

López, Nicolás

Respuesta en rendimiento, proteína y calibre de la cebada cervecera a la fertilización nitrogenada y a la aplicación de fungicida en la localidad de Coronel Pringles, Prov. 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:

López, N. 2014. Respuesta en rendimiento, proteína y calibre de la cebada cervecera a la fertilización nitrogenada y a la aplicación de fungicida en la localidad de Coronel Pringles, Prov. de Buenos Aires [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/respuesta-rendimiento-proteina-calibre.pdf> [Fecha de consulta:....]



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

Facultad de Ciencias Agrarias

Ingeniería en Producción Agropecuaria

**RESPUESTA EN RENDIMIENTO, PROTEINA Y CALIBRE DE LA
CEBADA CERVECERA A LA FERTILIZACION NITROGENADA
Y A LA APLICACIÓN DE FUNGICIDA EN LA LOCALIDAD DE
CORONEL PRINGLES, PROV. DE BUENOS AIRES**

Trabajo final de graduación para optar por el título de:

Ingeniero en Producción Agropecuaria

Autor: Nicolás López

Profesor Tutor: Ing. Agr. Inés Daverede, PhD

Fecha: 2014

Resumen

En los últimos años, el aumento en superficie sembrada de cebada cervecera (*Hordeum vulgare* L.) en nuestro país hace notoria la gran importancia que ha tomado este cultivo. El objetivo de este ensayo fue evaluar la calidad y el rendimiento en una variedad nueva de cebada cervecera denominada C61 con diferentes aplicaciones de fertilizante nitrogenado y fungicida en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, en la localidad de Coronel Pringles. Se realizó un diseño en bloques completos distribuidos al azar, con cuatro repeticiones y cinco tratamientos, los cuales fueron: 1: testigo; 2: 80 kg N ha⁻¹ en macollaje; 3: 80 kg N ha⁻¹ en macollaje y aplicación de 20 kg N ha⁻¹ en hoja bandera; 4: 80 kg N ha⁻¹ en macollaje, más aplicación de fungicida y 20 kg N ha⁻¹ en hoja bandera; 5: 80 kg N ha⁻¹ en macollaje, más aplicación de fungicida en principio de encañazón, más aplicación de kg N ha⁻¹ y una segunda aplicación de fungicida en hoja bandera. Para rendimiento, los tratamientos 4 y 5 mostraron diferencias significativas respecto del resto, promediando 3638 y 3718 kg ha⁻¹ respectivamente, y superando al testigo (2711 kg ha⁻¹) en un 34% y 37% respectivamente. En cuanto a la proteína, los tratamientos 3 y 5 promediaron 10.3 y 10.2 % respectivamente, y fueron significativamente mayores al resto, superando al testigo (9.2 %) en un 11% y 10% respectivamente. Con respecto al calibre, no existieron diferencias significativas bajo zaranda de 2.2 mm, promediando 0.93%, mientras que sobre zaranda de 2.5 mm, los tratamientos testigo, 4 y 5 promediaron 94.5, 95.6 y 96.7% y mostraron diferencias significativas respecto de 2 y 3 (91.4 y 91.6 %, respectivamente). Todos los tratamientos cumplieron los requisitos de calibre para cebada cervecera. Se puede concluir que los tratamientos mostraron mejores resultados en rendimiento y proteína con mayores aplicaciones de fertilizante nitrogenado y fungicida, mientras que para el calibre, no existieron diferencias entre los tratamientos.

Índice

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. OBJETIVO GENERAL:	3
2.2. OBJETIVOS PARTICULARES:	3
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3.1. CARACTERIZACIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL	4
3.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS DEL ÁREA EXPERIMENTAL	4
3.3. CLIMA.....	5
3.3.1. Temperatura	5
3.3.2. Heladas	5
3.3.3. Precipitaciones históricas y durante el ensayo.....	5
3.4. SIEMBRA DEL CULTIVO	6
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	6
3.5.1. Tratamientos	7
3.5.2. Fecha, estadio del cultivo y detalle de las aplicaciones.....	7
3.6. COSECHA DEL ENSAYO	7
4. RESULTADOS	8
4.1. RENDIMIENTO.....	8
4.2. PROTEÍNA	8
4.3. CALIBRE < 2.2 MM.	8
4.4. CALIBRE > 2.5 MM.	8
5. DISCUSIÓN.....	9
6. CONCLUSIONES.....	10
7. BIBLIOGRAFÍA.....	11
8. ANEXOS.....	13
8.1. INFORME ESTADÍSTICO.....	13
8.1.1. Estadística descriptiva	13
8.1.2. Análisis de Homocedasticidad	14
8.1.3. Análisis de Normalidad	15
8.1.4. Comparación de las variables respuestas entre tratamientos	16
8.2. TEMPERATURA Y HELADAS	18
8.3. IMÁGENES TOMADAS DURANTE EL ENSAYO	19

1. Introducción

La cebada es cultivada en todo el mundo y utilizada tanto en alimentos de consumo humano como animal, aunque el principal destino dado al grano cosechado es la producción de malta en la industria cervecera. La producción de cebada cervecera de nuestro país ha crecido notablemente en los últimos veinte años, debido a la ampliación de la distribución geográfica del cultivo, siendo la provincia de Buenos Aires la que produce el 90% del tonelaje nacional (Bragachini y col., 2009).

El cultivo de cebada es tradicionalmente uno de los componentes estratégicos en la producción agropecuaria de los partidos del sudeste y sudoeste bonaerense. En los últimos años, este cultivo se ha desplazado hacia otras zonas, difusión que se favoreció porque permite anticipar la siembra de soja de segunda respecto a trigo. Sin embargo, ante condiciones ambientales limitantes, son las ventajas ecofisiológicas del cultivo de cebada las que le otorgan mayor productividad y fundamentalmente estabilidad respecto al cultivo de trigo (Zamora, 2001).

