



FACULTAD DE AGRONOMÍA  
Y VETERINARIA  
UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE RÍO CUARTO



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

**Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero  
Agrónomo**

**Modalidad: Proyecto**

**TITULO: Evaluación del biofertilizante Té de Compost en  
cultivo orgánico de Centeno (Secale cereale)**

**Nombre del Alumno: Orihuela Karen Patricia**

**DNI: 34687924**

**Director: Sarmiento, Claudio**

**Co Directora: Decara, Alejandra Lorena**

**Río Cuarto - Córdoba**

**Agosto de 2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

**Título: Evaluación del biofertilizante Té de Compost en cultivo orgánico de Centeno (*Secale cereale*)**

***Autor: ORIHUELA, KAREN PATRICIA***

D.N.I: 34.687.924

Director: Ing. Agr. Sarmiento, Claudio

Co Directora: Med. Vet. Decara, Alejandra Lorena

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la comisión evaluadora:

Ledesma Claudia Rosa \_\_\_\_\_

Rodriguez Maria Claudia \_\_\_\_\_

Ing. Agr. Sarmiento, Claudio \_\_\_\_\_

Fecha de presentación: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Aprobado por secretaría académica: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Secretario Académico

## ÍNDICE GENERAL

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>Pág. 1</b>
<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>Pág. 2</b>
<b>JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>Pág. 4</b>
<b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>Pág. 7</b>
<b>OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>Pág. 7</b>
<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS.....</b>	<b>Pág. 7</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>Pág. 8</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>Pág. 15</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>Pág. 18</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>Pág. 19</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>Pág. 21</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICOS	Pág.
Gráfico 1: Temperatura media, máxima, mínima desde enero a diciembre del 2015 y el promedio histórico desde enero a diciembre (1981-2010)	9
Gráfico 2: Precipitaciones medias normales por década (1981-2010)	10
Gráfico 3: Precipitaciones enero a diciembre 2015	11
Gráfico 4: Biomasa aérea (kg. materia seca. ha <sup>-1</sup> ) en los distintos tratamientos	16
Gráfico 5: Q-Qplot Normalidad de los datos	17
Gráfico 6: Dispersión entre residuos y predichos	17

## INDICE DE TABLAS

TABLAS	Pág.
Tabla N° 1: Precipitaciones y temperaturas (mínima, media y máxima) para el año 2015	21
Tabla N° 2: Temperaturas (máxima, media y mínima) y Precipitaciones por década (1981-2010)	21
Tabla N°3: Medidas Resumen	22
Tabla N° 4: Análisis de Varianza	22
Tabla N°5: Prueba Para Comprobar Distribución Normal	23

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS	Pág.
Figura N° 1: Aplicación de biofertilizante	24
Figura N° 2: Aplicación de biofertilizante	24
Figura N° 3: Cultivo de centeno en la fase de macollaje	26
Figura N° 4: Muestra de materia seca	26

## AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional de Rio Cuarto, por brindarme la posibilidad de formarme en ella.
- Gracias a toda mi familia, mi novio Gonzalo, mis hermanos Mauricio, Ivana, Daniel, Diego y Aldana, mis sobrinos Valentino, Renata, Reneé y Cristobal que siempre me brindaron todo su apoyo y me acompañaron en estos años, pero principalmente quiero agradecer a mi papá Delfor y a mi mamá Mónica por confiar plenamente en mí, ayudándome a cumplir este sueño.
- A mi Director de Tesis Claudio Sarmiento, quiero agradecerle por cada momento dedicado, por brindarme sus conocimientos y por el apoyo a la hora de realizar este trabajo.
- De igual manera, a mi Co- Directora Decara, Alejandra Lorena por su colaboración al realizar el trabajo.
- A mis correctoras Ledesma Claudia Rosa y Rodriguez Maria Claudia, por brindarme parte de su tiempo y dedicación al momento de corregir este trabajo.
- A todos mis amigos que me acompañaron la mayor parte de la carrera, por cada momento de alegría, por todo su apoyo, gracias a todos.

## RESUMEN

La biofertilización es una técnica que incluye la aplicación de microorganismos o sustancias al resto de la planta. En la presente investigación el biofertilizante utilizado fue Té de compost, el mismo es un extracto soluble en agua obtenido de un compost maduro, rico en nutrientes y microorganismos. El ensayo se realizó en el campo experimental (CAMDOCEX) ubicado en la Universidad Nacional de Río Cuarto, departamento Río Cuarto, provincia de Córdoba. La hipótesis que rige la presente investigación considera que en los campos de manejo mixto agrícola – ganadero con base pastoril, la aplicación de Té de compost incrementa la producción de biomasa total (% MS) en el cultivo orgánico de Centeno (*Secale cereale*), utilizado como cobertura. Se procedió a la siembra de 16 parcelas agrupadas en un Diseño Completamente Aleatorizado. Se experimentó con cuatro tratamientos de aplicación de biofertilizante (Té de compost): T<sub>0</sub>: Testigo; T<sub>1</sub>: aplicado en macollaje; T<sub>2</sub>: aplicado en encañado; T<sub>3</sub>: aplicado en macollaje y encañado.

La variación estadísticamente significativa observada solamente en el tratamiento 2, se puede asociar a factores externos a la aplicación del biofertilizante orgánico vinculados a la sanidad de cultivo, ya que el mismo presentaba una gran intensidad de roya (*Puccinia graminis*); a su vez resulto afectado por la caída de granizo, ocasionando pérdidas de materia seca y debilitamiento del cultivo. Si bien solo se observaron diferencias estadísticas en el tratamiento 2, los demás, mostraron una tendencia que puede sugerir un efecto positivo con respecto al aumento del porcentaje de biomasa aérea en relación al tratamiento testigo.

**Palabras claves:** biofertilización, Té de compost, cultivo de cobertura, centeno

## SUMMARY

Bio fertilization is a technique which includes the application of microorganisms or different substances to the plant. In this investigation the used bio fertilizer was 'Compost Tea', which consists of a water-soluble extract from a ripe, rich in nutrients and microorganisms compost. The test was performed in the experimental field (CAMDOCEX), which is set in 'Universidad Nacional de Rio Cuarto', Rio Cuarto department, province of Córdoba.

The current investigation hypothesis considers that in the fields of agricultural- livestock management and pastoralist base, the application of 'compost tea' increases the bio-mass total (%MS) in the organic cultivation of rye (*Secale cereal*) when used as cover crop. To probe the mentioned hypothesis, 16 plots in a Randomized Design were sowed. Four different bio fertilizer (Compost Tea) treatments were applied: T<sub>0</sub>: control group, T<sub>1</sub>: applied during tillering stage, T<sub>2</sub>: applied during stem elongation stage, T<sub>3</sub>: applied during tillering stage and during stem elongation stage.

The statistically significant observed variation in treatment 2, but not in the others, it could be associated to external factors than to the bio fertilizer application. The mentioned factors could be related to the crop health, due to the extensively observed presence of rust (*Puccinia graminis*). The crop was also affected by hailstorms which resulted in the weakening of the plants and the loss of dry matter. Although the observed differences in treatment 2, the other treatments showed a tendency that may suggest a positive effect when comparing them with the control group.

Key words: Bio fertilization, Compost tea, cover crop, rye

## INTRODUCCIÓN

Cada día se valora más la calidad del ambiente como vía de protección de la salud de todos los organismos vivos. Así mismo, crece la preocupación por el desarrollo de una agricultura sustentable, que incluye reciclado de los nutrientes en los sistemas naturales. (Echeverría y García 2005).

