

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

### CARRERA DE AGROPECUARIA

**Tema: “Evaluación del rendimiento de la Brassica Spiffire (Nabo) con la inoculación de hongos promotores del crecimiento vegetal en el Centro Experimental San Francisco de la UPEC – cantón Huaca”**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del  
título de Ingeniera en Agropecuaria

AUTORA: Tobar Oviedo Jacqueline Aracely

TUTOR: Ing. Jácome Sarchi Guillermo Alexander, MSc.

Tulcán, 2024.

## **CERTIFICADO DEL TUTOR**

Certifico que la estudiante Tobar Oviedo Jacqueline Aracely con el número de cédula 0401851266 respectivamente ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación del rendimiento de la Brassica Spitfire (Nabo) con la inoculación de hongos promotores del crecimiento vegetal en el Centro Experimental San Francisco de la UPEC – cantón Huaca"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

---

Ing. Jácome Sarchi Guillermo Alexander, MSc.

**TUTOR**

Tulcán, noviembre de 2024

## AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Tobar Oviedo Jacqueline Aracely con cédula de identidad número 0401851266 respectivamente declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



---

Tobar Oviedo Jacqueline Aracely

**AUTORA**

Tulcán, noviembre de 2024

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Tobar Oviedo Jacqueline Aracely declaro ser autora de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación del rendimiento de la Brassica Spitfire (Nabo) con la inoculación de hongos promotores del crecimiento vegetal en el Centro Experimental San Francisco de la UPEC – cantón Huaca" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



---

Tobar Oviedo Jacqueline Aracely

**AUTORA**

Tulcán, noviembre de 2024

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme la salud y permitirme cada día continuar luchando por mis metas y sueños, y por darme la fuerza y sabiduría de poder finalizar gratamente mi carrera universitaria.

A mis padres Luis Tobar y Rocío Oviedo por apoyarme en cada momento, por ser una parte fundamental en mi vida, por nunca dejarme sola y por los consejos que me dieron ánimo para poder seguir adelante, y por permitirme forjar un mejor futuro.

A mis hermanos y abuelitos que me motivaron a seguir esforzándome en mi carrera universitaria.

De igual forma agradezco a mi tutor MSc. Guillermo Jácome por brindarme sus conocimientos y ser guía en mi trabajo de investigación, y así poder terminar este proyecto, también a la Universidad Politécnica estatal del Carchi por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de estudiar en esta prestigiosa institución.

Tobar Oviedo Jacqueline Aracely

## **DEDICATORIA**

Con mucha alegría y gratitud les dedico este triunfo a mis padres Luis Tobar y Rocío Oviedo, que han sido un apoyo incondicional en todo momento, por mantenerse a mi lado cuando más los necesite, por nunca permitir que me rinda y por ser siempre quienes me impulsan a seguir cumpliendo cada uno de mis sueños, este logro también les pertenece y les agradezco con todo mi corazón.

Tobar Oviedo Jacqueline Aracely

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	13
<b>ABSTRACT</b> .....	14
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	15
<b>I. EL PROBLEMA</b> .....	16
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	16
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	17
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN</b> .....	17
<b>1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	19
1.4.1. Objetivo General .....	19
1.4.2. Objetivos Específicos.....	19
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	19
<b>II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	20
<b>2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	20
<b>2.2. MARCO TEÓRICO</b> .....	23
2.2.1. Brassica Spitfire (Nabo) .....	23
2.2.2. Importancia del cultivo.....	23
2.2.3. Descripción botánica.....	23
2.2.4. Requerimientos edafoclimáticos.....	24
2.2.5. Siembra y consideraciones del cultivo .....	25
2.2.6. Valor nutricional del nabo .....	25
2.2.7. Características Brassica Spitfire.....	25
2.2.8. Fertilización.....	26
2.2.9. Hongos promotores de crecimiento .....	26
2.2.10. Trichodermas .....	27
2.2.10.1. Trichodermas de mayor importancia .....	27

