

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

Ingeniería Agrónoma

Eficacia en el control químico de enfermedades foliares con un fungicida tradicional vs novedoso en el cultivo de cebada cervecera en la localidad de Gualaguaychú, Entre Ríos.

**Trabajo Final de Graduación para optar por el título de:
Ingeniero Agrónomo**

Autor: Juan Agustín Dalcol

Tutor: Ing. Agr. Ricardo Paglione

Resumen:

La principal materia prima en la elaboración de la cerveza es la malta, que proviene de un proceso en el cual los granos son germinados y tostados. En la Argentina, el principal grano utilizado para la elaboración de cerveza es la cebada cervecera (*Hordeum vulgare*); existen ciertas enfermedades que no solo afectan el rendimiento de la cebada sino que también pueden perjudicar su calidad, y en algunos casos pueden dejarla fuera de los parámetros que exige la industria.

El objetivo del ensayo fue evaluar la respuesta en rendimiento, calibre y proteína (estos últimos parámetros de calidad determinante en la industria cervecera) utilizando un fungicida tradicional vs un fungicida novedoso en una y dos aplicaciones frente a un testigo sin tratar en el cultivo de cebada cervecera de la variedad Andreia. El mismo se realizó en la localidad de Gualaguaychú, Entre Ríos. Se elaboró un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos que se detallaran a continuación y cuatro repeticiones:

1: Tratamiento Testigo(sin tratar). **2:** Aplicación de fungicida novedoso ORQUESTAULTRA® en macollaje y ORQUESTAULTRA® en hoja bandera.

3: Aplicación del fungicida tradicional DUETTPLUS® en macollaje y DUETTPLUS® en hoja bandera. **4:** Aplicación del fungicida novedoso ORQUESTAULTRA® en hoja bandera. **5:** Aplicación del fungicida tradicional DUETTPLUS® en hoja bandera.

No se encontraron diferencias significativas en las diferentes aplicaciones de ambos fungicidas (cantidad de tratamientos y diferentes estadios), tampoco se encontraron diferencias entre éstos y el testigo sin tratar.

Dado que la ocurrencia de las principales enfermedades de origen fúngico que puede afectar al cultivo de cebada depende en gran medida de condiciones ambientales predisponentes, es posible que la falta de diferencias significativas se deba a los factores climáticos observados durante el 2013, año en que se realizó el ensayo.

Agradecimientos:

En primer lugar quiero agradecer a mi tutor el Ing. Agr. Ricardo Paglioni, quien me brindó su valioso tiempo para corregir, ayudar y enseñar a realizar el trabajo final de graduación. También al Ing. P. A. John Scanlan quien aportó la semilla, realizó el análisis de las muestras y confió en nosotros para este ensayo.

En segundo lugar quiero agradecer a mi familia, a mis padres Sergio y Alba que me dieron la oportunidad de estudiar y me incentivaron a que termine el proyecto, a mi hermana María Bernardita que siempre me ayudó con correcciones y consejos muy útiles, a mi tía Silvina por los rezos durante la carrera y el aliento para que finalice el trabajo y pueda así obtener el título, a mis abuelos que siempre hicieron fuerzas y confiaron en que iba a lograr todos los objetivos que me propusiera, a mi hermano Juan Bautista y sus amigos que fueron de gran ayuda a la hora de la cosecha y a mi novia Ingrid que me apoyó en todo el transcurso de la tesis para que pudiera terminarla.

En tercer lugar, quiero agradecerle a la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Católica Argentina, por formarme no solo como profesional, sino también como persona. El espacio que me brindó me hizo sentir muy cómodo y me permitió conocer grandes amistades que me acompañaron durante toda la carrera e hicieron que todo sea más fácil.

Para finalizar quiero agradecer a Santa Mónica S.A por ofrecerme el establecimiento "Teyu Cuare", en especial al encargado Marcelo Miño quien puso a disposición el espacio, las herramientas ,el personal y la información que fueron de gran ayuda para poder llevar a cabo este ensayo de la mejor manera posible y al Ing. Agr. Pablo Glagowsky quien aportó la máquina para poder trillar la tesis.

Índice

Resumen:	2
Agradecimientos:.....	3
Introducción:.....	5
Objetivo General:.....	9
Objetivo Específico:	9
Materiales y métodos:.....	10
Localización del ensayo:.....	10
Metodología:	10
Tratamientos:	10
Métodos y procedimiento:	11
Análisis estadísticos:.....	12
Análisis condiciones ambientales :	12
Resultados:	125
Discusión:	16
Conclusión:.....	18
Referencias bibliográficas:	19
Anexos.....	19
Anexo 1: Estadística Descriptiva	19
Anexo 2: Análisis de la Normalidad.....	22
Anexo 3: Análisis de homocedasticidad.....	25
Anexo 4: Comparación de las variables respuesta entre tratamientos.....	28
Anexo 5: Condiciones meteorológicas de precipitaciones y temperaturas.	30

Introducción:

El **origen** del cultivo de la **cebada** data de aproximadamente 10.000 años A.C. y una de las características que más lo destaca es su gran adaptación a las diferentes condiciones geográficas y climáticas. Se puede encontrar cebada desde latitudes mayores a los 50° de Latitud Norte, en la sabana colombiana, a nivel del mar y hasta en los Andes sudamericanos a más de 3.000 m de altura (Cattáneo, 2011).

A **nivel mundial** la **cebada** ocupa el cuarto lugar en volumen de producción, mientras que los tres cultivos más importantes en primer lugar el trigo, en segundo lugar el arroz y en tercer lugar el maíz, vienen aumentando la producción durante los últimos quince años, la cebada redujo en un 20% aproximadamente su volumen, como consecuencia del avance del maíz forrajero sobre áreas destinadas a cebada (Cattáneo, 2011). La superficie de cebada sembrada a nivel mundial es de 47.44 millones de hectáreas con una producción de 141.61 millones de toneladas, esto da un rendimiento promedio de 2.985 kg.ha⁻¹ (USDA, 2018).

En la **Argentina** no se conoce una fecha exacta de los comienzos del cultivo de cebada, pero se la cita por primera vez en las estadísticas de exportación de 1875 con 2 toneladas. En aquella época no se diferenciaba si la cebada era forrajera o cervecera, si no que se hacía referencia a la cebada de forma general (Tomaso, 2003). A diferencia del resto del mundo, la cebada ha tenido un importante crecimiento en los últimos diez años. El área sembrada paso de 273.000 has y una producción de 800.000 tn en el 2005 (Conti y otros, 2010) a 980.043 has y una producción de 3.308.384 tn en 2017, y llegando a tener su récord histórico en la campaña 2012 con una área sembrada de 1.810.235 has y una producción de 5.158.190 tn (Estimaciones producción, 2017). Uno de los motivos que hizo que aumente el área sembrada fue que el productor agropecuario encontró una mejor alternativa en la rotación Cebada/Soja que en la tradicional Trigo/Soja. La cebada fue ganando lugar sobre el Trigo, ya que le permite al productor levantar la cosecha 15 días antes que el trigo y adelantar la fecha de siembra del cultivo de segunda (Tomaso, 2003), además de los tantos beneficios que tiene como gramínea invernal ya que aporta materia seca de rastrojo en la superficie y sub-

superficie, raíces que aflojan los suelos compactados, brinda cobertura que no solo ayuda en los problemas de erosión hídrica si no que últimamente es utilizada para frenar malezas de invierno, disminuir el uso de herbicidas, mejorar la infiltración, disminuir el escurrimiento y proteger la micro flora (Martínez y otro, 2012).