En tal sentido, la biofertilización consiste en la aplicación de microorganismos o sustancias al resto de la planta (micronutrientes, enzimas, hormonas, etc.). Estos elementos producen efectos positivos de particular importancia, como mayor desarrollo de cultivos, mejor calidad fitosanitaria y aumento del contenido de materia orgánica en el suelo.

La agricultura orgánica, al no trabajar con derivados de la industria química, suele hacer uso de la biofertilización como un mecanismo promotor de los rendimientos y la sanidad de los cultivos.

Para evaluar el efecto de estos productos sobre un cultivo extensivo de importancia local, se realizó un ensayo en el que se coteja diferentes momentos de aplicación del biofertilizante té de compost en distintas etapas del ciclo ontogénico del cultivo de Centeno, en el cual se midió la biomasa total (%MS). El mismo se desarrolló en el campo experimental (CAMDOCEX Norte) perteneciente a la Universidad Nacional de Río Cuarto.



## ANTECEDENTES

Los biofertilizantes líquidos son fertilizantes orgánicos disueltos en agua que se producen a partir de un proceso vivo. Son el resultado de un proceso de digestión (fermentación) realizado por microorganismos que transforman las sustancias en las que se encuentran. (Piamonte Peña y Flores Escudero 2000). Sirven para nutrir, recuperar y reactivar la vida del suelo, fortalecer la fertilidad de las plantas y estimular la protección de los cultivos frente al ataque de insectos y enfermedades.

En los últimos años, agricultores y técnicos han investigado y desarrollado con éxito varias fórmulas de estiércoles líquidos y biofertilizantes.

Los agrosistemas orgánicos de pequeña escala suelen hacer uso del compost o composta como fertilizante. Este abono, que presenta alto porcentaje de humus, se obtiene de la descomposición aeróbica que realizan micro, meso y macro organismos en pilas de materia orgánica cruda, luego de un tiempo que va entre los cuatro y los siete meses se llega al producto final. Si bien el compost es un excelente abono, ya que no solo aporta nutrientes al suelo sino que también le mejora notablemente propiedades físicas como la estructura y el espacio poroso, en agrosistemas de mediana y gran escala su aplicación se hace muy costosa debido a los grandes volúmenes que ello implica, llegando a utilizar entre seis y ocho toneladas por hectárea. Por ello se considera que en estos casos puede ser pertinente recurrir a una preparación en forma líquida a base de composta, llamada té de compost.

El té de compost es un extracto soluble en agua obtenido de un compost maduro, rico en nutrientes y microorganismos. Se obtiene sumergiendo en agua fría cierta cantidad de compost contenida en una bolsa permeable en un plazo que suele ser de entre uno y tres días. Luego se aplica de manera foliar o mediante fertiriego. (Román et al, 2013).

Bonillo, Álvarez y Hamity evaluaron la aplicación del biofertilizante té de compost, sólo ó combinado con otros biofertilizantes y con insecticidas biológicos, sobre diferentes parámetros de los cultivos de zanahoria, habas, lechuga, espinaca, ajo y maíz, en cinco localidades de la provincia de Jujuy, entre 2010 y 2012. En los nueve ensayos realizados se encontraron diferencias significativas favorables a la aplicación del té de compost, que van desde el 1 % (rendimiento/metro lineal en espinaca) hasta el 155 % (número de vainas/plantas, en habas).

Kurte Neira evaluó el efecto del té de compost aplicado al suelo sobre el crecimiento del cultivar de uva de mesa Crimson Sedles, en la VI Región de Chile, obteniendo como resultado un mayor crecimiento aéreo y radical en uno de sus ensayos y un mayor diámetro de bayas en otro, para los tratamientos en que se aplicó té de compost.

Ochoa Martínez et al. Evaluaron en México la aplicación de té de compost y otros abonos sobre tres genotipos de tomate en invernadero, en 2009, concluyendo que el té de compost abasteció las necesidades de N y otros nutrimentos, logrando producir más de 18 kg/m<sup>2</sup> de fruto extra grande con más de 4° Brix de sólidos solubles, a un menor costo de fertilización.

El té de compost está siendo utilizado con éxito en el césped de los campos de golf, de los parques y de los campos de fútbol, así como en el césped de las casas particulares. (Soluciones agrícolas y medioambientales).

En la Universidad Nacional Autónoma de México (CIFN-UNAM) probaron biofertilizantes en cultivos de sorgo, café, trigo, cebada y maíz, observando incrementos en el rendimiento por hectárea, en comparación con fertilizantes químicos tradicionales. (Hernandez Delgado. 2011)

En condiciones de invernadero, investigadores italianos han visto su efectividad en cultivos del lechuga (*Lactuca sativa* var. *gentilina*) y col rábano (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*) viendo un incremento significativo tanto en biomasa total producida como en la que se utiliza para su comercialización. (Tortosa German. 2014)

En el Instituto de Recursos Naturales (IRENA), bajo la dirección de Antonio Morán, trabajan en la producción de té de compost desde el año 2002. En los ensayos realizados a lechuga y cebada se ha podido comprobar que todas las macetas regadas con té de compost muestran mejores resultados, en cuanto al crecimiento, que aquellas regadas sólo con agua. De hecho, el peso de la parte aérea es mayor cuando se utiliza té de compost. (Carballo, Leont. 2006)

Hasta la fecha no se han realizado investigaciones a campo sobre la utilización del té de compost en cultivos de mediana o gran escala en los ambientes de la región pampeana Argentina.

## JUSTIFICACIÓN

Los fertilizantes sintéticos suelen presentar una baja eficiencia para ser asimilados por los cultivos (menor al 50 %), el fertilizante no incorporado por las plantas implica un impacto ambiental adverso, tal como contaminación de mantos acuíferos con NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, eutrofización, lluvia ácida y calentamiento global. (Adolfo Dagoberto Armenta Bojórquez. 2010)

En ese sentido, el uso de biofertilizantes podría pensarse como una alternativa que, a la vez de mejorar los rendimientos de los cultivos y la calidad de los alimentos, puede sustituir parcial o totalmente la fertilización sintética, sin generar un impacto ambiental negativo. Si bien los biofertilizantes pueden utilizarse en cualquier planteo de manejo agropecuario, en la agricultura orgánica se transforman en una de las pocas maneras de promover la fertilidad de los suelos y los rendimientos de los cultivos.

En Argentina, el movimiento orgánico tomo fuerzas en la década del 90 aprobándose un conjunto de resoluciones que regularon la producción y comercialización de alimentos orgánicos; en 1999 se aprobó la ley 25127 y su posterior decreto reglamentario (97/2001) que regula la producción y certificación de producciones orgánicas, unificando y ampliando la normativa vigente.

Desde sus inicios en Argentina, la superficie bajo agricultura orgánica certificada creció a ritmo constante. En 1992 existían 5000 hectáreas (FAO 2001), mientras que en 2013 se registraron 3.281.193 hectáreas, trabajadas por 1303 agricultores (SENASA 2014), transformándose en un sector de creciente importancia.

Según el Ing. Agr. Jairo Restrepo Rivera, los beneficios que ocasionan los biofertilizantes son las siguientes:

- Mejoramiento de la biodiversidad, la actividad y la cantidad microbiana (ecoevolución biológica del suelo).
- Mejoramiento de la estructura y la profundidad de los suelos.
- Aumento de la capacidad del intercambio catiónico-CIC.
- Aumento de la asimilación diversificada de nutrientes por parte de las plantas.
- Mejoramiento de los procesos energéticos de los vegetales a través de las raíces y su relación con la respiración y la síntesis de ácidos orgánicos.