La cebada cervecera producida en nuestro país se destina casi exclusivamente a la elaboración de malta, principal materia prima para las cervecerías (Cattáneo, 2011). Uno de los principales determinantes de la calidad industrial de la cebada es el contenido proteico del grano de cebada (Savín y Aguinaga, 2011). La eficiencia operativa de las fábricas de cerveza disminuye si se emplean maltas elaboradas a partir de cebada con alto contenido proteico (Smith, 1990). Por otra parte, valores muy bajos de proteínas pueden, entre otros inconvenientes, limitar el crecimiento de las levaduras durante la fermentación.

Para su uso en las malterías, los granos de cebada deben tener contenidos proteicos intermedios (entre 10 y 12%) y un calibre (tamaño) grande. La fertilización nitrogenada suele afectar estas dos características.

La industria requiere disponer de granos de tamaño grande y uniforme (denominado usualmente calibre). En el estándar comercial de la Argentina, se 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 2,2 mm (Savín y Aguinaga, 2011).

La fertilización nitrogenada, además de aumentar los rendimientos, puede alterar la calidad industrial de los cereales. Entre otras cosas, puede provocar aumentos en el contenido proteico, reducciones en el calibre y el peso individual de los granos (Eagles y col., 1995). Las disminuciones en el calibre se deben a que aumenta el número de granos que provienen de macollos ya que se generan granos en posiciones más distales de la espiga que se caracterizan por un menor tamaño. Se suele considerar que los granos de menor tamaño presentan mayores contenidos proteicos (Prystupa y col., 2004).

El manejo de la fertilización nitrogenada es fundamental para alcanzar altos rendimientos y adecuada calidad industrial, y para ello es necesario elegir

cuidadosamente tanto la dosis a aplicar como el momento de aplicación (Echeverría y García, 2005).

Pequeñas dosis de fertilizante nitrogenado en un lote deficiente de N producen un incremento del rendimiento por kg de N aplicado, pudiendo llegar a 30 kg de N/ha. A medida que se apliquen dosis mayores de fertilizante, el rendimiento aumenta. Sin embargo, el incremento del rendimiento por cada kg adicional de fertilizante es cada vez menor. Con una dosis de fertilizante suficientemente alta se llegará a un rendimiento máximo, donde aplicando mayores cantidades de fertilizante no se obtendrán mayores aumentos en el rendimiento. Además, con dosis de fertilizante excesivamente altas, el cultivo es propenso al vuelco y así el rendimiento puede disminuir (Perdomo y col., 1999).

La respuesta del contenido proteico de los granos a la fertilización nitrogenada es muy diferente a la del rendimiento. Con bajas disponibilidades de nitrógeno, la aplicación de pequeñas dosis de fertilizante puede no afectar o, incluso, disminuir levemente el contenido proteico de los granos (Echagüe y col., 2001). Estos casos ocurren solo cuando existen fuertes incrementos del rendimiento en respuesta a la fertilización. Dosis algo mayores de fertilizantes o de N disponible en el suelo determinan aumentos del contenido proteico. Si se sigue incrementando la dosis de fertilizante aplicado, el contenido proteico seguirá aumentando hasta dosis muy altas. Es por esto que la respuesta del contenido proteico a la fertilización se caracteriza generalmente mediante una función lineal. Con dosis muy altas de fertilización se puede llegar a un valor máximo de contenido proteico, a partir del cual dosis adicionales de fertilizante no determinan nuevos incrementos. Sin embargo, esto ocurre cuando los contenidos proteicos son muy altos (Landriscini y col., 2002).

Con lo que respecta al calibre y su respuesta a la fertilización, a mayor dosis de fertilizante nitrogenado generalmente disminuyen las fracciones de granos más gruesas y se incrementan las más finas. Sin embargo, es posible mejorar el calibre de la cebada en las plantas de acopios mediante el uso de zarandas (Echeverría y García, 2005).

Las enfermedades fúngicas afectan el desarrollo de las plantas disminuyendo los rendimientos y calidad de los granos. Evaluadas algunas de estas enfermedades, ellas pueden disminuir el rendimiento hasta en un 40%. Por su alcance, es necesario prevenir su aparición o identificarlas para su control oportuno, evitando pérdidas que éstas puedan causar. Las enfermedades foliares afectan los rendimientos por una disminución en el índice de área foliar verde, produciendo un desbalance en la relación fuente-destino (Kugler y col., 2011).

En consecuencia, la pérdida económica a causa de la presencia de enfermedades foliares se incrementa porque el porcentaje de granos de tamaño que quedan clasificados como de primera es mucho menor, aumentando el porcentaje de granos de descarte que deben venderse después en el mercado como forrajero, pero a precios mucho más bajos que el normal apto para industria (Tomaso, 2011).

La aplicación de fungicidas vía foliar es una alternativa válida para disminuir las pérdidas de rendimiento causadas por las enfermedades foliares (Kugler y col., 2011).

Por lo antes comentado, el fin de este ensayo es evaluar parámetros de rendimiento y calidad en una variedad de cebada cervecera nueva llamada "C61". La misma es una variedad en estudio que aún no se encuentra en el mercado pero que en un principio reúne las características que la industria maltera requiere.

Las hipótesis de este trabajo son las siguientes:

1. La aplicación de fertilizante nitrogenado en forma de urea al macollaje produce un aumento en el rendimiento, la proteína y el calibre en comparación con el testigo.
2. La aplicación de fertilizante nitrogenado en forma de urea al macollaje y nitrógeno foliar en hoja bandera (Z39) aumenta el rendimiento, la proteína y el calibre en comparación con una sola aplicación de nitrógeno en macollaje.
3. La aplicación de fungicida en primer nudo (Z31) y en hoja bandera (Z39) aumenta el rendimiento, la proteína y el calibre en comparación a una sola aplicación de fungicida en hoja bandera (Z39).