Hasta 1985 el cultivo de cebada cervecera no tenía un rol importante en nuestro país, hasta que en el año 1991 con la creación del Mercosur (Argentina, Brasil, Uruguay y Paraguay) comienza a crecer de manera considerable la superficie sembrada y vuelve a tomar relevancia en los mercados. El aumento en la demanda de materia prima y las crecientes exportaciones hicieron que se instalen nuevas industrias malteras, más tecnológicas, y que las industrias existentes logren una ampliación de su capacidad productiva (Tomaso, 2003).

En nuestro país, el 95% de la producción de cebada se encuentra en la provincia de Buenos Aires, y el 5% restante se distribuye en las provincias de La Pampa, Santa Fe y Córdoba. Sin embargo, en los últimos años, este cultivo se ha ido extendiendo a otras provincias y regiones (Conti y otros, 2013-14).

Cuando hablamos de cebada cervecera no debemos olvidar que su destino es la fabricación de malta, por lo tanto el objetivo del productor no es solo el rendimiento sino que tiene gran importancia la calidad (Wehrhahne, 2014). Para producir la malta, a la cebada se la somete a un proceso industrial que depende de un proceso biológico (germinación del grano). Para obtener una cebada para malteo de buena calidad, el SENASA estableció mediante la resolución 27/2013 parámetros para la base de la comercialización que son los siguientes:

- **Poder Germinativo:** Es muy importante que la semilla germine para colaborar en la producción de enzimas, si las mismas no germinan no se liberarán las enzimas encargadas de desdoblar el almidón, los fosfatos orgánicos, grasas etcétera. La base de comercialización es del 98% y la tolerancia de recibo es del 95%.
- **Calibre:** El calibre alto y parejo está relacionado principalmente con la capacidad de producción de cerveza. El porcentaje de granos que quedan arriba de la zaranda de

2,5mm debe ser del 85% y el porcentaje de granos bajo la zaranda de 2,2mm debe tener un máximo del 3%.

- **Proteína (sobre sustancia seca):** Debe presentar porcentajes de proteína dentro de cierto rango, el límite máximo y mínimo de proteína aceptable para cebada cervecera es muy variable en los distintos países, pero en nuestro país se establece que debe encontrarse entre un 10% y 12%. Las sustancias nitrogenadas tienen una gran importancia en la calidad de la malta que se fabrica, ya que influye de forma positiva en el gusto de la cerveza, en la estabilidad de la espuma y la nutrición de las levaduras. Si se encuentra por debajo puede afectar a la germinación o algunas etapas de la producción (Ej.: maceración) y si está por encima de 12 % puede afectar las características organolépticas. El mínimo es 10%, el máximo es 12% y la tolerancia de recibo máxima es del 13%.
- **Humedad:** La humedad es importante para un buen almacenamiento, evitando el secado, sin afectar el poder germinativo. La cebada es el único grano que bonifica por baja humedad. La base es 12% y la tolerancia es de 12,5%.
- **Otras tolerancias de recibo:** Los granos quebrados, partidos, dañados, etc., no van a tener la misma germinación que un grano sano, por lo tanto va a afectar la calidad final de la malta. Para granos quebrados, partidos, pelados, y dañados el máximo es de 1,5%. Para el caso de materias extrañas y granos picados el máximo es de 0,5%. Para granos con carbón el máximo es de 0,2% y todo debe estar libre de insectos y arácnidos (Pereyra Iraola y otros, 2013).

Por otro lado, la sanidad del cultivo de la cebada es determinante del rendimiento y sobre todo afecta la estabilidad del mismo. Las enfermedades pueden ocasionar pérdidas económicas al productor al reducir el rendimiento en volumen o la calidad de los granos (Carmona y otros, 2011). Por esto algunos productores optan por aplicar según estadios fenológicos y condiciones ambientales predisponentes, sobre todo aquellos que siembran grandes superficies y/o por recomendación de técnicos de empresas proveedoras de insumos (R. Paglione, BASF Argentina S.A., comunicación personal, 2014).

Es importante destacar que las mermas en los rendimientos causados por las enfermedades foliares se deben a una reducción del área de las hojas, lo que da como resultado un desbalance en la relación “fuente”- “destino”.(Alberione y otros, 2014).

A continuación se describirán algunas de las principales enfermedades fúngicas que afectan a la cebada cervecera:

- Mancha en Red (*Drechslera teres*): El síntoma más común se da en la hoja, donde podemos observar estrías necróticas longitudinales cruzadas por otras transversales. Como su nombre lo indica, esto da la apariencia de mancha en red. En cuanto a los daños, puede disminuir el rendimiento en un 20%, afectando no solo el peso de los granos sino también el número de granos por metro cuadrado. Además, según la intensidad y el estadio en el que se presente dicha enfermedad puede disminuir la calidad (Carmona y otros, 2011).
- Escaldadura (*Rhynchosporium secalis*): Las lesiones tienen la particularidad de ser alargadas, con el centro grisáceo, blanco o pálido, y los bordes generalmente ondulados. En Argentina se la encuentra principalmente durante el macollaje en vainas y hojas inferiores y puede reducir el rendimiento hasta un 15%. Generalmente, la encontramos hasta encañazón, pero en los años fríos y variedades susceptibles puede atacar hasta la hoja bandera(Carmona y otros, 2011).
- Ramularia (*Ramularia collo-cygni*): Los síntomas se encuentran principalmente en las hojas, pero también lo podemos encontrar en tallos, vainas foliares, y hasta en las espigas, glumas y aristas. En las hojas aparecen como pequeñas lesiones necróticas con halos cloróticos, salpicadas sobre el tejido vegetal. La hoja tiene este aspecto de salpicado, debido a que las lesiones se expanden y cubren toda la superficie de la hoja. Los daños que produce esta enfermedad son: Rápida senescencia del cultivo (asociada a toxina fúngica) y en los granos de cebada afecta el número, el peso y el tamaño (Carmona y otros, 2012).
- Mancha borrosa o marrón (*Bipolaris sorokiniana*): Las lesiones se encuentran en coleóptiles, plúmulas, hojas y vainas. La enfermedad recibe este nombre debido a que la lesión que produce es marrón y sin contornos definidos. En nuestro país,

esta enfermedad no tuvo tanta importancia como Mancha en red y escaldadura, pero en países como Uruguay, Brasil y Paraguay, se han registrado daños de hasta un 40% sobre el rendimiento, afectando inclusive, la calidad maltera (Carmona y otros, 2011).