- Estimulación precoz en la germinación de semillas y aumento del volumen radicular de las plantas.
- Estimulación de la formación de ácidos húmicos, de gran utilidad para la salud del suelo y los cultivos.
- Mejora de la bioestructuración del suelo y la penetración de las raíces hasta las capas más profundas.
- Estimulación de las rizobacterias como promotoras del crecimiento de las plantas y de la bioprotección. (Jairo Restrepo Rivera, 2007)

El té de compost es un abono de bajo costo, no contaminante, de elaboración y aplicación sencilla y puede hacerse con materias primas propias de los agrosistemas locales. Si bien está probado desde el punto de vista empírico en agrosistemas principalmente campesinos, no existe demasiada evidencia de su influencia sobre el rendimiento de cultivos locales de mediana y gran escala, cómo el Centeno (*Secale cereale*).

Debido a sus características, podría esperarse que, en los campos de manejo mixto agrícola – ganadero a base pastoril, la aplicabilidad del té de compost sobre el cultivo de Centeno puede ser muy apropiada no sólo para aumentar los rendimientos en grano sino también la producción de biomasa total.

#### ***Cultivos de cobertura:***

En lo que respecta a cultivos de cobertura son revestimientos vegetales que sirven para cubrir y conservar el suelo reduciendo su erosión, mejorando la infiltración y disminuyendo la evaporación.

Además de incrementar la fertilidad del suelo por el aporte de carbono, las coberturas vivas retienen el agua evitando escorrentías de lluvias, al mismo tiempo que controlan y reducen malezas, plagas y enfermedades.

Resulta clave remarcar que el cultivo de cobertura puede neutralizar el efecto de las malezas sin la necesidad de aplicar herbicidas, evitando así los costos de la intervención y la posibilidad de una futura tolerancia o resistencia por el uso repetido de determinados productos (Aapresid 2016).

Julia Capurro, extensionista del INTA, aseguró que “los sistemas productivos de la región necesitan ser manejados con mayor diversidad de especies y con un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles –como agua, luz y nutrientes–”, por lo tanto, la práctica de cultivos de cobertura representa una estrategia para proteger los suelos de nuestros sistemas. (INTA informa. 2015).

Conocidos por los múltiples beneficios que aportan al suelo, tanto el centeno como la cebada y el triticale contribuyen a la sustentabilidad de los sistemas en regiones semiáridas, debido a que la estabilizan y mejoran la captación y redistribución del agua de lluvia, entre otras características. Especialistas del INTA San Luis, determinaron que su incorporación planificada en las rotaciones protege el suelo de la erosión eólica y reduce hasta un 85 % la densidad de malezas. Juan Cruz Colazo, especialista en manejo de suelos y cultivos de esa unidad del INTA, aseguró que “el uso de cultivos de cobertura es una tecnología cuya adopción creció considerablemente y, en la actualidad, forma parte del núcleo de políticas de conservación de suelos en la provincia de San Luis”. (INTA informa. 2017). En San Luis predominan los suelos arenosos, susceptibles a la erosión eólica. “Cultivos como el centeno permiten controlar y reducir la pérdida de suelo”, indicó Colazo. (INTA informa. 2017).

## **HIPÓTESIS**

La aplicación de biofertilizante te de compost incrementa la producción de biomasa total (% MS) en el cultivo orgánico de Centeno (*Secale cereale*).

## **OBJETIVOS GENERALES**

Evaluar el impacto del biofertilizante Te de Compost sobre la productividad de materia seca del cultivo orgánico de Centeno (*Secale cereale*).

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar la efectividad del biofertilizante te de compost sobre la biomasa total (% MS) en el cultivo orgánico de Centeno (*Secale cereale*).

Determinar el impacto de diferentes momentos de aplicación de biofertilizante te de compost sobre el cultivo orgánico de centeno (*Secale cereale*).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el campo experimental (CAMDOCEX) ubicado en la Universidad Nacional de Río Cuarto, departamento Río Cuarto, provincia de Córdoba.

La parcela total empleada para el ensayo provenía de un cultivo de trigo bajo manejo convencional y que se había dejado reposar desde fines de diciembre de 2014. De esta manera, durante mayo de 2015 se realizó un sistema de labranza convencional que consistió en dos pasadas de rastra doble acción, la última de ellas con rolo.

### *Cultivo de centeno (Secale cereale)*

#### Morfología y taxonomía

El Centeno es una especie de la familia de las Poaceas, subfamilia Pooideae, su nombre científico es *Secale cereale*. Es una planta anual, mide entre 60-80 cm hasta 1,8 m de altura; presenta un largo tallo, flexible y hueco, en forma de cañas y con nudos estructurales. Su sistema radicular puede alcanzar hasta dos metros de profundidad, permitiéndole crecer en climas extremos. Sus hojas son estrechas, lanceoladas o glabras, creciendo de forma alterna al tallo, siendo su color verde azulado.

La inflorescencia es una espiga dística, donde cada espiguilla produce tres flores, pero solo son fértiles dos. La espiga es muy delgada y larga. El Cariopse es desnudo, puntiagudo, con pilosidad en la parte superior y con surco ventral, presenta un color amarillo grisáceo a verdoso; su tamaño es aproximadamente entre 0,4 a 0,8 cm de longitud.

Es un cultivo muy tolerante a climas fríos y templados-fríos, no soporta altas temperaturas, principalmente en el estado de plántula (Centeno Cereal, 1999-2017). Presenta acentuada respuesta al fotoperiodo y temperaturas. El cambio de estado vegetativo a reproductivo se acelera cuando aumentan las temperaturas y las horas de luz.

Necesita baja humedad edáfica para vegetar si lo comparamos con el resto de los verdeos de invierno.

Prospera en suelos con bajos niveles de fertilidad, livianos y de escasa estructura. No se adapta a suelos pesados y mal drenados. El rango de pH en el cual se desarrolla es amplio, y en suelos ligeramente ácidos es probable obtener mejores resultados.

La germinación puede ocurrir con temperaturas de 1-2 °C, en estado vegetativo puede soportar hasta de -15°C.

### *Caracterización climática*

El departamento de Rio Cuarto está ubicado en la región caracterizada como llanuras bien drenadas con inviernos secos.

El régimen térmico es templado, la temperatura media anual es de 16,8 °C, la temperatura media del mes más caluroso (Enero) es de 23,3°C y la del mes más frío (Julio) es de 10°C. En el grafico se puede observar la temperatura media, máxima y mínima desde Enero a diciembre del 2015 y el promedio histórico desde Enero a Diciembre (1981-2010).