2. Objetivos

2.1. Objetivo general:

Evaluar rendimiento, proteína y calibre del cultivo de cebada cervecera variedad C61 en respuesta a la fertilización nitrogenada y aplicación de fungicida en diferentes momentos del cultivo.

2.2. Objetivos particulares:

Evaluar:

- La respuesta en rendimiento, proteína y calibre a la aplicación de N en macollaje;
- La respuesta en rendimiento, proteína y calibre a la aplicación de N foliar tardía;
- La respuesta en rendimiento, proteína y calibre a la aplicación tradicional de fungicida en hoja bandera;
- 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 de la aplicación de N en macollaje vs N foliar tardía;
- La respuesta en rendimiento, proteína y calibre de la aplicación de N en macollaje y en Z39 vs la aplicación de N en macollaje;

- La respuesta en rendimiento, proteína y calibre a 2 aplicaciones de fungicida vs una aplicación en hoja bandera.

3. Materiales y métodos

3.1. Caracterización del sitio experimental

El ensayo se realizó en un lote ubicado en la localidad de Coronel Pringles, provincia de Buenos Aires, más precisamente en la rotonda que intercepta la Ruta Provincial 51 con la Avenida 9 de Julio, siendo esta última el acceso principal que tiene el pueblo (Fig. 1).

Al no pertenecer a un establecimiento específico, se identificó el lote con el nombre “La Virgen”, encontrándose el mismo en las coordenadas geográficas S 37° 59' 50.56", O 61° 20' 03.55".



Figura 1. Ubicación del partido de Coronel Pringles en el mapa de la provincia de Buenos Aires.

3.2. Caracterización de los suelos del área experimental

El suelo en donde se realizó el ensayo corresponde al Orden Molisoles, Gran Grupo y Sub-Grupo Argiudoles típico, de textura superficial franco-limosa y sub-superficial franco-arcillo-limosa. La serie a la cual pertenece el suelo es Pillahuinco, siendo un suelo muy oscuro, poco profundo y de aptitud agrícola, que se encuentra en un paisaje de lomas moderadamente onduladas, bien drenado, formado en sedimentos loésicos finos, no alcalino, no salino, de pendiente 0-1 % y bien provisto de materia orgánica (3.9%).

Para la realización del análisis de suelo, se tomaron muestras el día de la siembra a diferentes profundidades, de 0 a 20 cm y de 20 a 40 cm, siendo los resultados del análisis:

Tabla 1: Resultado del análisis de suelo del ensayo.- (Laboratorio de análisis de suelo de la Agronomía El Galpón, Cnel. Pringles).-

Lote	Prof.		%	ppm	%	ppm	Kg/ha	Kg/Ha
Muestra	Muestra	pH	MO	Fósforo	Humedad	N-NO ₃	N-NO ₃	N-NO ₃
								Totales
La Virgen	0-20	6,8	3,9	7,4	27,3	7,2	17,3	29,3
	20-40				27,3	5	12	

3.3. Clima

3.3.1. Temperatura

Según la clasificación climática de Thornthwaite (1948), la región posee un clima mesotermal de región subhúmeda seca. Los inviernos son fríos y los veranos secos, siendo la temperatura media anual de 13.4 °C con valores medios de 21,7 en enero y 6,3 en julio.

3.3.2. Heladas

Las fechas medias de helada temprana y tardía son el 30 de abril y 15 de octubre respectivamente, habiéndose registrado heladas una vez cada 7 años en los meses de marzo y noviembre. El periodo libre de helados es corto, entre 160 y 170 días.

3.3.3. Precipitaciones históricas y durante el ensayo

El régimen pluviométrico presenta un promedio de 800 mm anuales. Los meses con menores registros son los de junio, julio y agosto, sin embargo durante el invierno la evapotranspiración es muy baja lo que permite el almacenamiento de agua en el perfil. Los picos de precipitaciones se encuentran en el periodo otoño-primaveral. Desde el mes de octubre a marzo la evapotranspiración supera a la precipitación, presentándose así un déficit en los meses más calurosos.

Durante el ensayo, se registraron un total de 739 mm (junio-diciembre), lo que indica haber sido un año húmedo. Cabe destacar que en los primeros meses del ensayo (junio y julio) no hubo precipitación alguna, sin embargo en el mes previo a la siembra del ensayo (Mayo) se registraron 170 mm caídos, por lo que al momento de la siembra existieron excelentes condiciones de humedad en el lote.

