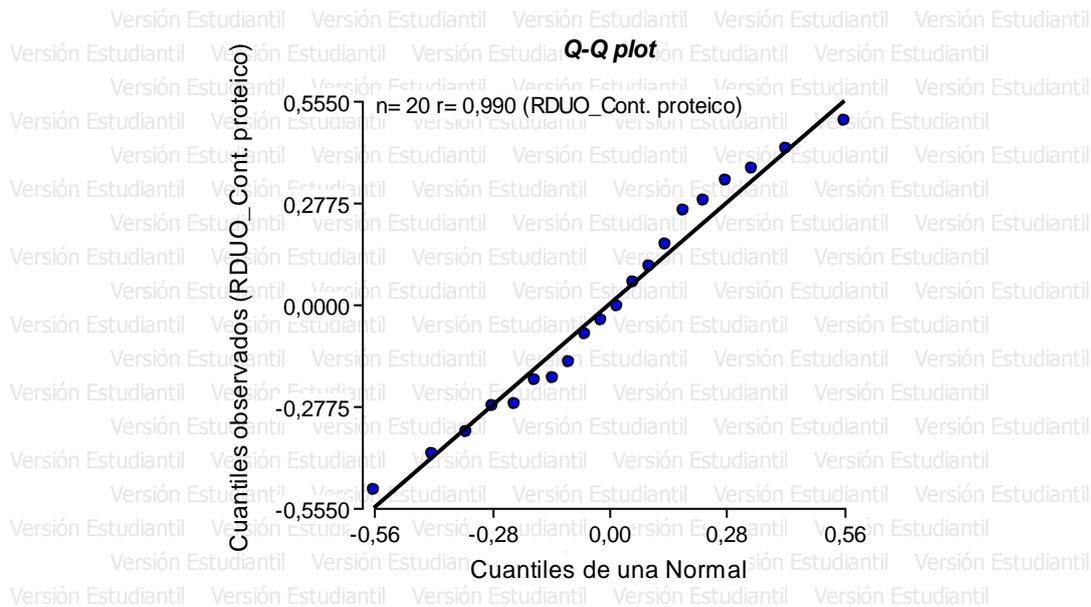


**Figura n°1.** Q-Q plot para la variable rendimiento.

**Tabla n°12.** Prueba de Shapiro- Wilks (modificado) para la variable contenido proteico.

**Shapiro-Wilks (modificado)**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Cont. proteico	20	0,00	0,30	0,94	0,4248