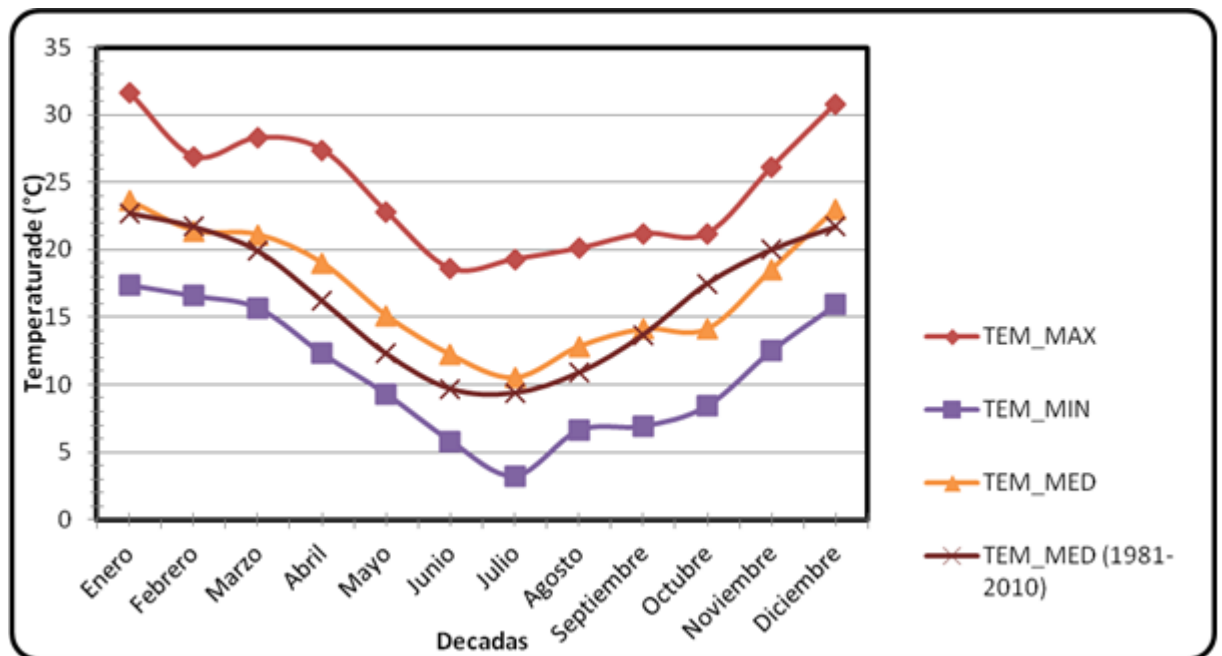


Gráfico N° 1: Temperatura media, máxima, mínima desde Enero a diciembre del 2015 y el promedio histórico desde Enero a Diciembre (1981-2010).

Fuente: Estación Agrometeorológica de la UNRC Ruta Nacional 36 Km 601 Servicio de Agrometeorología de la UNRC. Tabla N°2 (Anexos).

El periodo libre de heladas es en promedio de 240 días, y se extiende desde el 11 de septiembre hasta el 11 de mayo. Para las heladas extremas el periodo va desde el 16 de abril al 29 de octubre, con 167 días en promedio (Cantero et al., 1986).



El régimen de precipitación es monzónico porque se concentra el 80% de las precipitaciones entre los meses de octubre a abril (Cantero et al., 1986).

En el gráfico 2 se pueden observar las precipitaciones medias normales desde enero a diciembre (1981-2010).

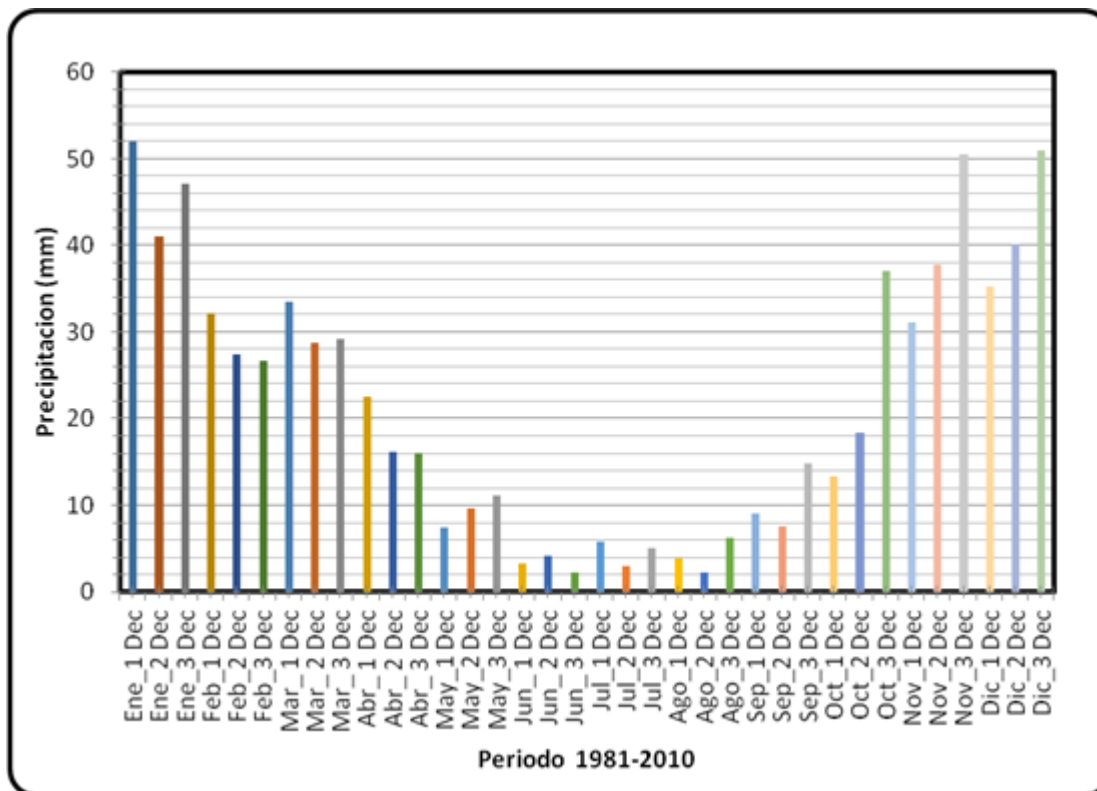


Gráfico N° 2: Precipitaciones medias normales (1981-2010).

Fuente: Estación Agrometeorológica de la UNRC Ruta Nacional 36 Km 601 Servicio de Agrometeorología de la UNRC. Tabla N° 2 (Anexos).

En el gráfico n° 3 se observan las precipitaciones transcurridas desde Enero a Diciembre del año 2015.

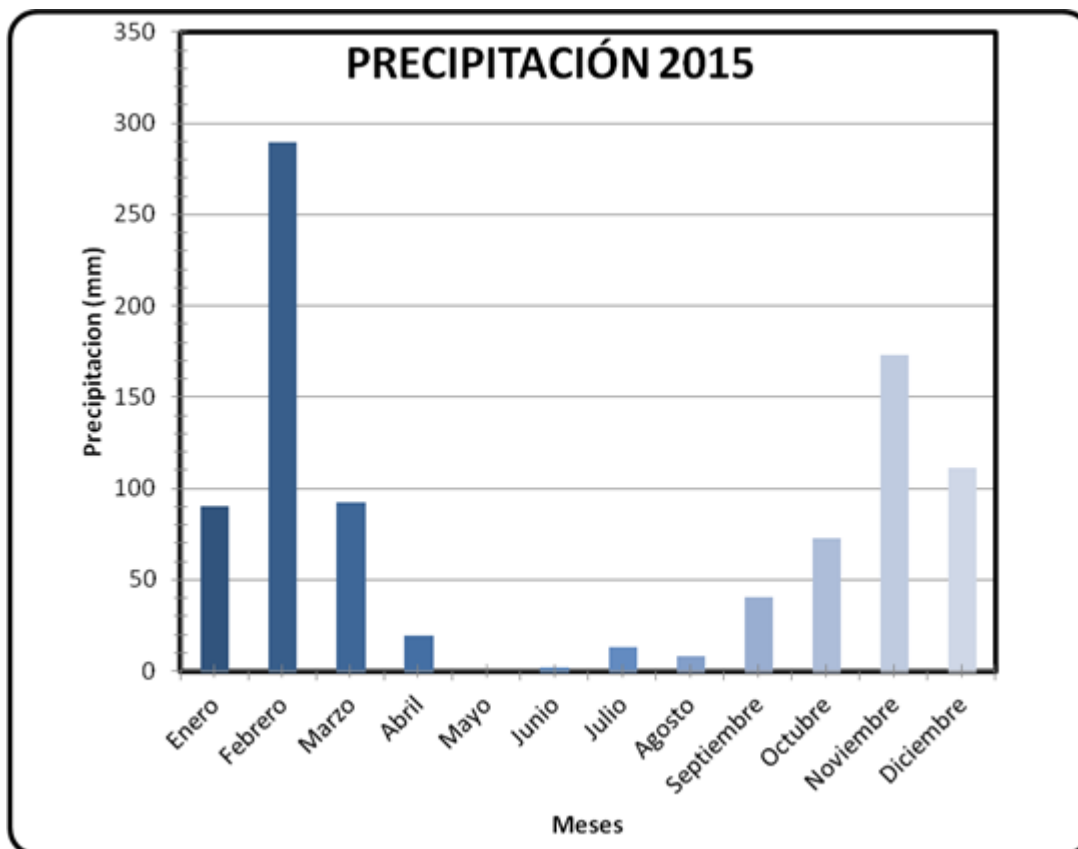


Gráfico N° 3: Precipitaciones enero a diciembre 2015.