Uno de los **fungicidas** que se utilizó en el ensayo fue el DUETT[®]PLUS, un fungicida de acción sistémica y residual, formado por: 27.5gr/l de metconazole + 37.5gr/l de epoxiconazole, CE, dos triazoles pertenecientes a la familia de los inhibidores del ergosterol (IBE). Este fungicida es utilizado en cultivos de trigo y cebada para el control de enfermedades foliares. El otro producto que se utilizó fue el ORQUESTA[®] ULTRA, un fungicida compuesto por: 50gr/l fluxapyroxad (carboxamida) + 81gr/l pyraclostrobin (estrobirulina) + 50gr/l de epoxiconazole (triazol), CE. Este fungicida sistémico controla enfermedades foliares en trigo y cebada y en soja controla roya asiática y enfermedades de fin de ciclo (Casafe,2013).

Objetivo General:

Eficacia en el control de enfermedades foliares del fungicida mezcla de carboxamida + estrobilurina + triazoles en el cultivo de Cebada.

Objetivo Específico:

Evaluar:

- La respuesta en rendimiento, proteína y calibre a la aplicación de un fungicida tradicional vs un fungicida novedoso en hoja bandera apenas visible. (4 y 5)
- La respuesta en rendimiento, proteína y calibre de dos aplicaciones en distintos estadios del fungicida tradicional.

- La respuesta en rendimiento, proteína y calibre de dos aplicaciones en distintos estadios del fungicida novedoso.

Materiales y métodos:

Localización del ensayo:

El ensayo fue realizado en el establecimiento "Teyú Cuare", en la localidad de Gualeguaychú, provincia de Entre Ríos.

Referencias 32° 51' 14"sur y 58° 30' 89" oeste

Metodología:

El ensayo constó de 4 bloques, a los que se le asignaron 5 tratamientos.

Para ello se realizó un DBCA (diseño de bloques completos al azar) con 4 repeticiones. Cada unidad experimental constó de un área de 15 m² (5m de largo, por 3m de ancho).

Tratamientos:

- 1- Tratamiento Testigo sin aplicar.
- 2- Aplicación de fungicida novedoso ORQUESTAULTRA® en el estadio Z 31-32 y ORQUESTAULTRA® en el estadio Z 37-38.
- 3- Aplicación del fungicida tradicional DUETTPLUS® en el estadio Z 31-32 y DUETTPLUS® en el estadio Z 37-38.
- 4- Aplicación del fungicida novedoso ORQUESTAULTRA® en el estadio Z 37-38.

5- Aplicación del fungicida tradicional DUETTPLUS® en el estadio Z 37-38.

Métodos y procedimiento:

La siembra se realizó con un tractor John Deer 8320 y una sembradora ERCA serie V-F doble disco, a una distancia entre surcos de 17,5 cm y con una densidad de 125 kg.ha⁻¹ (6 III A 2). Se delimitaron los 4 bloques y a cada parcela o unidad experimental se le designó un tratamiento completamente al azar.

A todas las parcelas (inclusive a la testigo sin tratar) se le agregaron 100 kg.ha⁻¹ de urea a la siembra y luego se le agregó al voleo 73 kg.ha⁻¹ de urea para llegar a los 80 kg.ha⁻¹ de nitrógeno.

Al tratamiento 1(testigo sin tratar) solo se le agregó urea a la siembra y no se le hizo ninguna aplicación de fungicida a lo largo del ciclo, a diferencia del resto de los tratamientos que si se le realizaron aplicaciones con distintos fungicidas, dosis y en distintos estadios del ciclo.

Al tratamiento 2 se le hicieron dos aplicaciones del fungicida novedoso ORQUESTA ULTRA®, pero con dosis distintas para cada estadio. En Z31-32 se aplicaron 0,6 lts.ha⁻¹ de ORQUESTA ULTRA® y en Z37-38 1,2 lts.ha⁻¹ del mismo fungicida.

Para el tratamiento 3 se utilizó el mismo concepto que para el segundo; dos aplicaciones y cada una con dosis distintas, pero el fungicida utilizado en este caso fue el tradicional DUETTPLUS®. En Z31-32 se aplicaron 0,8lts/ha de DUETTPLUS® y en Z37-38 1 lts.ha⁻¹

En el caso del tratamiento 4 y 5 solo se aplicó una sola vez fungicida (en Z37-38), en el tratamiento 4 se usó ORQUESTAULTRA® en dosis de 1,2 lts.ha⁻¹ y para el tratamiento 5 DUETTPLUS® en dosis de 1lts.ha⁻¹.

Para la aplicación de fungicida se utilizó la mochila para pulverizar que aportó la U.C.A. equipada con pastillas Teejet 8002 V5, y la presión de trabajo que se utilizó en cada parcela fue de 2,5 Kpa.

Por último, la cosecha se realizó de forma manual, cortando las espigas de 2m² de cada parcela, las mismas se llevaron a una máquina que las trilló y luego de pasar por un proceso de zarandeo se obtuvieron las muestras de semillas limpias.

Análisis estadísticos:

Los análisis estadísticos fueron realizados mediante el programa estadístico InfoStat, se realizó un análisis de la varianza para cada una de las variables: rendimiento, contenido proteico y calibre, en un diseño de bloques al azar. Para que estos análisis puedan tener validez, se verificaron los supuestos de normalidad, con el gráfico de QQ-plot y la prueba de Shapiro-Wilks, el supuesto de homocedasticidad mediante el diagrama de dispersión y la prueba de Levene, y por último el paralelismo por medio de un gráfico de puntos. Con la prueba de Tukey se realizaron las comparaciones entre tratamientos y se consideraron significativas las pruebas con p-valor < 0,5.

Análisis de condiciones ambientales:

Los análisis de suelo fueron realizados a la siembra y arrojaron los siguientes resultados:

En la profundidad de 0-20cm, el porcentaje de materia orgánica fue de 3.38% (bien provisto), el PH de 5.7 (reacción moderadamente ácida), nitratos 23 ppm, el fosforo extractable (con un bajo nivel) 5.7 ppm.

En la profundidad de 20-40cm, se midieron solo 2 datos, el PH con un valor de 6.5 reacción levemente ácida y los nitratos con 11 ppm.

En cuanto a la distribución de las precipitaciones, como se observa en la Figura 2, solo se encontró un exceso de precipitaciones marcado que superaba el promedio histórico

en los meses de mayo y noviembre, el resto de los meses las precipitaciones se ubicaron por debajo del promedio histórico.