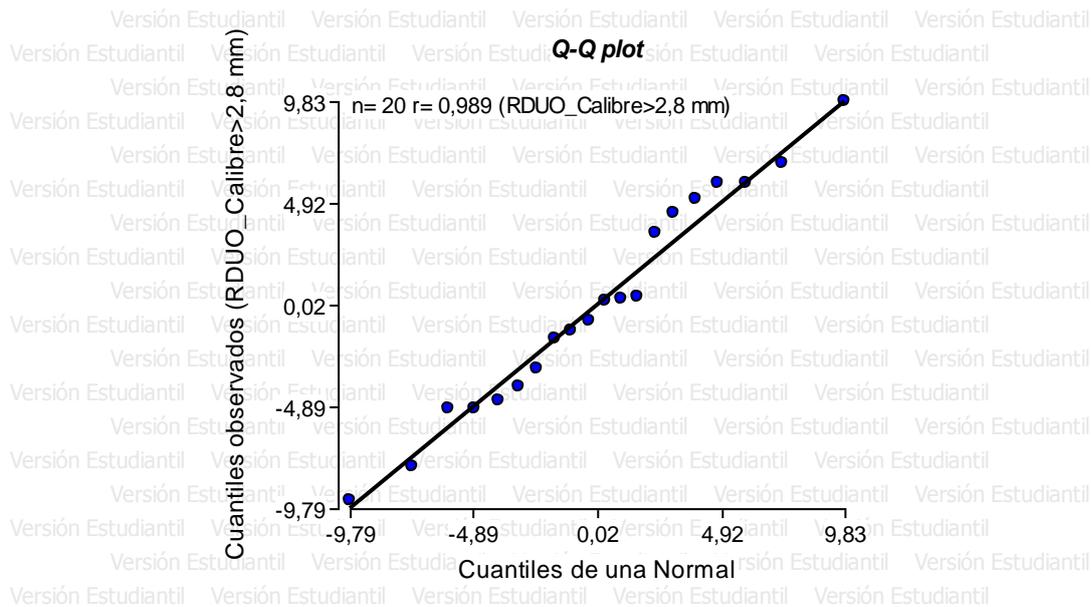


**Figura n°2.** Q-Q plot para la variable contenido proteico.

**Tabla n°13.** Prueba de Shapiro-Wilks (modificado) para la variable calibre > 2,8 mm.

**Shapiro-Wilks (modificado)**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Calibre > 2,8 mm	20	0,00	5,24	0,95	0,6466

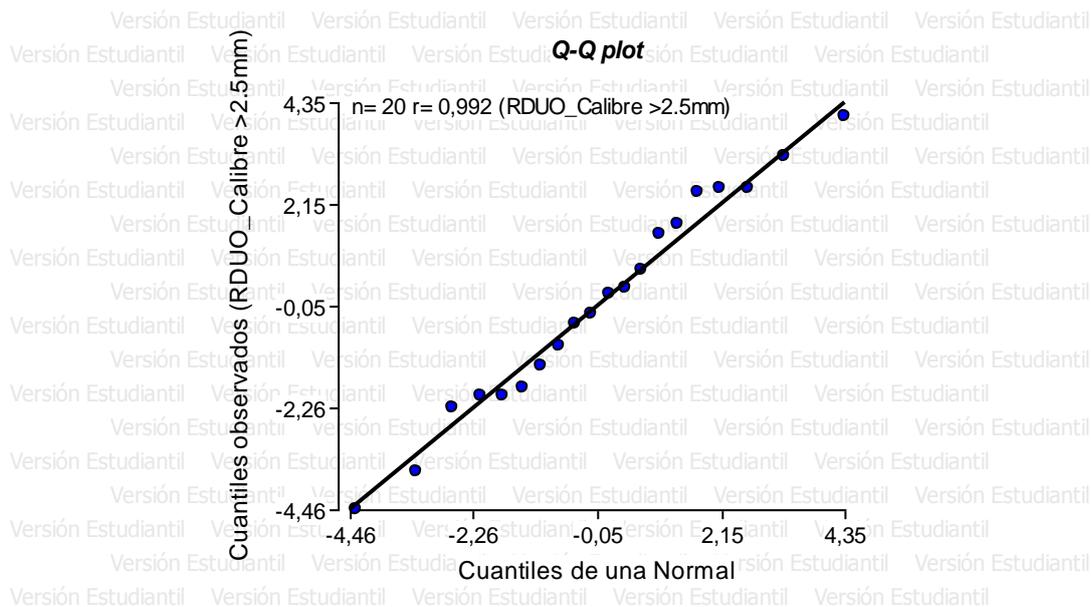


**Figura n°3.** Q-Q plot para la variable calibre > 2,8 mm.

**Tabla n°14.** Prueba de Shapiro- Wilks (modificado) para la variable calibre > 2,5 mm.

**Shapiro-Wilks (modificado)**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
RDUO Calibre >2.5mm	20	0,00	2,33	0,95	0,6804