2.2.10.2. Mecanismos de acción .....	27
2.2.10.3. Función en la planta .....	28
2.2.10.4. TrichoSym Bio: Trichoderma harzianum T78.....	28
2.2.11. Micorrizas.....	29
2.2.11.1. Tipos de micorrizas .....	29
2.2.11.2. Mecanismos y procesos de colonización .....	29
2.2.11.3. Función en la planta .....	29
2.2.11.4. Resid MG: Glomus iranicum var. tenuihypharum.....	30
2.2.11.5. Efectos .....	30
2.2.12. Fertilizante químico: Blaukorn Classic 12-8-16+3.....	30
2.2.12.1. Beneficios .....	31
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO .....</b>	<b>32</b>
3.1.1. Enfoque .....	32
3.1.2. Tipo de Investigación .....	32
<b>3.2. HIPÓTESIS .....</b>	<b>32</b>
<b>3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....</b>	<b>32</b>
3.3.1. Definición de las variables.....	32
3.3.2. Operacionalización de las variables .....	34
<b>3.4. MÉTODOS UTILIZADOS .....</b>	<b>36</b>
3.4.1. Área de estudio .....	36
3.4.2. Tratamientos del diseño experimental .....	36
3.4.3. Características del diseño experimental.....	37
3.4.4. Distribución y características del experimento .....	37
3.4.5. Población y muestra de la investigación .....	38
3.4.6. Procedimientos.....	38
3.4.7. Variables a evaluar.....	40



3.4.7.1. Altura de planta.....	40
3.4.7.2. Diámetro del tallo .....	41
3.4.7.3. Número de hojas .....	41
3.4.7.4. Rendimiento .....	41
3.4.7.5. Contenido nutricional .....	41
3.4.7.6. Análisis costo - beneficio .....	41
<b>3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....</b>	<b>42</b>
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>43</b>
<b>4.1. RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>
4.1.1. Altura de planta.....	43
4.1.2. Diámetro de tallo .....	44
4.1.3. Número de hojas.....	46
4.1.4. Rendimiento.....	47
4.1.5. Contenido nutricional .....	48
4.1.6. Análisis costo/beneficio .....	51
<b>4.2. DISCUSIÓN.....</b>	<b>52</b>
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>56</b>
<b>5.1. CONCLUSIONES .....</b>	<b>56</b>
<b>5.2. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>56</b>
<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>58</b>
<b>VII. ANEXOS.....</b>	<b>62</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la Brassica Spitfire .....	23
Tabla 2. Contenido nutricional Brassica Spitfire .....	25
Tabla 3. Características rendimiento Brassica Spitfire .....	26
Tabla 4. Requerimientos nutricionales Brassica Spitfire .....	26
Tabla 5. Formula completa Blaukorn Classic .....	31
Tabla 6. Operacionalización de las variables.....	34
Tabla 7. Tratamientos.....	36
Tabla 8. Características de la unidad experimental .....	37
Tabla 9. Análisis de varianza para la altura de planta .....	43
Tabla 10. Prueba de Tukey al 5% para la altura en el Corte 1 .....	44
Tabla 11. Prueba de Tukey al 5% para la altura en el Corte 2 .....	44
Tabla 12. Análisis de varianza para diámetro de tallo de la planta .....	45
Tabla 13. Prueba de Tukey al 5% para el diámetro de la planta .....	45
Tabla 14. Análisis de varianza para número de hojas .....	46
Tabla 15. Prueba de Tukey al 5% para número de hojas de la planta.....	47
Tabla 16. Análisis de varianza para el rendimiento .....	47
Tabla 17. Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento con microorganismos .....	48
Tabla 18. Análisis de varianza para el contenido nutricional en el Corte 1 .....	48
Tabla 19. Análisis de varianza para el contenido nutricional en el Corte 2.....	49
Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% para el contenido nutricional.....	50
Tabla 21. Análisis costo/beneficio para el cultivo de Brassica Spitfire .....	51
Tabla 22. Costos de producción.....	65
Tabla 23. Costo beneficio Brassica por hectárea .....	70
Tabla 24. Normalidad y homogeneidad de varianzas .....	71
Tabla 25. Bloxpot y pruebas de Tukey al 5% .....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. TrichoSym Bio .....	28
Figura 2. Resid MG .....	30
Figura 3. Blaukorn Classic .....	31
Figura 4. Ubicación geográfica del terreno .....	36
Figura 5. Distribución de tratamientos .....	38
Figura 6. Muestra de la investigación .....	38
Figura 7. Preparación del terreno.....	69
Figura 8. División y rotulación de las parcelas .....	69
Figura 9. Insumos utilizados .....	69
Figura 10. Inoculación de microorganismos .....	69
Figura 11. Fertilización.....	69
Figura 12. Toma de datos .....	69
Figura 13. Toma de datos .....	69
Figura 14. Corte 1 .....	69
Figura 15. Corte 2 .....	69
Figura 16. Pesaje de la materia verde .....	69