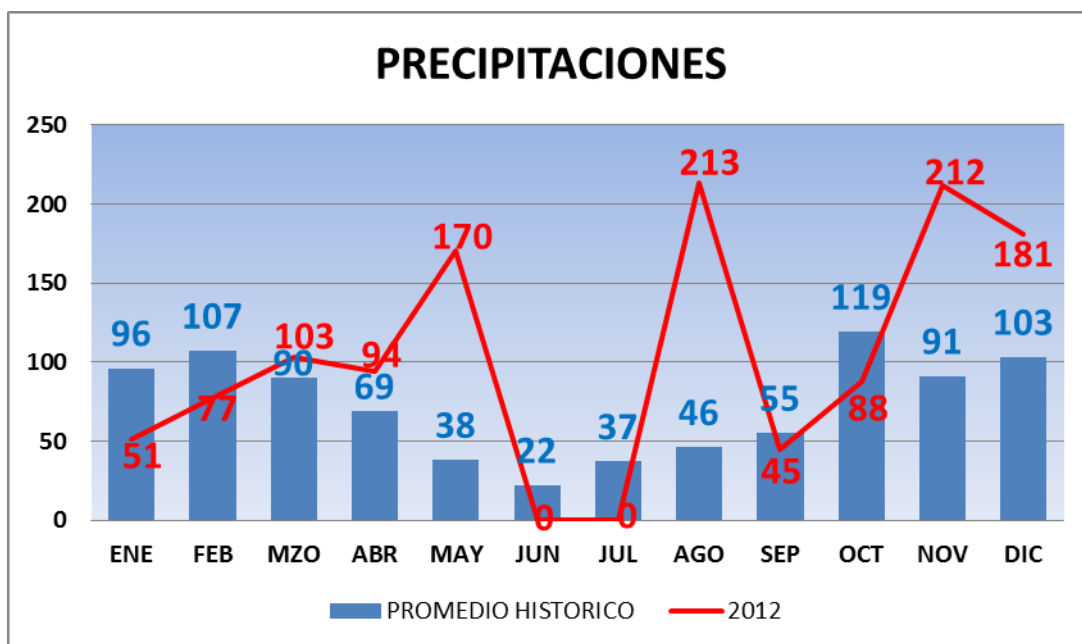


Figura 2: Promedio mensual histórico (1994-2013) comparado con las precipitaciones del año del ensayo (2012).- (Estación Meteorológica de Coronel Pringles).-

3.4 Siembra del cultivo

Previo a la siembra del ensayo, el lote provenía de soja de 1ra de la campaña anterior (2011-2012). El 5 de junio (2012) se realizó una aplicación de herbicida no selectivo (2 lt Panzer Gold ha⁻¹) para controlar las malezas.

El ensayo se sembró el 19 de junio con una máquina de siembra directa de grano fino a chorrillo con una distancia entre surcos de 21 cm, y se utilizó una densidad de siembra de 250 pl m⁻². A su vez, la semilla se curó con fungicida sistémico (Dividend Extra) y se fertilizó en línea con 120 kg fosfato diamónico ha⁻¹.

El 19 de agosto se realizó el conteo de plántulas nacidas con el fin de estimar el stand de plantas obtenido, siendo el mismo de 238 pl m⁻².

El 11 de septiembre se realizó una aplicación de 6.7 g ha⁻¹ de Metsulfurón + 150 cc ha⁻¹ de Dicamba + Coadyuvante, con el fin de controlar las malezas existentes post-emergencia del cultivo.

3.5 Diseño experimental y descripción de los tratamientos

Se realizó un diseño en bloques completos (todos los tratamientos en cada bloque) distribuidos al azar, con cuatro repeticiones y cinco tratamientos. El diseño en bloques permitió disminuir las diferencias por fertilidad o pendiente.

Cada bloque contó con 5 parcelas, totalizando 20 parcelas.

Cada unidad experimental o parcela contó con un total de 10 surcos de 2.1 m por 5 m, totalizando 10 m². A su vez, se dejó un perímetro de ensayo de 2 m de bordura y entre parcelas se dejaron pasarelas de 0.5 m de ancho para poder realizar las aplicaciones con mayor comodidad.

3.5.1 Tratamientos

- 1- Testigo;
- 2- 80 kg N ha⁻¹ en macollaje (Z22);
- 3- 80 kg N ha⁻¹ en macollaje (Z22), más aplicación de 20 kg N ha⁻¹ foliar tardía (Z39);
- 4- 80 kg N ha⁻¹ en macollaje (Z22), más aplicación de fungicida en hoja bandera (Z39) conjuntamente con una aplicación de 20 kg N ha⁻¹ foliar tardía (Z39);
- 5- 80 kg N ha⁻¹ en macollaje (Z22), más aplicación de fungicida en Z31, más aplicación de 20 kg N ha⁻¹ foliar en hoja bandera (Z39) junto a una segunda aplicación de fungicida en Z39.

Con lo que respecta a las aplicaciones, el N al macollaje se aplicó al voleo en forma de urea, y el N foliar y fungicida con un rociador manual, en las parcelas correspondientes.

3.5.2 Fecha, estadio del cultivo y detalle de las aplicaciones

1º Aplicación: Aplicación de urea Z 2.2 (01/09)

$$80 \text{ kg N ha}^{-1} = 0.08 \text{ kg N parcela}^{-1} = 80 \text{ gr N parcela}^{-1} = 174 \text{ gr urea parcela}^{-1}$$

2º Aplicación: Aplicación de Amistar Z 3.1 (20/10)

$$480 \text{ cm}^3 \text{ de H}_2\text{O} + 1 \text{ Tubito Amistar} = 120 \text{ cm}^3 \text{ parcela}^{-1} \text{ (4 parcelas)}$$

3º Aplicación: (06/11)

$$1. 360 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O} + 360 \text{ cm}^3 \text{ Foliarsol} = 180 \text{ cm}^3 \text{ parcela}^{-1} \text{ (4 parcelas)}$$

$$2. (720 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O} + 2 \text{ tubitos Amistar}) + 720 \text{ cm}^3 \text{ Foliarsol} = 180 \text{ cm}^3 \text{ parcela}^{-1} \text{ (4 parcelas)}$$

3.6 Cosecha del ensayo

El ensayo se cosechó el 23 de diciembre de 2012. Se procedió a cosechar la biomasa aérea en 2 m² de cada parcela. Por último, se realizó la separación de los granos de las plantas con una trilladora experimental, se pesaron, y luego se separaron muestras de 500 gr que se llevaron a analizar proteína y calibre.

4 Resultados

Tabla 2: Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento, la proteína y el calibre de los granos.

Nota: Medias con letras iguales no son significativamente diferentes ($\alpha=0,10$).