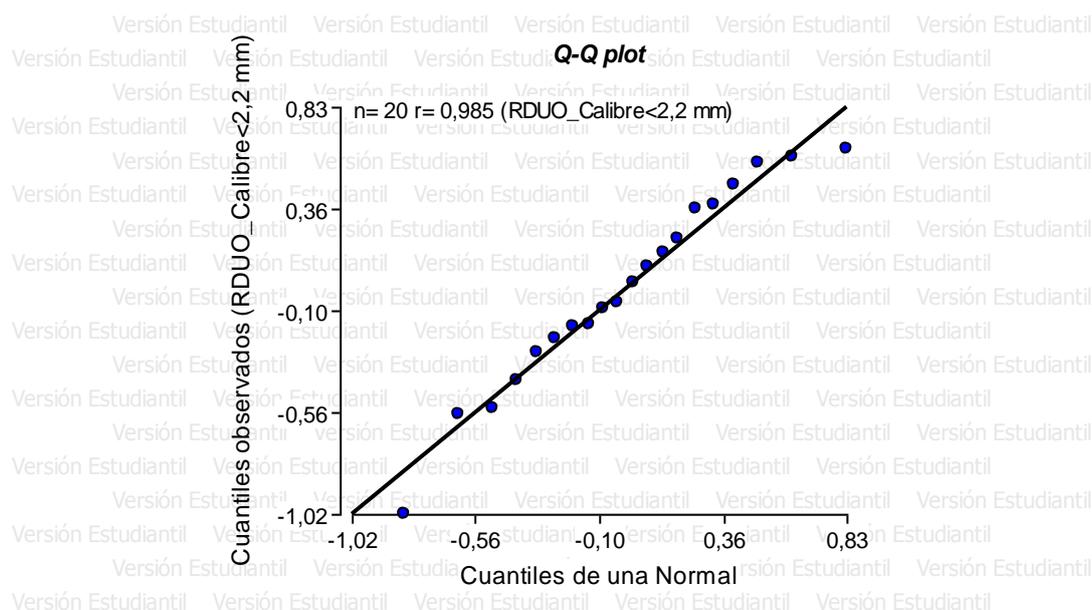


**Figura n°4.** Q-Q plot para la variable calibre > 2,5 mm.

**Tabla n°15.** Prueba de Shapiro- Wilks (modificado) para la variable calibre < 2,2 mm.

**Shapiro-Wilks (modificado)**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
RDUO Calibre<2,2 mm	20	0,00	0,44	0,95	0,5949



**Figura n°5.** Q-Q plot para la variable calibre< 2,2 mm.

**Análisis de homocedasticidad**

Para detectar si se cumple con el supuesto de homocedasticidad, se calcula el p-value de cada variable respuesta, mediante la Prueba de Levene, y para complementar la misma gráficamente se realiza diagrama de dispersión.

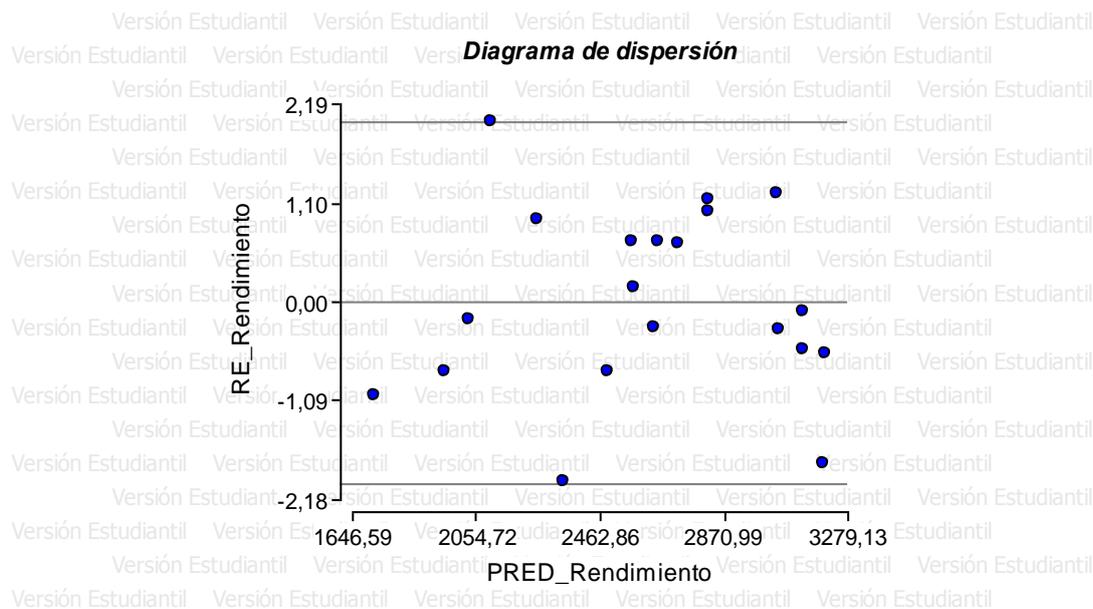
**Tabla n°16.** Prueba de Levene para la variable rendimiento.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Rendimiento	20	0,24	0,04	66,81

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	71054,90	4	17763,73	1,19	0,3570
Tratamiento	71054,90	4	17763,73	1,19	0,3570
Error	224781,01	15	14985,40		
Total	295835,91	19			