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC .....	62
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas.....	63
Anexo 3. Costos de producción .....	65
Anexo 4. Análisis de suelo .....	66
Anexo 5. Análisis bromatológicos .....	67
Anexo 6. Proceso experimental.....	69
Anexo 7. Costo beneficio por hectárea .....	70

Anexo 8. Verificación de supuestos: Normalidad y Homogeneidad de varianzas.....	71
Anexo 9. Boxplot y pruebas de Tukey al 5% para las variables evaluadas.....	72
Anexo 10. Script para realizar el análisis estadístico en R Studio de un DBCA con arreglo factorial 4x3.....	76

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el rendimiento de la Brassica Spitfire (Nabo) con la inoculación de hongos promotores del crecimiento vegetal en el Centro Experimental San Francisco de la UPEC – cantón Huaca de la provincia del Carchi. Se trabajó con un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial 4 x 3, donde se estableció 14 tratamientos con 4 repeticiones. Las variables analizadas incluyeron: altura de planta (cm), diámetro de tallo de la planta (mm), número de hojas, rendimiento (kg), contenido nutricional (%) y un análisis costo beneficio (USD). El análisis estadístico se realizó con el programa RStudio para calcular el análisis de varianza y la comparación de medias con la Prueba de Tukey al 5%. Se determinó que los mejores resultados los obtuvo el tratamiento 9 (NPK 100% (13.3 g/m<sup>2</sup>) + Resid MG (1 g/m<sup>2</sup>) + TrichoSym Bio (0.33 ml/m<sup>2</sup>)) alcanzando una altura de planta de 102.38 cm, diámetro del tallo de 20.54 mm, número de hojas con 13.5 hojas, un rendimiento de 2.27 kg/m<sup>2</sup>, y para contenido nutricional con índices de: 89.28% de humedad, 12.88% de cenizas, 5.12% de extractos etéreos, 34.36% de proteína, 14.80% de fibra y 32.83% de elementos libres de nitrógeno, definiendo así que el tratamiento 9 como el mejor y con un beneficio directo de 0.94 dólares por cada dólar invertido.

**Palabras Claves:** Brassica Spitfire, TrichoSym, Resid MG, fertilización, contenido nutricional, rendimiento.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the yield performance of Brassica Spitfire (turnip) inoculated with plant growth-promoting fungi at the San Francisco Experimental Center of UPEC, located in Huaca canton, Carchi province. A completely randomized block design (CRBD) with a 4 x 3 factorial arrangement was employed, comprising 14 treatments with 4 replicates each. The variables analyzed included plant height (cm), stem diameter (mm), leaf count, yield (kg/m<sup>2</sup>), nutritional content (%), and cost-benefit analysis (USD). Statistical analyses were performed using RStudio, and Tukey's test at a 5% significance level. The best results were observed in treatment 9 (NPK at 100% [13.3 g/m<sup>2</sup>] + Resid MG [1 g/m<sup>2</sup>] + TrichoSym Bio [0.33 ml/m<sup>2</sup>]), achieving an average plant height of 102.38 cm, stem diameter of 20.54 mm, 13.5 leaves per plant, and a yield of 2.27 kg/m<sup>2</sup>. Regarding nutritional content, this treatment exhibited the following values: 89.28% moisture, 12.88% ash, 5.12% ether extracts, 34.36% protein, 14.80% fiber, and 32.83% nitrogen-free extract. In conclusion, treatment 9 was identified as the most effective, excelling in growth, yield parameters, and nutritional composition. Furthermore, it demonstrated a direct economic benefit of \$0.94 per dollar invested, making it the most efficient option under the conditions evaluated.