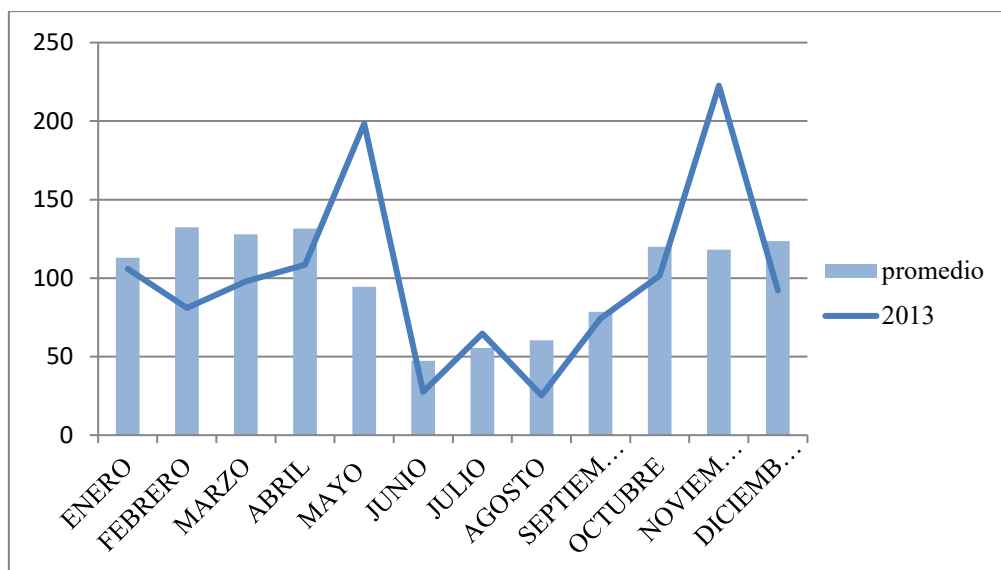


Figura 2. Promedio de precipitaciones mensuales históricas (1995-2014) con respecto a las precipitaciones mensuales del año 2013 (mm)

Para el caso de las temperaturas, si tenemos en cuenta solo los meses del ciclo de cultivo (junio-noviembre) podemos observar, como muestra el gráfico de la figura 3, que las temperaturas fueron similares al promedio, con una leve variación en los meses de julio y agosto.

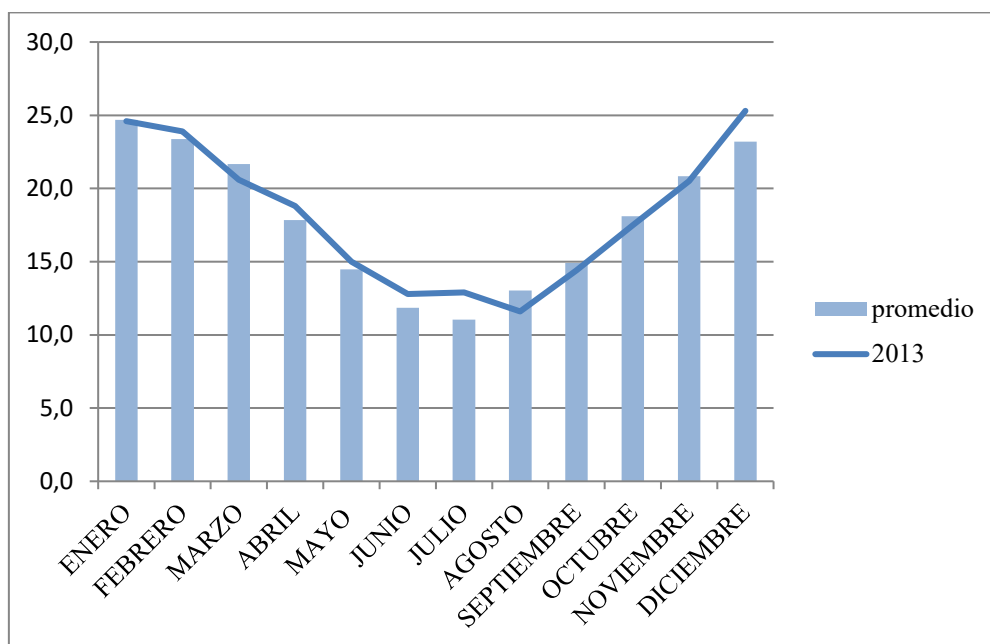


Figura 3. Promedio de temperaturas mensuales históricas (1995-2014) con respecto a las temperaturas mensuales del año 2013.

Resultados:

Como se puede observar en la tabla N°1, no hubo diferencias significativas entre los 5 tratamientos para el rendimiento, esto quiere decir que con cualquier tratamiento que se hubiese elegido en la campaña 2013, los resultados productivos obtenidos hubiesen sido los mismos. El rendimiento promedio de todo el ensayo fue de 4502.5kg.ha⁻¹.

Tabla N°1. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento

Tratamiento	Rendimiento en kg ha ⁻¹	
1 (Testigo sin tratar)	4464,5	A
2 (Orq.Ult-Z31-32 y Z37-38)	4564,8	A
3 (Due.Pl-Z31-32 y Z37-38)	4065,0	A
4 (Orq.Ult- Z37-38)	4865,5	A
5 (Due.Pl- Z37-38)	4322,0	A
P-valor	0,3575	

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

En la tabla N°2 se puede observar que para el caso de la proteína no hubo diferencias significativas entre los 5 tratamientos, y el promedio de la proteína fue de 10,44%.

Tabla N°2. Efecto de los tratamientos sobre el contenido proteico.

Tratamiento	Proteína %	
1 (Testigo sin tratar)	10,63	A
2 (Orq.Ult-Z31-32 y Z37-38)	10,15	A
3 (Due.Pl-Z31-32 y Z37-38)	10,03	A
4 (Orq.Ult- Z37-38)	10,75	A
5 (Due.Pl- Z37-38)	10,65	A
P-valor	0,3611	

Medias

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

Como Muestra la tabla N°3 no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para el calibre, y el promedio del calibre de 2,5mm fue de 85,11 %.

Tabla N°3. Efecto de los tratamientos sobre el calibre

Tratamiento	Calibre 2,5mm %	
1 (Testigo sin tratar)	86,93	A
2 (Orq.Ult-Z31-32 y Z37-38)	83,45	A
3 (Due.Pl-Z31-32 y Z37-38)	84,30	A
4 (Orq.Ult- Z37-38)	85,35	A
5 (Due.Pl- Z37-38)	85,55	A
P-valor	0,8356	

Medias

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

Discusión:

En la campaña 2013/2014, en Entre Ríos se sembraron 11.500 hectáreas con un rendimiento promedio de 2731 kg.ha⁻¹. En relación al total de hectáreas sembradas en el país, Entre Ríos tiene una participación insignificante, no alcanza ni siquiera al 1% de la producción total de Argentina (Estimaciones agrícolas, 2014).

Es importante destacarla gran variabilidad en rendimientos que tiene la cebada cervecera en esta provincia, que va desde los 1253.73 kg.ha⁻¹ en la campaña 2007/08 a rendimientos de 4200 kg.ha⁻¹ en la campaña 2008/09 (Estimaciones producción, 2014). Esta variabilidad no solo se debe a factores climáticos (precipitación y temperaturas), sino también a la falta de información que existe en relación a la correcta elección de variedades para estos tipos de ambientes. Es por esto que la EEA Paraná del INTA desarrolló una línea de investigación con el fin de recopilar información sobre las distintas variedades de cebada y su comportamiento productivo y sanitario, con el objetivo de buscar que este cultivo tenga una participación más relevante a nivel tanto provincial como nacional (Kuttel W.D. y Diaz M.G, 2013/2014). Kuttel y Diaz (2013/2014) sostienen que la escasez de información respecto al comportamiento productivo y perfil sanitario de los cultivares presentes en el mercado en este tipo de ambientes es la principal limitante al momento de hacer una elección para la siembra.