Trt.	Rendimiento (Kg/ha)	Proteína (%)	Calibre < 2,2 mm. (%)	Calibre > 2,5 mm. (%)
1	2711 A	9.2 A	1.13 A	94.5 B
2	3388 BC	9.6 AB	1.03 A	91.4 A
3	2793 AB	10.3 B	0.98 A	91.5 A
4	3638 C	9.7 AB	0.85 A	95.6 B
5	3718 C	10.2 B	0.68 A	96.7 B
<i>p-valor</i>	0.055	0.23	0.63	0.0083

4.1. Rendimiento

Con lo que respecta al rendimiento, el tratamiento que recibió las aplicaciones de urea al macollaje, fungicida y N foliar en Z39 (Trt. 4) como así también el tratamiento al que se le aplico además de todo lo antes mencionado fungicida en Z31 (Trt. 5) fueron superiores al resto. Los rendimientos promedios de dichos tratamientos fueron de 3638 kg ha⁻¹ y 3718 kg ha⁻¹ respectivamente no encontrándose diferencias significativas entre los mismos, y a su vez superaron en un 34% y 37% respectivamente al testigo (Trt. 1) que obtuvo un rendimiento de 2711 kg ha⁻¹ siendo este el menor.

Por último, los tratamientos que recibieron solo fertilización nitrogenada (Trt. 2 y 3) obtuvieron un rendimiento intermedio entre todos los tratamientos, siendo los mismos de 3388 kg ha⁻¹ y 2793 kg ha⁻¹, respectivamente.

4.2. Proteína

En cuanto al contenido proteico de los granos, el tratamiento que recibió fertilizante nitrogenado en dos etapas del cultivo (Trt. 3) y el que a su vez recibió la aplicación de fungicida también en 2 oportunidades (Trt. 5) superaron significativamente al resto, siendo 11% y 10% mayores al testigo (Trt. 1) respectivamente, el cual mostro el porcentaje de proteína más bajo de todos los tratamientos siendo el mismo de 9.2%. Tanto el tratamiento que solo se fertilizo con urea al macollaje (Trt. 2) como aquel que fue fertilizado con nitrógeno en dos ocasiones y además se le aplico fungicida en hoja bandera (Trt. 3) mostraron valores intermedios de proteína respecto del resto, siendo el contenido proteico de los mismos 9.6% y 9.7% respectivamente.

4.3. Calibre < 2.2 mm.

Para el calibre de los granos bajo zaranda de 2.2 mm, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, obteniéndose un promedio entre todos los tratamientos de 0.93%.

4.4. Calibre > 2.5 mm.

Para el calibre de los granos sobre zaranda de 2.5 mm, el testigo (Trt. 1), el tratamiento que recibió las dos fertilizaciones nitrogenadas y la aplicación de

fungicida en hoja bandera (Trt. 4) y el tratamiento que recibió la aplicación de fungicida adicional al anterior mencionado en Z31 (Trt. 5) superaron significativamente al resto, obteniendo un porcentaje promedio de 94.5, 95.6 y 96.7% respectivamente. Este último con mayor porcentaje de granos sobre zaranda de 2.5 mm. Supero al menor en un 5.7%, este fue el que solo recibió fertilizante nitrogenado en forma de urea al macollaje (Trt. 2 con 91.4% de granos sobre zaranda de 2.5 mm).

5 Discusión

Los mayores rendimientos correspondieron a los tratamientos que recibieron nitrógeno foliar y fungicida. Habiendo resultado bajo el rendimiento en donde se aplicó fertilizante nitrogenado al macollaje y en Z39 (Trt. 3), podríamos inclinarnos a la idea de que el rendimiento aumentó debido a la aplicación del fungicida. Sin embargo, la sanidad de las plantas monitoreadas previo a las aplicaciones mostraron muy buen comportamiento y su vez, la zona posee muy baja incidencia a enfermedades debido a no darse las condiciones predisponentes para las mismas. Por lo antes comentado, el mayor rendimiento en el tratamiento que recibió las aplicaciones de urea al macollaje, fungicida y N foliar en Z39 (Trt. 4) como así también el tratamiento al que se le aplicó además de todo lo antes mencionado fungicida en Z31 (Trt. 5) podría deberse exclusivamente a las aplicaciones con nitrógeno foliar. Similares resultados se dieron en un ensayo realizado en la chacra experimental del INTA de Barrow, en donde se evaluó el rendimiento en diferentes localidades y años en función de la aplicación de fertilizantes nitrogenados en diferentes momentos del cultivo, observando que el rendimiento aumentó cuando se fertilizó con urea al macollaje respecto del testigo, y a su vez también existió un aumento en el rinde cuando se aplicó nitrógeno foliar en espigazón (Ross y Massigoge, 2012).

El rendimiento promedio obtenido en los ensayos arrojó resultados similares a la red nacional de cebada cervecera de la campaña 2012 para localidades cercanas al partido de Coronel Pringles (Conti y col., 2012). Cabe destacar también que el rendimiento promedio fue superior a los obtenidos habitualmente en la localidad, promediando entre los 5 tratamientos un rinde de 3250 kg ha⁻¹ y de 3385 kg ha⁻¹ cuando no se incluye al testigo, mientras que el promedio histórico de la zona ronda en los 2800 kg ha⁻¹.

En cuanto a la proteína, los tratamientos que recibieron nitrógeno adicional en forma de urea al macollaje o sumado a ésta, nitrógeno foliar en hoja bandera, mostraron los porcentajes de proteína más altos, siendo el promedio de los mismos del 10% con un contenido proteico mínimo de 9.6% y de 10.3% para el máximo valor obtenido, y a su vez podemos destacar el aumento en el contenido proteico de los granos que recibieron la aplicación adicional en hoja bandera respecto al que sólo recibió nitrógeno adicional al macollaje. Esto condice con una red de ensayos de fertilización nitrogenada donde se puede observar el notable aumento en el contenido proteico de los granos en función de la disponibilidad de nitrógeno agregado en forma de fertilizante (Prystupa y col., 2008).