**Keywords:** Brassica Spitfire, TrichoSym, Resid MG, fertilization, nutritional content, yield.

## INTRODUCCIÓN

El nabo forrajero se cultiva actualmente en todo el mundo, este cultivo se presenta como una alternativa sostenible para la ganadería y ha demostrado ser aplicable en los sistemas de pastoreo de EE. UU. Debido a que proporcionan de más materia seca y nutrientes, también generan mayores cantidades de nutrientes totales (kg de MS/ha) como proteína (176 a 204 kg de MS/ha) y ENI (1.200 a 1.500 Mcal/ha). Esto permite un aumento en los días de pastoreo y una reducción en los costos de alimentación (García, 2020).

En Ecuador, la producción de *Brassica napus*, conocida como canola o colza, se destina principalmente a la elaboración de aceites. En el ámbito ganadero, se utiliza como forraje, ensilaje y tortas que se suministran al ganado, convirtiéndose en un cultivo de interés sostenible, especialmente en zonas frías. Su producción ha aumentado en los últimos años, al igual que en España, donde también es valorado por su contribución a la alimentación del ganado (Martínez, 2019). A nivel nacional la mayor producción de nabo ocurre en la región Sierra, en la provincia de Cotopaxi, son ricas en minerales, proteínas y fibras, y posee cantidades superiores de calcio, provitamina A, vitamina C y folatos (Abasolo-Pacheco et al., 2020).

En este contexto, los hongos promotores del crecimiento vegetal se presentan como una alternativa sostenible que beneficia al medio ambiente. Estos productos, al contener microorganismos, mejoran las prácticas de producción sostenible para todo tipo de cultivos, sin generar residuos químicos. En general, poseen propiedades biofertilizantes y bioestimulantes, lo que los convierte en una opción de gran interés en la agricultura, ya que actúan como antagonistas y promotores del crecimiento, contribuyendo a mantener la salud de los suelos agrícolas (González, 2023).

El aumento de la productividad agrícola, junto con la conservación del medio ambiente, son un desafío para los agricultores. Por ello, se están explorando nuevas alternativas que promuevan un desarrollo sustentable y beneficioso para el sector agroganadero. En este contexto, se está evaluando la efectividad del uso de hongos promotores del crecimiento vegetal, su impacto en el desarrollo y rendimiento de las plantas, ofreciendo a agricultores y ganaderos una opción viable para la producción en el país.

## I. EL PROBLEMA

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial, el cambio climático representa un problema amenazante para la seguridad alimentaria, debido al aumento de temperaturas, escasez de agua, degradación de los suelos, pérdida de biodiversidad, fenómenos meteorológicos extremos y contaminación en el ambiente, comprometiendo seriamente la agricultura y ganadería en especial para el sector más vulnerable (De la Ribera et al., 2017).

Los pastos o forrajes son el alimento más común en la ganadería de todo el mundo, en países como el Ecuador, específicamente en la Amazonia el 82% de la superficie es de uso agropecuario y está dedicado a pastizales para el consumo animal, la productividad e ingresos de estos sistemas son bajos de 5 a 8 Tn/ha<sup>-1</sup>/año<sup>-1</sup>, reduciendo aún más, debido a los suelos pobres en nutrientes, uso de pastos vulnerables, plagas y enfermedades, contaminación de suelos y otros factores (De la Ribera et al., 2017).

A nivel nacional, la incidencia de plagas y malezas en los cultivos se controla principalmente con el uso de productos químicos, que ofrecen una solución de rápida acción. El glifosato, en particular, se utiliza frecuentemente para eliminar diversas malezas, aunque su uso está asociado con problemas de salud (Venturino et al., 2021), Además, su aplicación puede generar efectos adversos en los pastizales, al reducir la cantidad de forraje disponible, lo que a su vez disminuye la vida útil de estos recursos. Lo más preocupante es que estas prácticas afectan negativamente tanto la calidad nutricional como la palatabilidad del forraje para los animales (Young, 2021).