Una vez analizados los resultados del ensayo, no se observaron diferencias significativas en cuanto a producción (rendimiento) y calidad (calibre/proteína) para los distintos tratamientos, incluyendo el testigo sin tratar. Pero cabe destacar que los datos indican que los resultados obtenidos, en relación al rendimiento promedio de todo el ensayo, fueron muy superiores a los obtenidos a nivel provincial, de 2730,54 kg.ha⁻¹ para la campaña en la cual se realizó en el ensayo (Estimaciones producción, 2014).

El resultado de la generación y evolución de una enfermedad es la interacción de los factores que integran el llamado triángulo epidemiológico (el cultivo, el patógeno y el ambiente), para que esta se pueda desarrollar es necesario la interrelación de estos factores. Que el cultivo no se enfermara durante el ensayo puede haber sido el resultado de la combinación de estas aristas, las buenas condiciones climáticas y la ausencia del patógeno. Aunque no se puede asegurar que el clima haya contribuido positiva o

negativamente. El hecho de que las enfermedades no se generaran ni evolucionaran puede ser explicado por la falta de condiciones ambientales (humedad y temperatura) o también porque las enfermedades no estaban presentes, en rastrojo o semillas.

Por otro lado, el cultivo de cebada de la variedad Andreia tiene un perfil sanitario con alta resistencia a enfermedades fúngicas, con lo cual no se pudo comprobar la efectividad del nuevo fungicida lanzado al mercado, ya que en ninguno de los tratamientos realizados hubo diferencia significativa en las variables medidas.

Según los resultados de este ensayo, para el cultivo de cebada de la variedad Andreia, sembrado en el año 2013, en la localidad de Gualeguaychú y en el establecimiento Teyu Cuare, no fue necesaria la utilización de ningún fungicida, ya sea el tradicional (DUETTPLUS®) o el novedoso que se incorporó al mercado (ORQUESTAULTRA®).

Una alternativa a explorar es repetir el ensayo durante varias campañas consecutivas. Destacamos la importancia de darle especial énfasis a la recolección de información en el futuro para poder caracterizar de manera completa el desarrollo de las enfermedades en el caso de la cebada cervecera en la provincia de Entre Ríos. En todo caso, es recomendable monitorear los cultivos, y en caso de detectar el patógeno realizar la aplicación del fungicida.

Conclusión:

El promedio de precipitaciones de los últimos 20 años para la localidad de Gualeguaychú, ronda los 1203mm, y si lo comparamos con los 1200mm que se registraron en el año (2013) en que se realizó el ensayo, podemos concluir que en lo que respecta a cantidad de precipitaciones fue un año normal.

Después de desarrollar esta investigación, podemos concluir que, antela imposibilidad de obtener los resultado que buscábamos a partir de este ensayo, se requiere un análisis más detallado de cosechas anteriores y factores climáticos o la realización del mismo en condiciones de laboratorio en donde podamos controlar las variables que afectan al cultivo.

Partiendo de los objetivos generales de este ensayo, que tuvieron como desafío evaluar la eficacia en el control de enfermedades de dos fungicidas (novedoso vs tradicional) en

el cultivo de cebada cervecera, los resultados obtenidos no fueron los esperados, ya que no se pudo evaluar la eficacia del fungicida novedoso frente fungicida tradicional.

Por último, resaltamos la importancia que tiene el monitoreo de enfermedades en el cultivo de cebada, dada la variación de condiciones ambientales y zonas de producción, el cultivo no siempre tiene la misma performance sanitaria. Por lo tanto la decisión de una aplicación es el resultado de no solo uno sino de varios factores a considerar. Es importante continuar con la evaluación de cultivares de cebada en la provincia de Entre Ríos en diferentes años para lograr un conocimiento más acabado del comportamiento particular del cultivo y las enfermedades que pueden afectarlo.

Referencias bibliográficas:

Alberione E., Salines N., Arburúa M., 2014. Experiencias en el control químico de enfermedades fúngicas en dos cultivares de cebada cervecera. Disponible en: http://inta.gob.ar/documentos/experiencias-en-el-control-quimico-de-enfermedades-fungicas-en-dos-cultivares-de-cebada-cervecera-1/at_multi_download/file/INTA%20-%20fungicas_cebada14.pdf

Cattáneo, M. Los Mercados de cebada cervecera en la Argentina y en el mundo. Miralles, D.; Benech-Arnold, R.; Abeledo, G (eds.) Cebada Cervecera. Buenos Aires, Facultad de Agronomía, 2011, págs. 275-284.

Carmona M., Barreto D., Romero A., Enfermedades del cultivo. Importancia, síntomas y manejo integrado. Miralles, D.; Benech-Arnold, R.; Abeledo, G (eds.) Cebada Cervecera. Buenos Aires, Facultad de Agronomía, 2011, págs. 133-167.

Carmona M., Scandiani M., Formento A., Luque A., 2012. Epidemias de *Ramularia collo-cygnis*, organismo causal del salpicado necrótico de la cebada. Campaña 2012-2013. Disponible en: http://inta.gob.ar/documentos/epidemias-de-ramularia-collo-cygnis-organismo-causal-del-salpicado-necrotico-de-la-cebada.-campana-2012-2013/at_multi_download/file/Ramularia%20en%20cebada%20-%202012.pdf

Casafe. Guía de productos fitosanitarios. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Lara producciones, 16° edición, 2013, pág. 524 y pág. 710.

Conti V., Moreyra F., González G., Vallatti A., Giménez F., 2010. Cebada: resultados de ensayos y panorama varietal. Disponible http://www.maa.gba.gov.ar/2010/agricultura_ganaderia/archivos/MEM59_cebada.pdf

Datos Agroindustriales, Agosto 2014. Estimaciones agrícolas. Disponible en: <https://datos.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>.

Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW, 2014, InfoStat, versión 2014. [Software] Grupo InfoStat, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Recuperado de: <http://www.infostat.com.ar/>

Kuttel W.D. y Diaz M.G, 2013/2014. Rendimiento de cultivares de cebada cervecera en Paraná, Entre Ríos. Años 2013 y 2014. Disponible en: http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-_cebada_cervequera-_rendimiento_de_cultivares_201.pdf

Martínez F., Morelli A., 2012. Resumen de la charla sobre el cultivo de cebada. Disponible en: http://www.bolsacer.org.ar/Funciones/impresion/impresion_pdf.php?dato=457

Pereyra Iraola M., Bodega J., Nagore M., Martínez D., 2013. Cebada cervecera: Calidad industrial-Proceso de malteo. Disponible en: http://www.mdp.edu.ar/agrarias/grado/732_Cereales/archivos/Malteo_Teorico_2013.pdf

Tomaso J. C., 2003. Cebada cervecera en la Argentina. Disponible en: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210288.pdf>

USDA, Abril 2018. Producción agrícola mundial. Disponible en : <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>

Wehrhahne L., 2010. Evaluación de variedades de cebada cervecera. Disponible en: http://inta.gob.ar/documentos/evaluacion-de-variedades-de-cebada-cervequera/at_multi_download/file/INTA%20Barrow%20-%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20variedades%20de%20cebada%20cervecera.pdf

Anexos

A continuación se presentaran todas las tablas que validan los supuestos del ANOVA.