Fuente: Estación Agrometeorológica de la UNRC Ruta Nacional 36 Km 601 Servicio de Agrometeorología de la UNRC. Tabla N° 1 (Anexos)

Como puede observarse, en el año en que se realizó el experimento se presentó un invierno con casi nulas precipitaciones, lo que seguramente produjo déficit hídrico en el suelo, siendo una adversidad que pudo afectar la sobrevivencia del cultivo de centeno.

### ***Caracterización del suelo***

El suelo sobre el cual se realizó el ensayo fue un Haplustol típico de textura franca arenosa muy fina, cuya granulometría en los primeros centímetros es: 16% de arcilla, 41% de limo, 33% de arena muy fina, 10% de otras fracciones de arenas. El contenido de materia orgánica es del orden del 4,03% en condición cuasi natural y 1,75% en las cultivadas. (Bricchi, en Cantero et al. 1996).

### ***Biofertilizante***

Para la preparación del té de compost se utilizó la metodología recomendada por Román, Martínez y Pantoja, FAO, 2013.

Forma de preparación:

El compost se introdujo en una malla o saco poroso de tela en una relación correspondiente a aproximadamente el 10% (peso/volumen) del volumen de agua del tanque. Se colgó del borde del tanque asegurando que el material sólido entre en contacto con el agua, de manera similar a una bolsa de infusión o té de hierbas en una taza.

Se dejó reposar el preparado por un tiempo de cuatro días, removiéndolo cada doce horas. Cumplido el tiempo, se retiró la malla con el compost húmedo.

Durante el proceso, fue necesario verificar que este se estuviera llevando a cabo de manera correcta. Una manera sencilla de control es el olor, ya que olores desagradables se emiten cuando la condición de oxígeno es insuficiente; un proceso aeróbico no debe emitir malos olores (Román et al, 2013).

El compost utilizado fue realizado en mayo de 2014, estando maduro en febrero de 2015. Para su elaboración se utilizó una proporción en volumen de un 40 % de estiércol ovino, un 25 % de pastos verdes picados, de una gran diversidad de especies, un 30 % de hojas secas, principalmente de plátano (*Platanus acerifolia*) y un 5 % de tierra.

***Diseño estadístico:***

Las semillas de centeno se sembraron en 16 parcelas sobre las que se aplicaron los cuatro tratamientos con cuatro repeticiones. Las parcelas medían un metro de ancho por un metro de largo, y su vez se agruparon en cuatro bloques en un diseño completamente aleatorizado. Las muestras fueron extraídas en forma sistemática al azar, utilizando un marco de 0.25 metros cuadrados.

Croquis del ensayo

B1	T1	T2	T3	T0
B2	T2	T3	T0	T1
B3	T3	T0	T1	T2
B4	T0	T1	T2	T3



La siembra se realizó el 23 de junio del 2015, la misma se considera una fecha de siembra tardía para dicho cultivo. El día 4 de agosto se procedió a la marcación de las 16 parcelas, cada una presentaba una superficie de 1 metro de ancho por 1 metro de largo, realizando el mismo día la primera aplicación de los diferentes tratamientos. El cultivo se encontraba en la fase ontogénica de macollaje. La segunda aplicación se realizó el día 2 de septiembre, cuando el cultivo estaba en la fase de encañado. Las aplicaciones fueron realizadas con mochilas de 10 (diez) litros y la dosis empleada en cada aplicación fue de 62,5 ml. de té de compost por m<sup>2</sup>, diluidos al 20 % en agua.

La cosecha se realizó el 26 de octubre de 2015, donde el cultivo aún seguía en la etapa de encañado.

Los datos obtenidos fueron cargados en una tabla del programa Infostat Profesional, versión 2011, permitiendo realizar una comparación estadística mediante un análisis de varianza ANOVA ( $p < 0,05$ ) con un diseño Completamente Aleatorizado y una Prueba de Diferencia de medias DGC.

Tratamientos:

T<sub>0</sub>: Testigo (condiciones normales del cultivo)

T<sub>1</sub>: Biofertilizante té de compost aplicado al follaje en etapa de macollaje.

T<sub>2</sub>: Biofertilizante té de compost aplicado al follaje en etapa de encañado.

T<sub>3</sub>: Biofertilizante té de compost aplicado al follaje en etapa de macollaje y en etapa de encañado.

### ***Factores adversos durante el ciclo del cultivo***

Es importante remarcar la ocurrencia de dos acontecimientos sucedidos durante el ciclo del cultivo, uno es la aparición de Roya y el otro es la caída de granizo.

Esta enfermedad es producida por hongos del genero Puccinia (recóndita y graminis) y es la más temprana de las royas, apareciendo en primavera. Se identifica por las estrías alargadas que se forman, pústulas de color amarillo anaranjado en hojas.

La pérdida del rendimiento por esta roya puede ser superior al 30 %. Las infecciones primarias se producen por esporas transportadas por el viento. El ataque se distribuye en focos pequeños, pero si se dan las condiciones ideales para el desarrollo del hongo, puede provocar prácticamente la pérdida total de la cosecha.

La asimilación de nutrientes se ve perturbada y se modifica el metabolismo general de la planta, acentuando notablemente la respiración, lo que aumenta dicho metabolismo y el consumo de nutrientes. El crecimiento de la planta resulta afectado, y baja el rendimiento de la misma. También produce obstrucción xilemática que frenan el transporte de savia.

Al tratarse de un cultivo orgánico no se acudió a la aplicación de fungicida químico para el control de dicha enfermedad, y aún no existe en el mercado tratamiento orgánico específico para este tipo de enfermedades, manejándose generalmente evitando la siembra en aquellos lotes en los que hay antecedentes de roya (no era este el caso), o bien con tratamientos generalistas, con productos como la decocción de Cola de Caballo (*Equisetum arvense*).

Por otro lado el cultivo también se vio afectado por una tormenta de granizo en el mes de octubre, con fuertes ráfagas de viento, produciendo laceraciones y debilitamiento en el cultivo, lo que se estima que puede haber favorecido a la proliferación de los hongos productores de roya.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La variable estudiada, biomasa aérea del Centeno, se analizó con el software estadístico Infostat 2011.