**Figura nº6.** Diagrama de dispersión para la variable rendimiento.

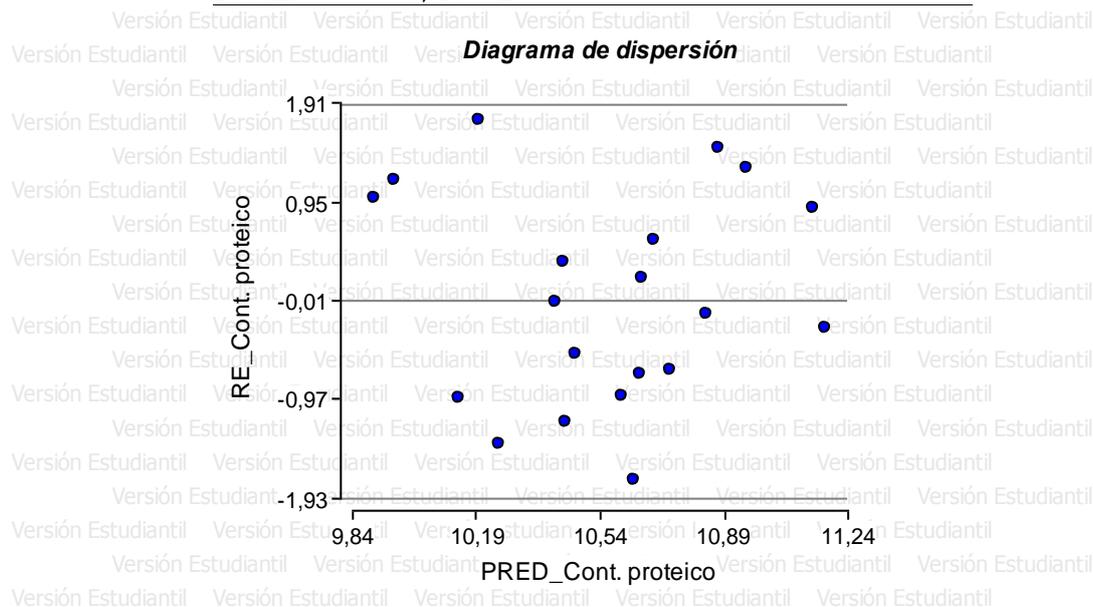
**Tabla nº17.** Prueba de Levene para la variable contenido proteico.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Cont. proteico	20	0,20	0,00	60,50

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,08	4	0,02	0,92	0,4761
Tratamiento	0,08	4	0,02	0,92	0,4761
Error	0,34	15	0,02		
Total	0,43	19			



**Figura nº7.** Diagrama de dispersión para la variable contenido proteico.

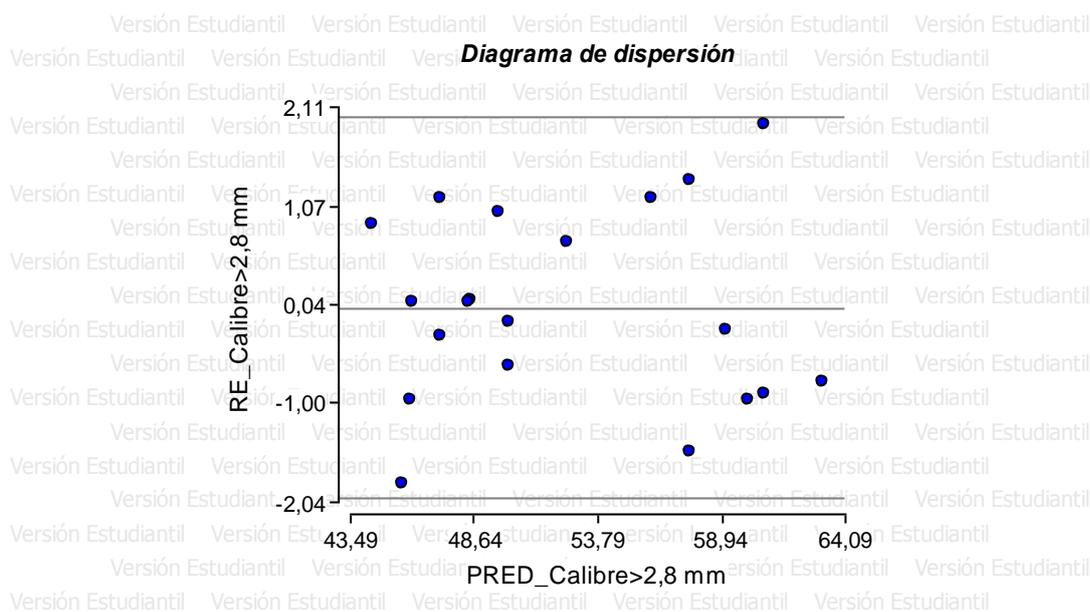
**Tabla n°18.** Prueba de Levene para la variable calibre > 2,8 mm.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Calibre > 2,8 mm	20	0,37	0,20	61,51