La provincia de Carchi es reconocida por su actividad agroganadera, pero presenta un uso excesivo de agroquímicos, como fertilizantes e insecticidas, que se aplican con frecuencia para alcanzar altos rendimientos y combatir plagas y enfermedades.



Esta práctica genera un desequilibrio en los agroecosistemas, afectando tanto el suelo como el agua, que se ven expuestos a la contaminación (García, 2015). Como resultado, los suelos destinados a la producción actual no contienen los nutrientes necesarios para que el pasto alcance una calidad óptima (García, 2015). Razón por la cual las personas optan por comprar suplementos balanceados que pueden generar un alto costo de inversión para el ganadero.

Es importante señalar que los pastizales de la zona se caracterizan por su baja productividad y un contenido nutricional deficiente. Esta situación se debe a métodos inadecuados en la selección de semillas, la preparación del terreno, el control de malezas y el uso excesivo de fertilizantes. La falta de conocimiento por parte de los agricultores sobre cómo optimizar sus cultivos contribuye a que la productividad de los pastos, así como de otros cultivos, sea limitada (Puentestar, 2021).

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

La baja producción de pastos debido al escaso contenido de nutrientes del suelo disminuye en rendimiento y calidad, razón por la cual se elige alternativas como la aplicación de hongos promotores de crecimiento vegetal.

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

La *Brassica napus*, conocida como nabo forrajero, es un cultivo de creciente interés debido a su alto contenido nutricional para el ganado. Se destaca por su capacidad de proporcionar una mayor cantidad de materia seca 9-15 t MS/ha/año y su excelente adaptación al entorno. Además, presenta bajos requerimientos de cultivo y se aprovecha especialmente en épocas de escasez de pastos, además de tener cualidades para la recuperación de suelos. El ganado puede consumirlo directamente, lo que ofrece a los ganaderos una alternativa efectiva para la alimentación de sus animales y que incluso puede llegar a ser similar a un suplemento balanceado, además de mejorar para la productividad de carne y leche (Semagro, 2022)

El emplear la inoculación de dos hongos promotores del crecimiento como son el primero un hongo formador de micorrizas el *Glomus iranicum* var. *tenuihypharum* (Resid MG) y el segundo un hongo beneficioso *Trichoderma harzianum* T78 (TrichoSym Bio), mejorando características de la planta para obtener una mayor producción,

mejor calidad de frutos y mejorar las propiedades del suelo en que son aplicadas. Y apuntan a la reducción del 50% en el uso de plaguicidas de origen químico y reducción en un 20% en el uso de fertilizantes químicos (González, 2023).

Los hongos formadores de micorrizas son una buena alternativa a la hora de implementar algo a un cultivo ya que son amigables con el suelo, (Berná et al., 2016). En la actualidad, ya sea por factores económicos o medioambientales, los microorganismos promotores del crecimiento vegetal (PGPR), así como los hongos formadores de micorrizas arbusculares (MA), van ganando terreno al uso indiscriminado de productos químicos como fertilizantes y fungicidas.

También es importante mencionar lo que hacen las micorrizas en el suelo y cultivos, pues la relación denominada simbiosis entre hongo y planta llevan a cabo acciones importantes en el desarrollo natural de los ecosistemas y la agricultura, incrementando su volumen, y permitiéndole conseguir nutrientes minerales, tolerar cambios en el suelo, y una mejor absorción de agua a cambio de compuestos carbonatados que el huésped sintetiza en los procesos de fotosíntesis (Zuñiga & Quirós, 2021).

Mientras los trichodermas a cambio de devolver un efecto positivo a la planta; genera relaciones con las raíces de las plantas para obtener un beneficio propio, es decir son oportunistas. Muy general en la mayoría de los suelos del mundo. Es uno de los hongos más beneficiosos, versátiles y polifacéticos que existen, capaz de aportar una gran variedad de beneficios, son del tipo anaerobios facultativos y por lo que se considera un microorganismo de indispensable presencia en los cultivos y suelos (González, 2023).

Esto dos hongos juntos pueden realizar una maravillosa labor en relación planta – suelo ya que cumplen con un papel fundamental como agentes de control biológico, tener una buena absorción de nutrientes, protegen a los suelos y cultivos, son amigables con el ambiente, mayor rendimiento en los cultivos y un excelente desarrollo radicular (González, 2023).