Enfocándonos en las normas de calidad y los requisitos que la cebada cervecera debe cumplir, para su uso en las malterías, los granos de cebada deben tener contenidos proteicos intermedios (entre 10 y 12%) y un calibre (tamaño) grande.

En cuanto a la proteína se pudo observar que los tratamientos que recibieron la aplicación de N foliar en hoja bandera, además de ser los de mayor contenido proteico, en dos de ellos el porcentaje de proteína estuvo entre los límites deseados, siendo 10.3% y 10.2% (Trt. 3 y 5 respectivamente), y en el restante (Trt. 4) el contenido proteico no llegó a ser tal por muy poco, siendo el mismo de 9.7%. Otro aspecto interesante fue que, si bien se adicionó N en dos momentos del cultivo, no hubo resultados que indicaron un contenido proteico de los granos superior al deseado.

En lo referente al calibre, no se observaron diferencias significativas en ninguno de los tratamientos. Bajo zaranda de 2.2 mm, el porcentaje promedio de los granos no retenidos para todos los tratamientos fue de 0.93%, mientras que sobre zaranda de 2.5 mm, el porcentaje promedio de los granos retenidos para todos los tratamientos fue del 94%. Todos los resultados obtenidos indican un calibre apto para cebada cervecera, lo cual indica que las aplicaciones realizadas en los distintos tratamientos no incidieron en absoluto en el calibre de los granos. Resultados similares se obtuvieron en ensayos realizados en distintos sitios y con diferentes dosis de fertilizante nitrogenado para el año 2010 (Ross y Massigoge, 2008), siendo otro el resultado para los años 2008 y 2009, en donde existieron grandes diferencias significativas tanto entre los sitios evaluados como en la dosis de fertilizante nitrogenado aplicado para el calibre de los granos.

6 Conclusiones

Como conclusión general, la variedad C61 demostró un muy buen comportamiento en la localidad de Coronel Pringles. Con respecto al rendimiento, los resultados fueron similares y hasta incluso superiores en algunos casos a los históricos para la zona, y en lo que a calidad se refiere, una gran parte de los tratamientos arrojaron resultados que hacen a la cebada apta para el malteado.

En cuanto a las distintas aplicaciones realizadas, la fertilización nitrogenada con urea al macollaje aumentó el rendimiento y la calidad de los granos respecto al testigo, con una respuesta de 677 kg ha⁻¹ en rendimiento y un aumento de 0.4% en proteína. Con respecto a la doble fertilización nitrogenada con una aplicación en forma de urea al macollaje y otra foliar en hoja bandera, el rendimiento fue en detrimento pero no así los caracteres que hacen a la calidad, comparando esto con una única aplicación de fertilizante nitrogenado en forma de urea al macollaje. Lo más destacado fue la obtención de 0.7% más de proteína cuando se realizó la doble fertilización nitrogenada, obteniéndose así un 10.3% de proteína en dicho tratamiento.

En lo que refiere a fungicida, la doble aplicación en primer nudo (Z31) y hoja bandera (Z39) no mostró diferencias significativas tanto en rendimiento como

en calidad comparado a la aplicación de fungicida en un único momento en hoja bandera (Z39).

Por último, los resultados obtenidos nos alientan a seguir investigando en lo referente a variedades y manejo de cebada cervecera ya que estas variables afectan el rendimiento y la proteína.

7. Bibliografía

Capurro, J., Bragachini, M. y L. Bonetto. 2009. Cebada cervecera: un cultivo para tener en cuenta. INTA PROPECO. <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/cosecha/CebadaCerveceraFranciaExpansion.asp>

Cattáneo M. 2011. Los mercados de cebada cervecera en la Argentina y en el mundo. En: Cebada cervecera. D.J. Miralles, R.L. Benech Arnold y L.G. Abeledo (Eds.). Editorial Facultad de Agronomía. Buenos Aires. Pp. 275-284.

Conti, V.A., F. Moreyra, G.A. Gonzalez. A.R. Vallati, y F.J. Gimenez. 2012. Red Nacional de Cebada Cervecera / Campaña 2012. INTA Bordenave.

Eagles, H.A., Bedgood A.G., Panozzo J.F. y Martin P.J. 1995. Cultivar and environmental effects on malting quality in barley. Aust J Agric Res 46:831-844

Echagüe, M., M.R. Landriscini, M.A. Lazzari, y A. Aguinaga. 2001. Cebada cervecera. 1. Fertilización en la provincia de Buenos Aires. 5 Congreso Nacional de Trigo, y 3 Simposio Nacional de Cereales de Siembra Otoño-Invernal, Carlos Paz. Septiembre 2001. Carlos Paz, Córdoba, Argentina.

Echeverría, H. y Garcia, F. 2005. Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos. Ediciones INTA. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. Pp. 317-334.

Kugler, W., L. Couretot, G. Ferraris, y F. Mousegne. 2011. Experiencias en el control químico de enfermedades foliares de trigo y cebada en la zona Norte de la Provincia de Buenos Aires. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Pergamino.

Landriscini, M.R., L.G. Suñer, M.A. Lazzari, y R.A. Rosell. 2002. Cebada cervecera. 1. Análisis de rendimiento y proteína. Congreso Argentino de Ciencias del Suelo, 18, Puerto Madryn, 16-19, abril 2002, Puerto Madryn, Chubut, Argentina.

Perdomo, C., E. Hoffman, C. Pons, y M. Pastorini. 1999. Fertilización nitrogenada en cebada cervecera. Informe de resultados de Facultad de Agronomía. Mesa Nacional de Entidades de Cebada Cervecera, Colonia, Uruguay.