Anexo 1: Estadística Descriptiva

En las tablas se pueden observar para cada variable en estudio: las repeticiones, la media, el desvío estándar, el coeficiente de variabilidad, el mínimo y el máximo.

Tabla N°4. Medidas de resumen de la variable rendimiento (kg ha⁻¹)

Medidas resumen

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	Mín	Máx
1	Rendimiento	4	4464,5	377,1	142221,7	4009	4920
2	Rendimiento	4	4564,8	773,2	597784,3	3764	5611
3	Rendimiento	4	4065	711,8	506594	3425	4911
4	Rendimiento	4	4865,5	563,6	317608,3	4128	5493
5	Rendimiento	4	4322	533	284090	3809	4813

Tabla N°5. Medidas de resumen de la variable contenido proteico (%)

Medidas resumen

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	Mín	Máx
1	Proteína	4	10,63	0,75	0,57	10,1	11,7
2	Proteína	4	10,15	0,62	0,38	9,6	11
3	Proteína	4	10,03	0,52	0,27	9,3	10,4
4	Proteína	4	10,75	0,26	0,07	10,5	11,1
5	Proteína	4	10,65	0,58	0,34	10,1	11,2

Tabla N°6. Medidas de resumen de la variable calibre de 2,5mm (%)

Medidas resumen

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	Mín	Máx
1	Calibre	4	86,93	5,6	31,42	82,1	92,5
2	Calibre	4	83,45	2,26	5,1	80,3	85,6
3	Calibre	4	84,3	0,97	0,94	83,3	85,4
4	Calibre	4	85,35	4,43	19,58	81,4	90,2
5	Calibre	4	85,55	4,69	22	79,9	90,6

Anexo 2: Análisis de la Normalidad

Para detectar si se cumple el supuesto de normalidad, mediante la prueba de Shapiro-Wilks se calcula el p-value, que en el caso de que sea mayor que alfa (0,05) nos indica que no hay evidencia de falta de normalidad. Luego con el grafico de QQ-plot podemos observar como es la distribución normal.

Tabla N°7. Prueba de Shapiro-Wilks (modificado) de la variable rendimiento (kg ha⁻¹)

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO_Rendimiento	20	0	428,05	0,98	0,9598

Tabla N°8. Prueba de Shapiro-Wilks (modificado) de la variable contenido proteico (%)

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO_Proteina	20	0	0,48	0,95	0,686

Tabla N°9. Prueba de Shapiro-Wilks (modificado) de la variable Calibre 2,5mm (%)

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO_Calibre	20	0	3,52	0,92	0,254

Grafico N°1. QQ-plot para la variable rendimiento.

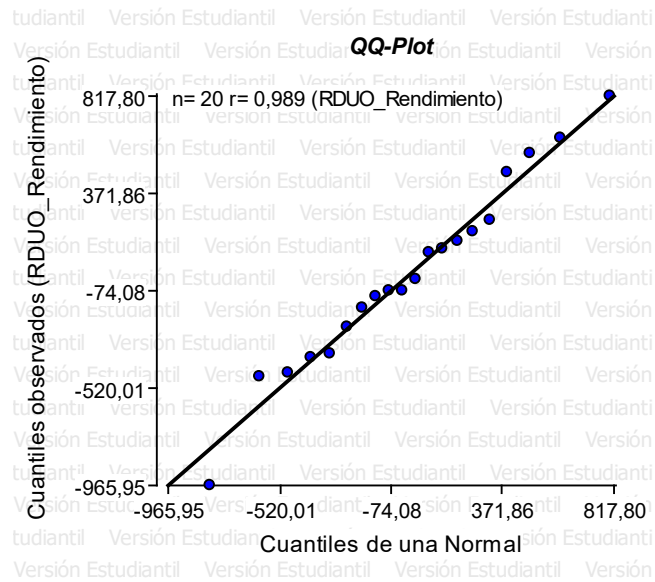


Grafico N°2. QQ-plot para la variable contenido proteico.

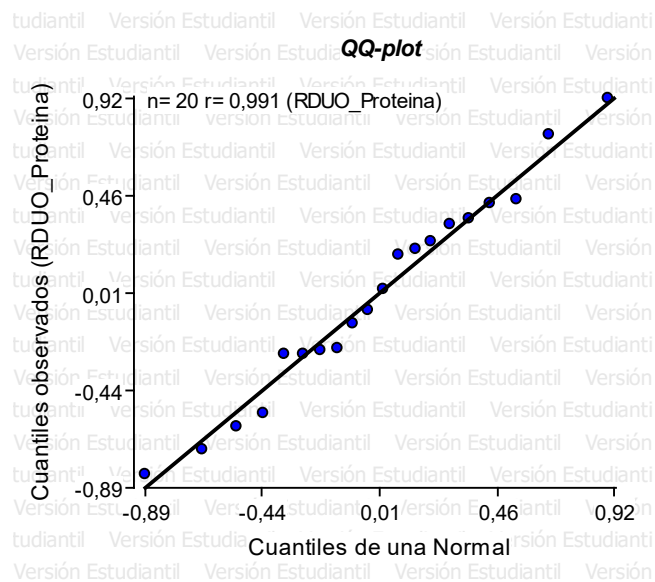
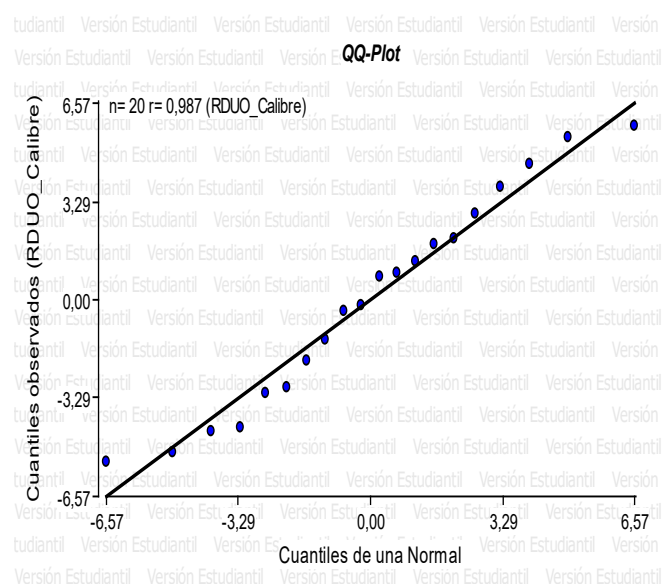


Grafico N°3. QQ-plot para la variable calibre de 2,5mm.