Se efectuó un análisis de la varianza (Tabla N°4) con un Diseño Completamente Aleatorizado, a partir del siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}, \quad \text{donde,}$$

$Y_{ij}$  = peso seco (kg de MS/ha) observado en el tratamiento  $i$  en la repetición  $j$ ;

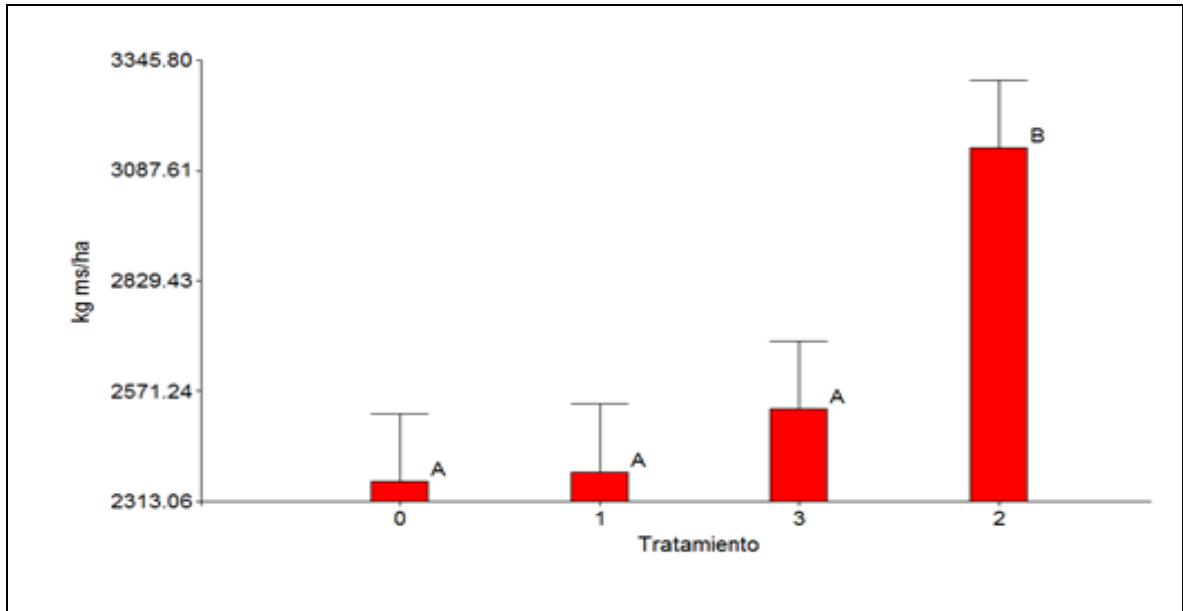
$\mu$  = media general de la biomasa;

$\alpha_i$  = efecto del tratamiento  $i$ ; ( $i= 0, 1, 2, 3$ )

$\varepsilon_{ij}$  = es un término de error aleatorio asociado a la observación  $Y_{ij}$ .  $\varepsilon_{ij} \sim N(0; \sigma^2)$

### *Análisis de los resultados*

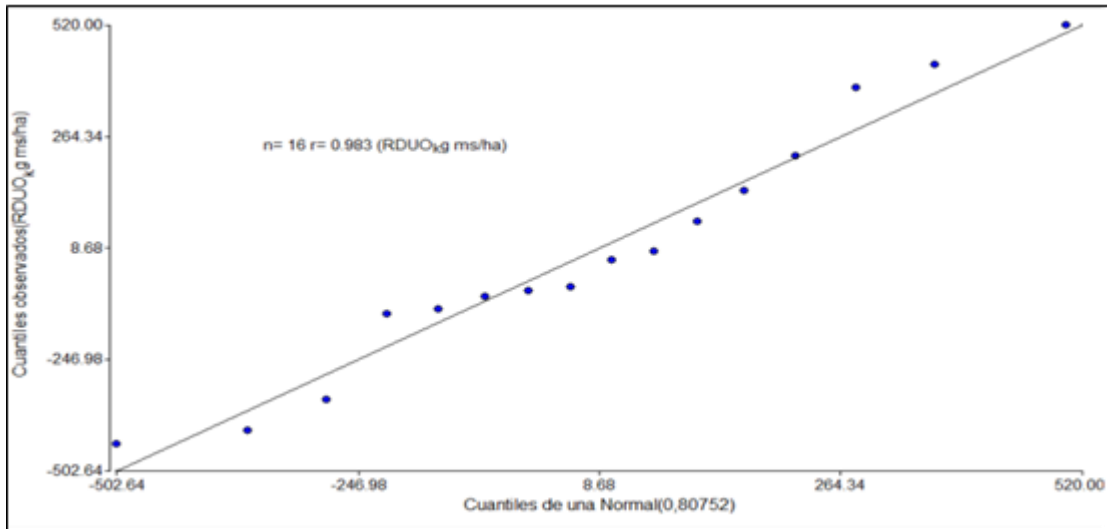
En el análisis de los resultados se observa que el valor mínimo de producción de biomasa aérea correspondió al tratamiento 0 (condiciones normales de cultivo) el resultado de biomasa obtenido fue de 2360 kg de MS/ ha, mientras que, el valor máximo de producción se presentó en el tratamiento 2 (aplicación de Té de compost en encañado), en donde se obtuvo 3140 kg de MS/ ha (Gráfico N°4).



**Gráfico 4: Biomasa aérea (kg MS/ha) en los distintos tratamientos**

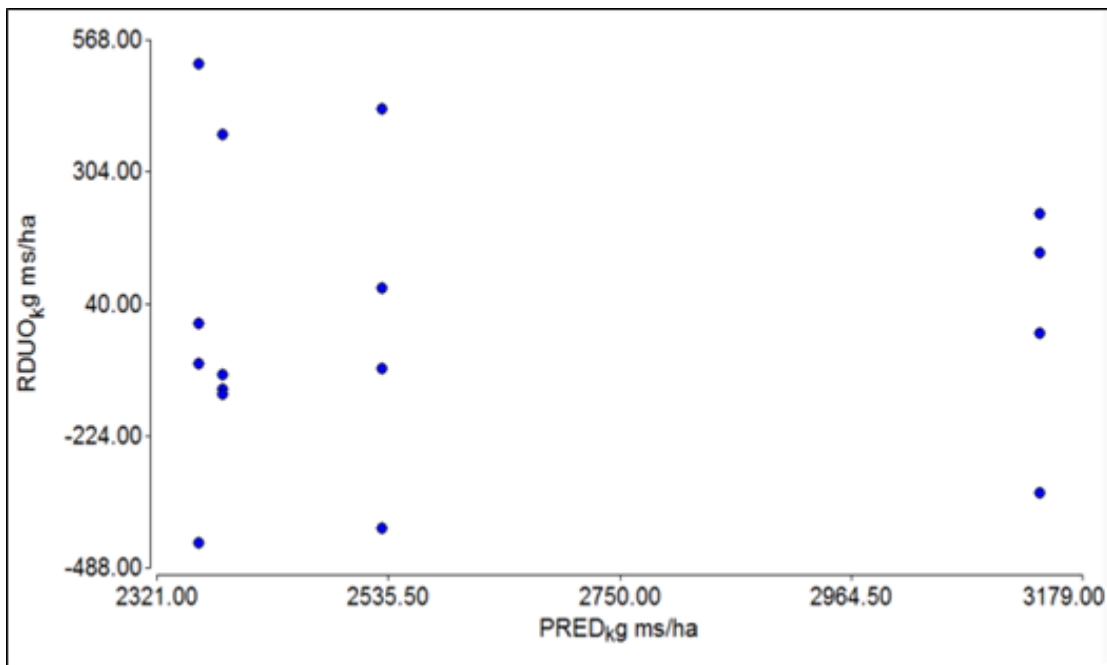
Se pudo observar que el tratamiento 0 presentó mayor variabilidad de los datos y que el tratamiento 2 manifestó la menor variabilidad de los datos. (Tabla N°3).