Prystupa, P., G. Ferraris, R. Bergh, T. Loewy, L. Ventimiglia, L. Couretot, y F.H. Gutierrez Boem. 2008. Fertilización nitrogenada de cebada cervecera cv.

Scarlett: IV. Estimación de la respuesta del contenido proteico a la fertilización nitrogenada.

Prystupa P., R. Savin y G.A. Slafer. 2004. Peso y calibre de los granos de cebada cervecera en respuesta a deficiencias de fósforo y nitrógeno. VI Congreso Nacional de Trigo y IV Simposio Nacional de Cereales de Siembra Otoño-Invernal: 373-374.

Ross, F. y Massigoge, J. 2012. Interacción fertilización nitrogenada y ambiente en cebada cervecera cv. Scarlett: I Rendimiento. Chacra Experimental Integrada Barrow.

Ross, F. y Massigoge, J. 2012. Interacción fertilización nitrogenada y ambiente en cebada cervecera cv. Scarlett: II Calidad.

Savin, R y A. Aguinaga. 2011. Los requerimientos de la industria: calidad comercial e industrial y sus determinantes. En: Cebada cervecera. D.J. Miralles, R.L. Benech Arnold y L.G. Abeledo (Eds.). Editorial Facultad de Agronomía. Buenos Aires. Pp. 207-238.

Smith, D.B. 1990. Barley seed protein and its effects on malting and brewing quality. Plant varieties and seeds 3:63-80

Tomaso, J.C. 2011. Cebada Cervecera en la Argentina. Estación Experimental Agropecuaria Bordenave. <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210288.pdf>

Zamora, M. 2001. Fertilización y respuesta por ambiente en cebada cervecera cv. scarlet. Chacra Experimental Integrada Barrow.

8. Anexos

8.1. Informe estadístico

8.1.1 Estadística descriptiva

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

Medidas resumen

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	Mín	Máx
1	Rendimiento	4	2711,93	529,01	279849,78	2126,60	3357,70
2	Rendimiento	4	3388,00	763,33	582666,39	2733,50	4426,70
3	Rendimiento	4	2793,43	336,06	112934,82	2338,50	3149,30
4	Rendimiento	4	3638,13	284,06	80687,82	3305,40	3891,50
5	Rendimiento	4	3718,20	573,03	328368,97	3037,80	4406,60

Medidas resumen de la variable Rendimiento (Kg/ha).-

Medidas resumen

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	Mín	Máx
1	Proteína	4	9,24	0,46	0,21	8,65	9,73
2	Proteína	4	9,63	0,73	0,53	8,62	10,36
3	Proteína	4	10,27	0,95	0,91	9,42	11,23
4	Proteína	4	9,74	0,41	0,17	9,30	10,14
5	Proteína	4	10,20	0,52	0,27	9,46	10,67

Medidas resumen de la variable Proteína (%).-

Medidas resumen

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	Mín	Máx
1	Calibre <2.2 mm.	4	1,13	0,42	0,18	0,70	1,70
2	Calibre <2.2 mm.	4	1,03	0,57	0,33	0,20	1,50
3	Calibre <2.2 mm.	4	0,98	0,46	0,21	0,50	1,50
4	Calibre <2.2 mm.	4	0,85	0,17	0,03	0,70	1,00
5	Calibre <2.2 mm.	4	0,68	0,15	0,02	0,50	0,80

Medidas resumen de la variable Calibre < 2.2 mm. (%).-

Medidas resumen

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	Mín	Máx
1	Calibre >2.5 mm.	4	94,55	0,86	0,74	93,40	95,30
2	Calibre >2.5 mm.	4	91,43	3,27	10,71	88,40	95,70
3	Calibre >2.5 mm.	4	91,55	2,07	4,28	88,50	93,10
4	Calibre >2.5 mm.	4	95,65	0,79	0,62	94,60	96,50
5	Calibre >2.5 mm.	4	96,68	0,73	0,53	96,00	97,40

Medidas resumen de la variable Calibre > 2.5 mm. (%).-

8.1.2 Análisis de Homocedasticidad

Mediante la prueba de Levene se calcula el p-value para cada variable para comprobar si se cumple con el principio de homocedasticidad.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS RDUO Rendimiento	20	0,23	0,00	88,82

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	301307,74	7	43043,96	0,52	0,8025
Tratamiento	184420,14	4	46105,04	0,56	0,6972
Bloque	116887,60	3	38962,53	0,47	0,7075
Error	990934,01	12	82577,83		
Total	1292241,76	19			

Prueba de Levene de la variable Rendimiento (Kg/ha).-

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS RDUO Proteína	20	0,54	0,26	54,77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,79	7	0,11	1,98	0,1430
Tratamiento	0,47	4	0,12	2,05	0,1509
Bloque	0,32	3	0,11	1,88	0,1869
Error	0,69	12	0,06		
Total	1,48	19			

Prueba de Levene de la variable Proteína (%).-

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS RDUO Calibre <2.2 mm...	20	0,36	0,00	83,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,32	7	0,05	0,98	0,4859
Tratamiento	0,22	4	0,06	1,19	0,3654
Bloque	0,10	3	0,03	0,71	0,5637
Error	0,56	12	0,05		
Total	0,88	19			

Prueba de Levene de la variable Calibre < 2.2 mm. (%).-

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS RDUO Calibre >2.5 mm...	20	0,57	0,32	80,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12,97	7	1,85	2,25	0,1037
Tratamiento	9,84	4	2,46	2,99	0,0631
Bloque	3,13	3	1,04	1,27	0,3296
Error	9,88	12	0,82		
Total	22,85	19			

Prueba de Levene de la variable Calibre > 2.5 mm. (%).-

8.1.3 Análisis de Normalidad

Mediante la prueba de Shapiro - Wilks se calcula el p-value para cada variable, para ver si se cumple con el principio de normalidad.