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	59,76	4	14,94	2,19	0,1191
Tratamiento	59,76	4	14,94	2,19	0,1191
Error	102,16	15	6,81		
Total	161,92	19			



**Figura n°8.** Diagrama de dispersión para la variable calibre > 2,8 mm.

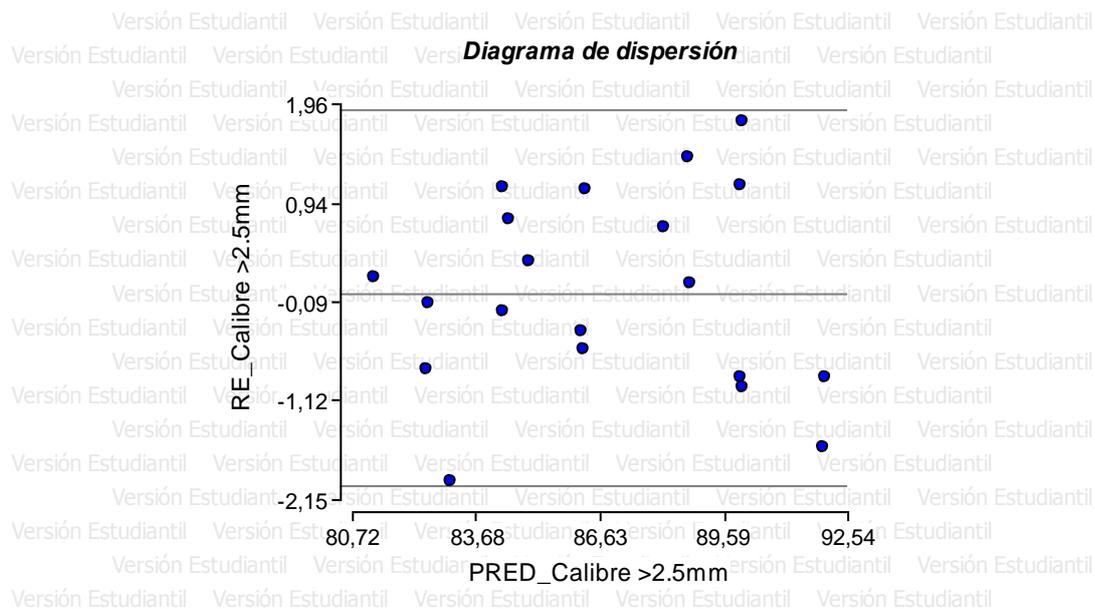
**Tabla n°19.** Prueba de Levene para la variable calibre > 2,5 mm.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Calibre > 2.5mm	20	0,35	0,17	59,67

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10,30	4	2,58	1,98	0,1502
Tratamiento	10,30	4	2,58	1,98	0,1502
Error	19,56	15	1,30		
Total	29,87	19			