El uso de los hongos mencionados puede generar cultivos excelentes con resultados favorables para la alimentación del ganado. Esto, a su vez, contribuirá a mejorar la fertilidad de los suelos que han sufrido desgaste, sin causar un impacto negativo en el medio ambiente; por el contrario, se promoverá su conservación.

La investigación presenta una alternativa valiosa para los ganaderos, quienes podrían beneficiarse del cultivo de nabo. Este cultivo no solo aumenta la producción de leche y carne, sino que también es poco exigente, aporta materia orgánica al suelo, requiere escasas cantidades de agua, posee un alto valor nutritivo y se puede cosechar en cortos períodos de tiempo. Además, su costo es accesible para los ganaderos y puede llegar a remplazar un suplemento balanceado.

#### **1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

##### 1.4.1. Objetivo General

Evaluar el rendimiento del Brassica Spitfire (nabo) con la inoculación de hongos promotores del crecimiento vegetal en el Centro Experimental San Francisco de la UPEC – cantón Huaca.

##### 1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de la inoculación de *Glomus iranicum* var. *tenuihypharum* y *Trichoderma harzianum* en la fenología y rendimiento de la Brassica Spitfire.
- Determinar el efecto de la inoculación de *Glomus iranicum* var. *tenuihypharum* y *Trichoderma harzianum* en el contenido nutricional de la Brassica Spitfire.
- Realizar un análisis costo/beneficio de los tratamientos utilizados en el cultivo de la Brassica Spitfire.

##### 1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cuál es el efecto de la inoculación de hongos promotores del crecimiento vegetal en las características fenológicas y rendimiento de la Brassica Spitfire?
- ¿Cuál es el contenido nutricional de la Brassica Spitfire?
- ¿Cuál es el tratamiento más rentable para ser implantado en relación con un análisis costo/beneficio?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Según (Cruz, 2022) menciona en su investigación que su objetivo fue determinar el efecto de la aplicación de una enmienda microbiana (Bacthon) y un biorregulador (Tricho-D) en la producción de Brassica rapa var. rapa (Nabo) Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con probabilidad de 5 % y con la prueba DGC la comparación de medias. Los tratamientos que se usaron fueron: T1 (Testigo), T2 (Bacthon), T3 (Tricho D) y T4 (Bacthon + Tricho D). Los mejores resultados se mostraron con el tratamiento T4 (Bacthon + Tricho D): mayor altura, número de hojas de nabo, mayor peso fresco de raíz, y mejores características físicas – químicas del suelo, a comparación del resto de tratamientos.

(Ortiz, 2015) menciona que en este estudio denominado "Respuesta del pasto kikuyo a la inoculación: con hongos micorrícicos y a diferentes niveles de nitrógeno y fósforo" tuvo como objetivo determinar el efecto del mutualismo simbiótico entre el pasto kikuyo y tres cepas de HFMA con tres distintos niveles de fertilización. Se evaluaron variables como relación hoja/tallo, altura de la planta y el rendimiento de materia seca. La presencia de la HFMA, sin importar el tipo de hongo que se utilizó, no afectó el contenido nutricional del pasto. Sin embargo, especies como *Rhizophagus intraradices* al ser un hongo adaptado a donde se estableció el pasto kikuyo pudo ser más eficaz en la absorción de nitrógeno y fosforo. La presencia de hongos formadores de micorrizas no tuvo impacto en la capacidad de absorción del suelo de fosforo. El uso de hongos formadores de micorrizas en pastizales de pasto kikuyo y con planes de fertilización puede aportar a la efectividad de la utilización de nitrógeno y fosforo, mejorando los parámetros nutricionales y los distintos parámetros evaluados.