Anexo 3: Análisis de homocedasticidad

Para comprobar si se cumple con el principio de homocedasticidad, se calcula el p-valor mediante la prueba de Levene para cada variable en estudio y luego se analizara gráficamente mediante un diagrama de dispersión.

Tabla N°10. Prueba de Levene para la variable rendimiento (kg ha^{-1}).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS_Rendimiento	20	0,19	0	80,99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	247514,67	4	61878,67	0,87	0,5043
Tratamiento	247514,67	4	61878,67	0,87	0,5043
Error	1066355,14	15	71090,34		
Total	1313869,8	19			

Tabla N°11. Prueba de Levene para la variable contenido proteico (%).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS_Proteina	20	0,08	0	70,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,1	4	0,02	0,32	0,8595
Tratamiento	0,1	4	0,02	0,32	0,8595
Error	1,14	15	0,08		
Total	1,24	19			

Tabla N°12. Prueba de Levene para la variable calibre de 2,5mm (%).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS_Calibre	20	0,68	0,6	39,75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	43,81	4	10,95	8,11	0,0011
Tratamiento	43,81	4	10,95	8,11	0,0011
Error	20,26	15	1,35		
Total	64,07	19			

Grafico N°4.Diagrama de dispersión para la variable rendimiento.

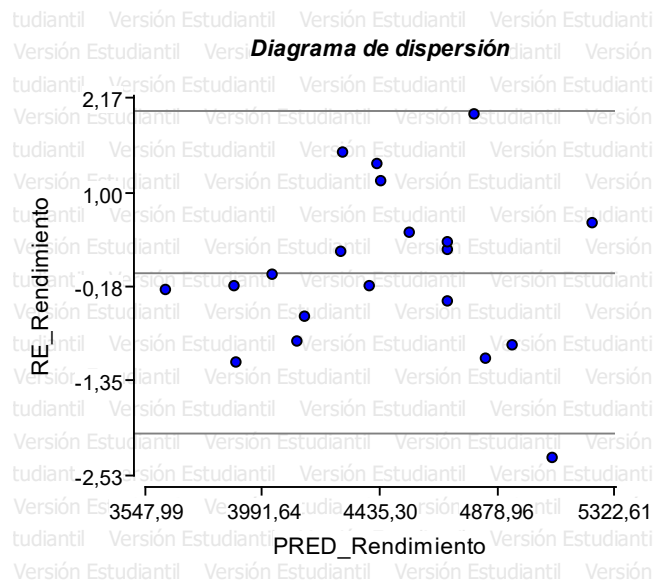


Grafico N°5.Diagrama de dispersión para la variable contenido proteico.

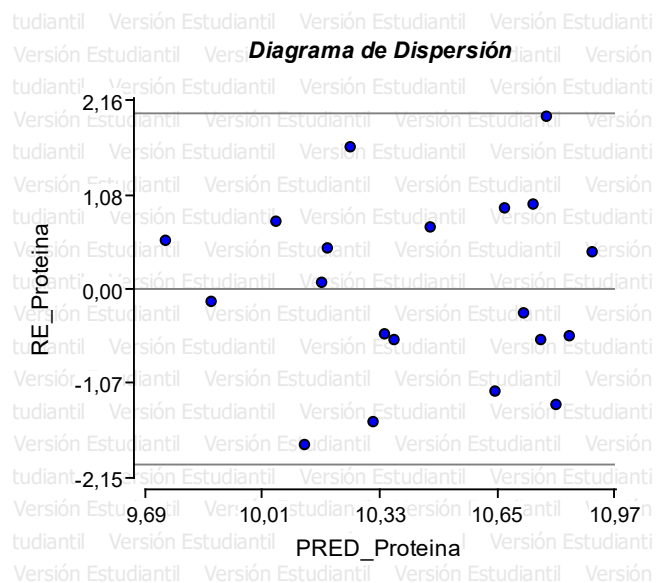
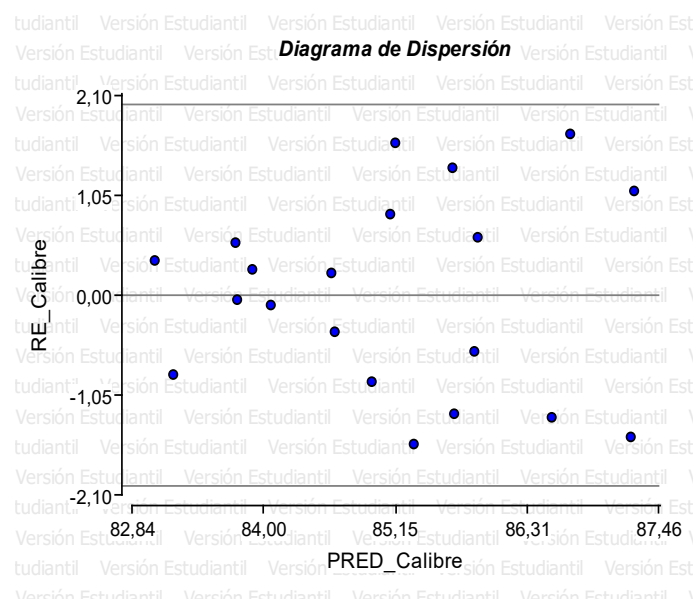


Grafico N°6.Diagrama de dispersión para la variable calibre 2.5mm.



Anexo 4: Comparación de las variables respuesta entre tratamientos.

Se realiza para cada variable en estudio el análisis de la varianza, en donde se calculó el p-value que nos indicará si al menos uno de los promedios de los distintos tratamientos difiere con el del otro. Mediante el test de tukey, se hicieron las comparaciones entre los tratamientos, en el cual se observará si hay o no diferencias significativas entre los tratamientos, asignándose letras las cuales si son iguales, indican que no se encuentran diferencias significativas entre los tratamientos y si son distintas, que si se encuentran diferencias significativas entre los tratamientos.

Tabla N°13. Análisis de la varianza (ANOVA) y test de Tukey para la variable rendimiento.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento	20	0,5	0,21	12,09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3465273,95	7	495039,14	1,71	0,1985
Bloque	2063572,15	3	687857,38	2,37	0,1217
Tratamiento	1401701,8	4	350425,45	1,21	0,3575
Error	3481322,6	12	290110,22		
Total	6946596,55	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1213,96866

Error: 290110,2167 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
3	4065	4	269,31	A
5	4322	4	269,31	A
1	4464,5	4	269,31	A
2	4564,75	4	269,31	A
4	4865,5	4	269,31	A

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

Tabla N°14. Análisis de la varianza (ANOVA) y test de Tukey para la variable contenido proteico.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Proteína	20	0,35	0	5,74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,3	7	0,33	0,91	0,5289
Bloque	0,57	3	0,19	0,53	0,6699
Tratamiento	1,72	4	0,43	1,2	0,3611
Error	4,31	12	0,36		
Total	6,61	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,35122

Error: 0,3594 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
3	10,03	4	0,3	A
2	10,15	4	0,3	A
1	10,63	4	0,3	A
5	10,65	4	0,3	A
4	10,75	4	0,3	A

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

Tabla N°15. Análisis de la varianza (ANOVA) y test de Tukey para la variable calibre de 2,5mm.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Calibre	20	0,11	0	5,2

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	29,88	7	4,27	0,22	0,9739
Bloque	2,05	3	0,68	0,03	0,9908
Tratamiento	27,83	4	6,96	0,36	0,8356
Error	235,07	12	19,59		
Total	264,95	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,97544

Error: 19,5890 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
2	83,45	4	2,21	A
3	84,3	4	2,21	A
4	85,35	4	2,21	A
5	85,55	4	2,21	A
1	86,93	4	2,21	A

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

Anexo 5: Condiciones meteorológicas de precipitaciones y temperaturas.