Se realizó la comparación de medias (ANOVA) entre los distintos tratamientos, con el método de comparación “Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (*DGC*)”. Previamente se comprobaron los supuestos del ANOVA con lo que se pudo concluir a través de la prueba de Shapiro Wilks que los datos presentan una distribución normal, ya que  $H_0$ : los residuos presentan distribución normal,  $H_1$ : los residuos no tienen distribución normal. En este caso  $P=0,4667$  siendo mayor a  $0,05$  con lo cual comprueba la normalidad de los datos. (Tabla N°5). A su vez en el gráfico de Q-Qplot de los residuos de la variable se confirma la normalidad. (Gráfico N° 5).



**Gráfico N°5: Q-Qplot**

A su vez mediante el gráfico de dispersión entre los residuos y los predichos, no se observa ningún patrón en su distribución, por lo cual afirma la homocedasticidad. (Gráfico N° 6).



**Gráfico N° 6: Dispersión entre residuos y predichos**

El análisis ANOVA (Tabla N°4) arrojó un ajuste del modelo del 57% ( $R^2: 0,57$ ) y un valor de  $P\text{-valor} = 0,0147$  ( $p < 0,05$ ) por lo que no se rechaza la hipótesis de igualdad de medias.



## CONCLUSIONES

El modelo propuesto arrojó un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) igual a 0,57. El 57% de la variación total está explicada por el modelo.

La diferencia estadísticamente significativa observada en el tratamiento 2, se puede asociar a factores externos a la aplicación del biofertilizante orgánico, vinculados a la sanidad de cultivo, ya que el mismo presentaba una gran intensidad de roya.

A partir de la realización de este trabajo, y teniendo en cuenta las dificultades presentadas en el ciclo del cultivo, se pudo constatar un efecto positivo en cuanto a la aplicación de biofertilizante Té de compost en cultivos de cobertura que se siembran con la finalidad de reactivar y restaurar el deterioro de los suelos. Se asume como un error la no utilización de fungicidas orgánicos que hubiesen ayudado a combatir la presencia de enfermedades como la roya.

La aplicación exógena, al momento de la siembra, de biofertilizante en diferentes fases del ciclo ontogénico del desarrollo del cultivo de *Secale cereale* mostró, en general, un efecto positivo con relación al aumento del porcentaje de biomasa aérea, esto se evidencia en los resultados al comparar los valores con el T<sub>0</sub>, al cual no se le aplicó biofertilizante.

Se pudo observar que en la fase de encañazón la planta absorbe mejor el biofertilizante, dando lugar a un aprovechamiento óptimo del mismo, ya que es en esta fase del ciclo ontogénico del cultivo se encuentra diferenciada el área foliar y consecuentemente mejora la radiación fotosintética activa interceptada, lo que puede conllevar al aumento de producción de biomasa y al incremento del rendimiento del cultivo.

Observando las medias se puede concluir que la aplicación de Té de compost en etapa de encañazón produjo mayor peso seco (3140 Kg Ms/Ha), y la no utilización de biofertilizante el menor peso seco (2360 Kg Ms/Ha).

A partir de este trabajo se pudo avanzar en una nueva alternativa de fertilización orgánica poco difundida entre los cultivos extensivos, si bien hay factores que ajustar, como el momento óptimo de aplicación, dosis, entre otros, es un camino para aquellas personas que están dispuestos a seguir investigando, desarrollando y perfeccionando los biofertilizantes líquidos (te de compost).

## BIBLIOGRAFIA

ECHEVERRIA, H y F.GARCIA. 2005. Fertilidad de suelo y fertilización de cultivos. I.N.T.A. Balcarce, buenos aires, Argentina. 13; 283-297 p.

Bonillo M, Álvarez S. y Hamity V. 2013. Tecnologías Agroecológicas: Producción y uso de abonos foliares y hongos benéficos junto a organizaciones de agricultores familiares de Quebrada y Puna jujeña. Edit. San Salvador de Jujuy. Universidad Nacional de Jujuy. Facultad de Ciencias Agrarias.

Kurte Neira, Ivo.2000. Efectos del té de compost aplicado al suelo sobre el crecimiento de la vid cv. Crimson sedles. Memoria para optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Escuela de Agronomía.

Ochoa-Martínez E; Figueroa-Viramontes U; Cano-Ríos P; Preciado-Rangel P; Moreno-Reséndez A; Rodríguez-Dimas N. 2009. Té de composta como fertilizante orgánico en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* mill.) en invernadero. Revista Chapingo Serie Horticultura. En <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60912186004>. Consultado en octubre de 2017

Piamonte Peña, R.; Flores Escudero, P. 2000. Biofertilizante líquido enriquecido. IDMA (Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente) Lima – Perú. Román P; Martínez M; Pantoja A. 2013. Manual de compostaje del agricultor. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. En <http://www.fao.org/docrep/019/i3388s/i3388s.pdf>. Consultado en octubre de 2017.

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). 2014. Situación de la Producción Orgánica en la Argentina durante el año 2013. Consultado en octubre de 2017.

APRESID.2016. Rem. Cultivos de cobertura para el manejo de malezas. En: [www.aapresid.org.ar](http://www.aapresid.org.ar) Consultado: 12/02/2018

Cultivos de cobertura mejoran la productividad. 2015. En <http://intainforma.inta.gov.ar> Consultado: 20/02/2018

Cultivos de cobertura, aliados para producir y cuidar los recursos. 2017. En <http://intainforma.inta.gov.ar> Consultado: 20/12/2017

CENTENO CEREAL (Secale Cereale L.). 1999-2017. En: <http://www.botanical-online.com/centeno.htm> Consultado: 12/12/2017

CANTERO,A; E,BRICCHI; V,BECERRE; J,CISNEROS Y H, GIL. 1986. Zonificación y descripción de las tierras del departamento Río Cuarto. Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina.

CARBALLO, LEONT. 2006. El té de compost. En: <http://www.diariodeleon.es> Consultado: febrero 2018

FAO, CCI, CTA. 2001. Los Mercados mundiales de Frutas y Verduras Orgánicas. En: [www.fao.org/docrep/004/Y1669S/Y1669S00.htm](http://www.fao.org/docrep/004/Y1669S/Y1669S00.htm) Consultado: noviembre 2017

HERNÁNDEZ DELGADO,G. 2001. Los biofertilizantes de la Universidad Nacional Autónoma de México. En: [www.invdes.com.mx/anteriores/Mayo2001/hm/bio.html](http://www.invdes.com.mx/anteriores/Mayo2001/hm/bio.html). Consultado: 12/09/2017

TÉ DE COMPOST. En: <http://www.samsoluciones.es/categorias/tecompost/> Consultado noviembre 2017

Tortosa German. 2014. El té de compost aumenta la producción de lechuga y col rábano en agricultura ecológica. En: <http://www.compostandociencia.com> Consultado: 12/09/2017

ADOLFO DAGOBERTO ARMENTA BOJÓRQUEZ. 2010. Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. En: <http://ojs.unam.mx/index.php/rxm/article/view/17885> Consultado febrero 2018.