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Rendimiento	20	0,00	422,13	0,94	0,5316

Prueba de Shapiro-Wilks (modificado) de la variable Rendimiento (Kg/ha).-

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Proteína	20	0,00	0,53	0,92	0,2084

Prueba de Shapiro-Wilks (modificado) de la variable Proteína (%).-

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Calibre <2.2 mm.	20	0,00	0,34	0,97	0,8417

Prueba de Shapiro-Wilks (modificado) de la variable Calibre < 2.2 mm. (%).-

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Calibre >2.5 mm.	20	0,00	1,59	0,94	0,4960

Prueba de Shapiro-Wilks (modificado) de la variable Calibre > 2.5 mm. (%).-

8.1.4 Comparación de las variables respuestas entre tratamientos

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

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento	20	0,56	0,30	16,34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4315355,62	7	616479,37	2,19	0,1120
Bloque	767828,94	3	255942,98	0,91	0,4664
Tratamiento	3547526,68	4	886881,67	3,14	0,0552
Error	3385694,39	12	282141,20		
Total	7701050,01	19			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=669,41584

Error: 282141,1987 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
1	2711,93	4	265,58	A	
3	2793,43	4	265,58	A	B
2	3388,00	4	265,58		B C
4	3638,13	4	265,58		C
5	3718,20	4	265,58		C

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

ANOVA (Análisis de la varianza) y Test de Fisher para la variable Rendimiento (Kg/ha).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Proteína	20	0,42	0,08	6,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,87	7	0,55	1,25	0,3499
Bloque	0,97	3	0,32	0,73	0,5536
Tratamiento	2,90	4	0,73	1,64	0,2279
Error	5,31	12	0,44		
Total	9,18	19			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,83811

Error: 0,4423 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
1	9,24	4	0,33	A	
2	9,63	4	0,33	A	B
4	9,74	4	0,33	A	B
5	10,20	4	0,33		B
3	10,27	4	0,33		B

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

ANOVA (Análisis de la varianza) y Test de Fisher para la variable Proteína (%).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Calibre <2.2 mm.	20	0,21	0,00	46,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,57	7	0,08	0,44	0,8563
Bloque	0,09	3	0,03	0,16	0,9193
Tratamiento	0,48	4	0,12	0,65	0,6350
Error	2,21	12	0,18		
Total	2,78	19			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,54084

Error: 0,1842 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
5	0,68	4	0,21 A
4	0,85	4	0,21 A
3	0,98	4	0,21 A
2	1,03	4	0,21 A
1	1,13	4	0,21 A

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

ANOVA (Análisis de la varianza) y Test de Fisher para la variable Calibre < 2.2 mm. (%).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Calibre >2.5 mm.	20	0,66	0,46	2,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	93,84	7	13,41	3,35	0,0320
Bloque	2,60	3	0,87	0,22	0,8831
Tratamiento	91,24	4	22,81	5,70	0,0083
Error	48,01	12	4,00		
Total	141,84	19			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=2,52072

Error: 4,0006 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
2	91,43	4	1,00 A
3	91,55	4	1,00 A
1	94,55	4	1,00 B
4	95,65	4	1,00 B
5	96,68	4	1,00 B

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

ANOVA (Análisis de la varianza) y Test de Fisher para la variable Calibre > 2.5 mm. (%).

8.2. Temperatura y heladas

Tabla 3: Temperaturas máximas y mínimas desde 1993 hasta 2011.- (Fuente: Estación Meteorológica de Coronel Pringles).-

Temperaturas máximas y mínimas en °C (1993-2011)												
°C\Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Promedio	20,45	19,75	17,3	13,2	10,3	6,45	7,05	8,55	10,05	13,8	16,2	19,2
Máxima	35,8	34,3	31,5	27,7	24,1	19,1	20,3	22,7	24,6	28,5	31,9	34,8
Mínima	5,1	5,2	3,1	-1,3	-3,5	-6,2	-6,2	-5,6	-4,5	-0,9	0,5	3,6

Tabla 4: Heladas registradas desde 1993 hasta 2011.- (Fuente: Estación Meteorológica de Coronel Pringles).-

TOTAL HELADAS POR MES (1993-2011)																		
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	promedio
enero	-																	0
febrero	-																	0
marzo	-																	0
abril	3	1		1	1	3	1	2	3	1	2	2	2	2	3	2	2	1,82
mayo	2	4	8	4	1	6	6	4	5	5	7	9	11	9	8	7	8	6,1
junio	7	13	17	6	7	11	8	12	14	6	7	8	6	22	9	10	5	9,88
julio	18	20	19	8	6	14	13	12	8	17	11	10	8	23	7	17	15	13,3
agosto	12	11	6	9	13	13	11	3	2	12	6	8	13	22	16	3	15	10,3
septiembre	5	10	12	6	11	4	5	6	2	6	6	10	7	3	10	8	4	6,75
octubre	1	3	3		3	5	1					3		1	5	4		1,7
noviembre		1	1		1	1	2					1		2		1		0,6
diciembre																		0

8.3. Imágenes tomadas durante el ensayo



Imagen 1: 29 de Junio; Post-siembra se procedió a delimitar las parcelas para el ensayo.

Nota: el lote se encontraba con muy buena cobertura y limpio de malezas.



Imagen 2: 19 de Agosto; Conteo para calcular stand de plantas logradas.

Nota: se buscaron 250 pl/m² y el stand logrado fue de 238 pl/m².



Imagen 3: 6 de Octubre. Próximo al cuarto mes de implantado.

Nota: debido al largo periodo de heladas y las bajas temperaturas, el crecimiento de los cultivos de fina en la zona es muy lento durante el invierno y por ello demoran tanto en cerrar el surco; el control de malezas y la sanidad de las plantas es muy bueno.