**Figura n°9.** Diagrama de dispersión para la variable calibre>2,5 mm.

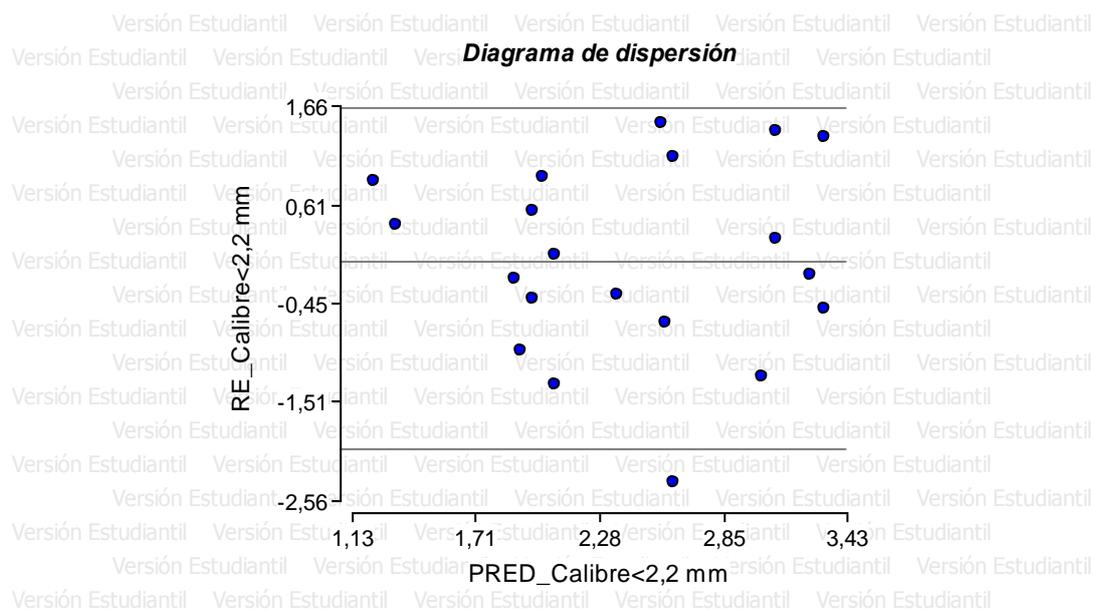
**Tabla n°20.** Prueba de Levene para la variable calibre< 2,2 mm

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Calibre<2,2 mm	20	0,17	0,00	72,82

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,21	4	0,05	0,79	0,5501
Tratamiento	0,21	4	0,05	0,79	0,5501
Error	1,00	15	0,07		
Total	1,21	19			



**Figura n°10.** Diagrama de dispersión para la variable calibre < 2,2 mm.

### Comparaciones entre tratamientos

Se realiza el análisis de la varianza para cada una de las variables respuesta, calculándose el p-value que indicará si al menos uno de los promedios de los distintos tratamientos difiere con el del otro. Para la comparación entre los tratamientos se realizó el Test de tukey, que indicará si hay o no diferencias significativas entre los distintos tratamientos, letras distintas indican diferencias significativas.

**Tabla n°21.** Análisis de la varianza (ANOVA) y test de tukey para rendimiento.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento	20	0,80	0,68	10,82

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3764923,76	7	537846,25	6,67	0,0023
Tratamiento	3349106,71	4	837276,68	10,39	0,0007
Bloque	415817,05	3	138605,68	1,72	0,2160
Error	967355,17	12	80612,93		
Total	4732278,93	19			

#### Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=556,68362

Error: 80612,9308 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
1	1951,99	4	141,96	A		
2	2491,27	4	141,96	A	B	
3	2571,83	4	141,96		B	C
4	3049,21	4	141,96			C
5	3053,57	4	141,96			C

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

**Tabla n°22.** Análisis de la varianza (ANOVA) y test de tukey para la variable contenido proteico.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Cont. proteico	20	0,59	0,35	3,54

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,38	7	0,34	2,43	0,0843
Tratamiento	1,49	4	0,37	2,66	0,0844
Bloque	0,89	3	0,30	2,13	0,1501
Error	1,68	12	0,14		
Total	4,06	19			

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=0,73295**

Error: 0,1397 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
2	10,12	4	0,19	A
1	10,41	4	0,19	A
4	10,63	4	0,19	A
5	10,81	4	0,19	A
3	10,85	4	0,19	A

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

**Tabla n°23.** Análisis de la varianza (ANOVA) y test de tukey para la variable calibre > 2,8 mm.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Calibre > 2,8 mm	20	0,58	0,33	12,55

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	719,27	7	102,75	2,36	0,0913
Tratamiento	678,46	4	169,62	3,90	0,0297
Bloque	40,80	3	13,60	0,31	0,8159
Error	521,90	12	43,49		
Total	1241,17	19			

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=12,93033**

Error: 43,4917 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
2	46,23	4	3,30	A	
3	47,45	4	3,30	A	
1	50,33	4	3,30	A	B
4	57,85	4	3,30	A	B
5	60,95	4	3,30		B