Tabla N°16. Precipitaciones anuales desde el año 1995 hasta el año 2014 (un año después de haber realizado el ensayo) con los promedios anuales y el promedio total de estos últimos veinte años, expresado en mm.

AÑOS	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom Anual
1995	85,7	83,5	146,3	111,1	110,3	37,8	70,1	2,1	35,8	129,9	109,2	11,1	932,9
1996	108,2	94,7	63,8	223,2	36,3	16,5	8,3	17	90,8	30,4	102,5	151,3	943,0
1997	139	84,4	27,4	62,2	58,8	53,6	6	64,2	55,8	110,5	133,4	209,8	1005,1
1998	251,9	62	109	78,8	68,4	33,5	122	29,8	60,1	54,7	116,8	136,6	1123,6
1999	216,7	103,2	132,3	89,6	23,7	89,2	127,4	20,4	8,2	55,1	7,2	30,8	903,8
2000	24,9	202,4	84,8	311,9	224,8	48,1	68,7	60,2	110,8	71,3	72,2	107,8	1387,9
2001	66,6	102	104,3	98,5	70,6	84,2	11,4	105,1	98,2	243,3	198,9	84,7	1267,8
2002	93,2	31,6	253,2	316,4	126,9	19,1	75,8	66,9	117,1	84,5	206,7	247	1638,4
2003	35,6	217,3	195,9	232,3	204,6	50,4	23,4	180,7	108,3	140,7	150,9	132,9	1673,0
2004	38,7	31,4	37,8	232,5	37,4	58,2	21,4	7,8	42	76	101,6	53,8	738,6
2005	219,1	65,2	116,1	177	143,4	70,2	33,9	81,3	72,7	82,1	82,2	56	1199,2
2006	133,8	89,5	66,6	76,3	20,8	126,3	34	27,5	18,9	202,3	115,5	253,8	1165,3
2007	89,4	113,6	330,2	89,9	103,8	28,4	3	24,5	125,2	236,5	43,3	65,5	1253,3
2008	79	126,5	31,5	15,1	6,8	13,3	103,5	49,7	29,6	61,1	113	45,7	674,8
2009	93,6	133,5	247,8	42	57,8	28,9	83,6	35,9	91	73,2	165,9	244,4	1297,6
2010	145,3	365,8	135,5	76,1	75,8	42,9	78,3	52,2	93,4	45,9	19,1	31,7	1162,0
2011	95,9	177,1	54,7	117,6	120,1	54	78	100,7	7,2	152,3	86,2	39,2	1083,0
2012	49,5	266,3	171,5	55,9	99,3	30	12,9	258,5	150,3	345,1	52	330,7	1822,0
2013	105,9	81,1	98	108,5	198,5	27,5	64,75	25,25	74,2	101,5	222,6	92,3	1200,1
2014	190,1	217,2	149,4	118,2	99	36,2	84,3	0	182,5	104,3	264	147,4	1592,6
promedio													1203,2

Tabla N°17. Temperaturas anuales desde el año 1990 hasta el año 2014 (un año después de haber realizado el ensayo) con los promedios mensuales expresado en °C.

AÑOS	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1990	26,1	23,2	20,6	18,1	13,2	9,7	10,0	15,1	13,7	19,3	21,8	21,1
1991	22,8	22,7	22,9	17,6	16,0	11,4	10,3	13,6	16,2	16,7	19,4	23,1
1992	23,9	23,7	22,4	16,8	13,8	14,8	8,5	12,1	14,2	17,3	18,6	22,8
1993	24,8	22,0	22,5	18,5	13,7	11,4	9,3	11,9	13,4	18,2	19,8	22,0
1994	23,4	22,8	21,4	17,5	16,6	13,1	11,6	11,9	16,0	17,4	20,9	25,0
1995	24,1	22,0	21,5	17,3	13,9	10,4	11,4	11,8	14,7	16,4	20,9	25,0
1996	24,3	23,9	22,2	18,8	13,9	9,5	9,0	15,2	14,5	18,9	21,8	23,9
1997	26,2	23,0	22,3	18,4	15,8	11,9	14,0	14,6	15,2	18,5	21,2	22,5
1998	23,0	22,6	20,3	17,9	14,9	11,7	12,9	12,4	13,9	18,9	20,6	21,8
1999	22,7	23,7	23,6	16,1	13,8	11,2	10,9	13,5	16,2	18,2	20,8	24,2
2000	26,5	24,8	21,0	18,9	14,5	13,0	8,8	12,5	14,6	17,8	19,3	23,0
2001	25,0	25,3	23,2	18,2	13,5	13,1	12,1	16,3	15,3	18,5	20,6	22,6
2002	24,2	22,6	23,3	17,0	16,6	10,6	10,8	13,9	15,0	20,0	21,4	22,3
2003	25,1	23,0	21,2	16,6	15,0	13,4	10,8	11,2	14,8	18,7	20,3	21,3
2004	24,8	22,8	22,6	19,5	12,7	12,7	11,4	13,2	15,6	17,0	20,0	23,3
2005	25,1	23,2	20,2	16,3	14,9	14,9	12,0	13,4	13,1	16,5	21,4	22,1
2006	25,5	23,9	20,5	18,2	12,5	13,3	14,6	11,6	14,3	19,6	20,2	23,9
2007	24,3	23,4	20,9	18,9	11,3	10,0	8,1	10,1	17,0	18,8	19,4	23,2
2008	24,8	24,0	21,6	17,7	14,7	9,7	14,7	12,5	13,8	17,9	23,6	23,7
2009	24,4	22,9	21,9	18,0	15,0	9,5	8,7	14,3	13,2	17,7	21,7	22,6
2010	24,9	23,6	22,3	17,0	14,5	11,9	10,4	11,1	15,3	16,7	20,6	24,5
2011	25,6	23,6	21,2	18,2	13,9	10,9	10,4	11,4	15,3	17,1	22,4	23,0
2012	26,2	25	22,3	18,3	17,6	13,5	10,2	16,4	17,1	19,3	23,1	24,3
2013	24,6	23,9	20,6	18,8	15	12,8	12,9	11,6	14,4	17,5	20,5	25,3
2014	24,6	22,5	18,9	17,4	14,3	11,9	12,5	13,9	15,7	19,8	20,6	23,2
Prom	24,7	23,4	21,7	17,8	14,5	11,9	11,1	13,0	14,9	18,1	20,8	23,2