## ANEXOS

**Tabla N° 1. Precipitaciones y temperaturas (mínima, media y máxima) para el 2015**

MES	Año	TEM_MAX	TEM_MIN	TEM_MED	PRECIPITACIONES
1	2015	31,6	17,4	23,6	90
2	2015	26,9	16,6	21,4	289,4
3	2015	28,3	15,7	21,1	92
4	2015	27,4	12,3	19	19
5	2015	22,8	9,3	15,1	0
6	2015	18,6	5,8	12,2	1,6
7	2015	19,3	3,2	10,5	12,8
8	2015	20,1	6,6	12,8	8,4
9	2015	21,2	6,9	14,1	40,5
10	2015	21,2	8,4	14,1	72,3
11	2015	26,1	12,5	18,5	172,8
12	2015	30,8	15,9	23	111,3

**Tabla N° 2. Temperaturas (máxima, media y mínima) y Precipitaciones por década (1981-2010)**

	Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic
<b>TEMPERATURA MAXIMA (°C)</b>												
1° Dec.	29,4	28,5	27,8	24,2	21,5	16,9	15,6	16,7	20,6	23,3	25,9	28
2° Dec.	29,3	28,7	27,1	23,3	19,3	15,8	15,7	18,9	20,5	24,7	27,1	28,8
3° Dec.	29,7	28,9	25,5	22,1	17,8	16,6	16,2	20,1	21,9	25,3	28,4	29,7
Mes	29,5	28,7	26,8	23,2	19,4	16,4	15,9	18,6	21	24,5	27,1	28,8
Abs.	41,6	40,4	39,2	35,5	31,8	27,5	33,7	38	38,2	43,9	40,6	39,9
<b>TEMPERATURA MINIMA (°C)</b>												
1° Dec.	16,8	15,6	15,2	11,8	7,8	4,4	3,1	2,9	6	9,5	12	14,5
2° Dec.	16	15,4	14,2	10,4	6,9	4	2,7	4	6,4	10,6	13	15,5
3° Dec.	16,5	15,8	13,1	9	5,5	2,7	2,3	5,9	7,8	11,7	14,5	16,5
Mes	16,4	15,6	14,2	10,4	6,7	3,7	2,6	4,3	6,7	10,6	13,2	15,5
Abs.	5,7	3,9	0,9	-3,5	-6	-6,2	-11,6	-6,2	-4	-2	-1,5	3,2
<b>TEMPERATURA MEDIA (°C)</b>												
1° Dec.	22,9	21,5	20,7	17,4	13,9	10,5	9,4	9,3	12,6	16,2	18,6	20,4
2° Dec.	22,6	21,6	20,1	16,5	12,1	9,4	9,4	10,8	13,2	17,5	20	22
3° Dec.	22,7	21,9	18,8	14,8	11,1	9,2	9,4	12,5	15,4	18,6	21,5	22,6
Mes	22,7	21,7	19,9	16,2	12,3	9,7	9,4	10,9	13,7	17,5	20	21,7
<b>PRECIPITACION (mm)</b>												
1° Dec.	52	32,3	33,5	22,5	7,4	3,2	5,8	3,8	9,1	13,3	31,1	35,3
2° Dec.	41	27,4	28,8	16,2	9,6	4,1	2,9	2,2	7,5	18,4	37,8	40,1
3° Dec.	47,1	26,6	29,2	16	11,1	2,3	5	6,2	14,8	37,1	50,5	51
Mes	140,1	85,6	92,3	54,2	28,8	9,7	14	11,4	31,5	68,9	119,5	126,5

**Tabla N°3 Medidas Resumen**

**Medidas resumen**

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
0	kg ms/ha	4	2360.00	395.98	16.78	1920.00	2880.00
1	kg ms/ha	4	2382.50	252.24	10.59	2240.00	2760.00
2	kg ms/ha	4	3140.00	247.66	7.89	2800.00	3360.00
3	kg ms/ha	4	2530.00	349.28	13.81	2120.00	2960.00

**Tabla N°4: Analisis de la Varianza**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
kg ms/ha	16	0.57	0.46	12.20

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1605468.75	3	535156.25	5.30	0.0147
Tratamiento	1605468.75	3	535156.25	5.30	0.0147
Error	1211275.00	12	100939.58		
Total	2816743.75	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=489.48077**

Error: 100939.5833 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
0	2360.00	4	158.85 A
1	2382.50	4	158.85 A
3	2530.00	4	158.85 A
2	3140.00	4	158.85 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Tabla N°5: Prueba Para Comprobar Distribución Normal**

**Shapiro-Wilks (modificado)**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO kg ms/ha	16	0.00	284.17	0.93	0.4667

## Imágenes de Método Empleado



**Figura Nº 1: Aplicación de biofertilizante.**



**Figura Nº 2: Aplicación de biofertilizante.**



**Figura N° 3: Cultivo de centeno en la fase de macollaje**



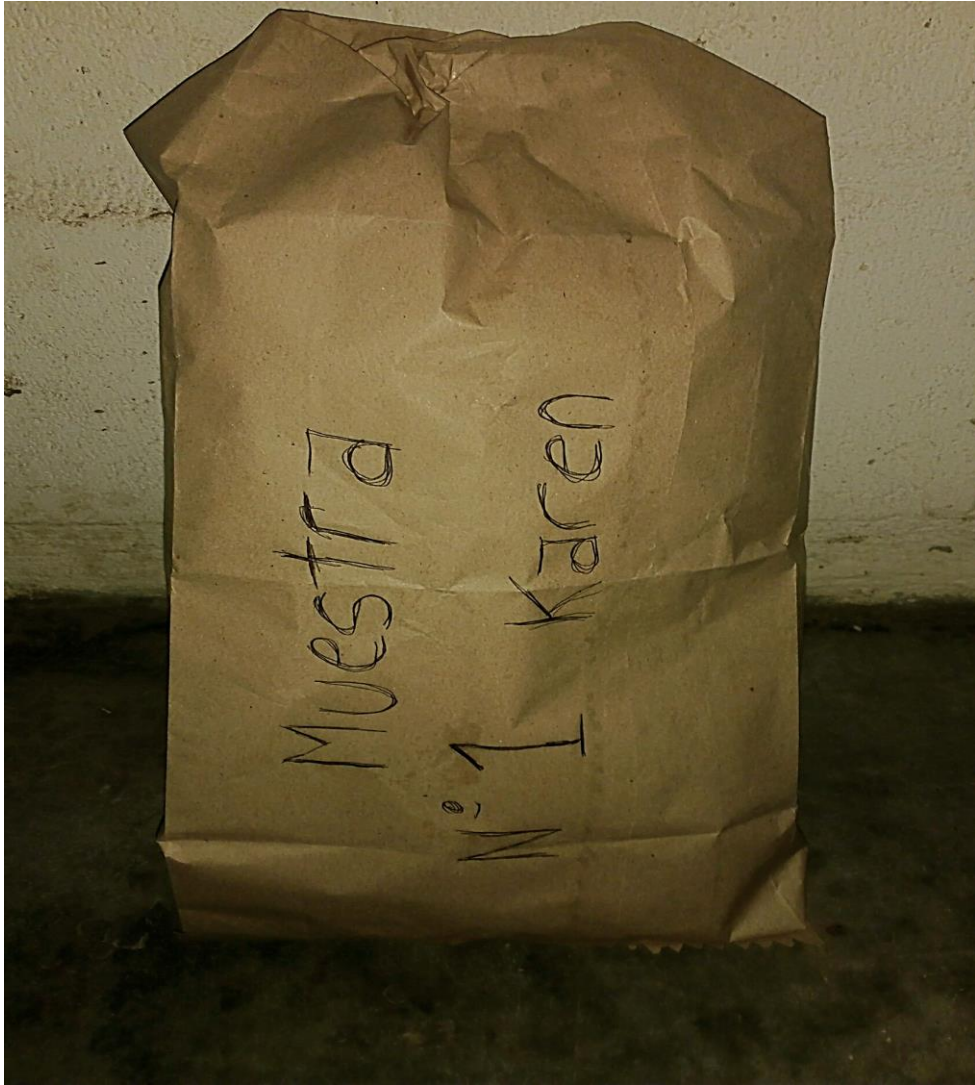


Figura N° 4: Muestra de materia seca