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

**Tabla n°24.** Análisis de la varianza (ANOVA) y test de tukey para la variable calibre>2,5 mm.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Calibre >2.5mm	20	0,67	0,48	3,38

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	208,03	7	29,72	3,46	0,0288
Tratamiento	181,53	4	45,38	5,28	0,0109
Bloque	26,50	3	8,83	1,03	0,4149
Error	103,14	12	8,59		
Total	311,16	19			

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=5,74802**

Error: 8,5946 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
2	82,70	4	1,47	A	
3	84,50	4	1,47	A	B
1	86,40	4	1,47	A	B
4	90,18	4	1,47		B
5	90,23	4	1,47		B

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

**Tabla n°25.** Análisis de la varianza (ANOVA) y test de tukey para la variable calibre< 2,2 mm.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Calibre<2,2 mm	20	0,67	0,48	23,05

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,72	7	1,10	3,54	0,0266
Tratamiento	5,76	4	1,44	4,63	0,0172
Bloque	1,96	3	0,65	2,10	0,1543
Error	3,73	12	0,31		
Total	11,45	19			

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=1,09371**

Error: 0,3112 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
4	1,78	4	0,28	A		
5	1,88	4	0,28	A	B	
1	2,43	4	0,28	A	B	C
3	2,90	4	0,28		B	C
2	3,13	4	0,28			C

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

## Clima del área experimental

Los datos de las precipitaciones fueron aportados por el INTA Chivilcoy.

**Tabla n°26.** Precipitaciones en la localidad de Chivilcoy desde 1990 hasta 2012.

Año	Meses												Total
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
	Mm	Mm	mm	mm	mm	Mm	mm	mm	mm	mm	Mm	mm	
1990	180	96	121	120	57	0	38	21	29	148	191	157	<b>1158</b>
1991	106	108	77	75	73	103	22	34	101	180	111	209	<b>1199</b>
1992	239	73	108	103	151	123	65	78	46	101	98	93	<b>1278</b>
1993	123	39	103	432	213	200	10	40	81	129	356	144	<b>1870</b>
1994	81	52	41	131	168	65	44	10	46	170	28	142	<b>978</b>
1995	120	107	67	400	31	34	6	4	11	132	111	92	<b>1115</b>
1996	80	231	79	171	37,5	0,6	19	56	64	87	184	129	<b>1138</b>
1997	293	89	37	75	39,3	86	16	54	17	147	118	164	<b>1136</b>
1998	170	177	161	201	130	4,2	43	16	14	56	56	140	<b>1167</b>
1999	179	189	15	33	24,2	5,1	29	52	77	30	49	50	<b>730,9</b>
2000	48	94	49	153	289	38	6,5	19	51	109	157	53	<b>1065</b>
2001	300	80	309	53	37,6	46	51	122	100	225	130	17	<b>1470</b>
2002	43	54	335	68	175	2	25	86	66	155	186	170	<b>1365</b>
2003	30	336	106	100	43,3	51	115	18	22	105	166	58	<b>1150</b>
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Mm	mm	Anual
2004	53	33	64	132	45	5	19	84	9	46	139	185	<b>814</b>
2005	56	55	104	47	0	12	81	68	43	31	83	31	<b>610,4</b>
2006	135	206	103	73	4	46	41	1	20	131	41	152	<b>953</b>
2007	82	158	202	127	30	12	0	4,4	58	76	69	71	<b>887,4</b>
2008	55	37	113	8	6	20	27	6	22	90	57	18	<b>459,8</b>
2009	1,3	105	37	64	31	9	59	8,3	137	109	111	156	<b>826,9</b>
2010	100	225	130	31	85,2	23	55	3	105	60	15	23	<b>855,5</b>
2011	125	62	58	62	31,5	30	29	27	23	69	71	45	<b>632,1</b>
2012	215	285	181	87	80,5	13	0,5	144	61	225	102	119	<b>1512</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

Como se puede observar el año en el cual se realizó el ensayo fue un año con abundantes precipitaciones (1512 mm), la cebada fue sembrada en el mes de junio y cosechada en diciembre, sumando estos meses tenemos un total de 664,5 mm acumulados, representando el 44 % del total anual, cifra que supera el total anual de otros años.