Según (Cepeda, 2022) en su trabajo de investigación tuvo como objetivo, evaluar el efecto del cultivo mixto de bacterias y levaduras sobre las características fisicoquímicas y biomasa de Rye Grass (*Lolium Multiflorum*) en andisoles, parroquia Columbe cantón Colta; se implementó un DBCA con 4 tratamientos y 4 repeticiones, dentro los parámetros que se evaluaron: la altura del pasto, la producción de la biomasa en húmedo y seco en Kg/ha y el análisis económico a través de la relación beneficio/costo. El tratamiento 3 mostro el mejor resultado en las variables: altura de la planta en crecimiento con 66.16 cm y floración con 86.27 cm, con un rendimiento de 28500 kg de MV/ha y 6650 kg de MS/ha, con una relación beneficio/costo de 1.95 dólares siendo muy rentable.

Según (Acurio Vásconez & España Imbaquingo, 2016) en su trabajo investigativo, el objetivo de este trabajo fue aislar cepas nativas de *Trichoderma spp.* presentes en el suelo de la hacienda "La Alegría" ubicada en el cantón Pedro Moncayo para su evaluación como promotoras de crecimiento vegetal en pasturas de Raigrás y Trébol blanco. Las cepas aisladas fueron *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride*. El efecto se evaluó en campo, en prados donde se realizaron tres cortes, después de cada corte se aplicó *Trichoderma*, materia orgánica y fertilizante químico. El mejor tratamiento fue T1 con un promedio de 12.72Tn/ha/corte en materia verde, en comparación con el testigo y el tratamiento químico.

Según (Núñez, 2018) en su trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar efecto de *Azospirillum sp.*, *Trichoderma harzianum* y micorrizas en la producción de pasto Marandú (*Brachiaria brizantha*) y pasto Guinea (*Panicum maximum*). Los tratamientos utilizados fueron *Azospirillum sp.* ( $5.2 \times 10^8$ ), mezcla de *Azospirillum sp.* + micorrizas ( $5.2 \times 10^8$  y 100 g/m), *Azospirillum sp.* + *T. harzianum* ( $5.2 \times 10^8$  y 1.2 g/L), *Azospirillum sp.* + Urea ( $5.2 \times 10^8$  y 3.6 g/m<sup>2</sup>), Urea (7.3 g/m<sup>2</sup>) y testigo. Las variables fueron: desarrollo radicular, proteína cruda, materia seca y porcentaje de nitrógeno, nitrato y amonio. Los resultados más altos para los dos pastos en producción de materia seca fueron para el tratamiento *Azospirillum sp.* De igual forma para valores de %proteína cruda, %nitrógeno, %nitrato y %amonio presente para pasto guinea.

Según (Oña et al., 2023) en su investigación titulada determinar la respuesta fisiológica del pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*), y *Brachiaria (Urochloa brizantha)* a la inoculación con *Trichoderma spp.*, Micorrizas y un extracto multimineral. En la investigación hubo 4 tratamientos con el testigo (T1: Micorrizas; T2: *Trichoderma spp.*, T3; Cóctel Biológico y T4: Testigo) con 4 repeticiones. Con los siguientes resultados: en

el pasto Saboya el tratamiento 2 presentó el mayor contenido de materia seca con 31,42%, mientras que las raíces del pasto Brachiaria el tratamiento 1 y 2 mostraron los mayores contenidos de materia seca con 41.8% y 41.79. Rendimiento (kg m<sup>2</sup>) donde se presentó que Saboya tuvo el mejor rendimiento con los tratamientos 2 y 3 con un peso de 1.8 kg/m<sup>2</sup>, mientras que para Brachiaria el mayor rendimiento fue el T2 con 2 kg/m<sup>2</sup>.

(Velásquez et al., 2021) en su estudio titulado efecto de inoculación micorrícica arbuscular combinada con una fertilización nitrogenada en el pasto saboya (*Megathyrus maximus*) tuvo como objetivo evaluar el efecto de la inoculación micorrícica arbuscular en conjunto con la fertilización sobre dicho pasto, concluyó que la inoculación de hongos micorrícicos arbusculares sumado a una fertilización nitrogenada en el pasto Saboya determina como mejor opción el optimizar la absorción de minerales y nutrientes de este género, mejorando resultados como rendimiento y calidad nutricional, lo cual favorece la alimentación del ganado en el país.

## 2.2. MARCO TEÓRICO

### 2.2.1. Brassica Spitfire (Nabo)

Nombre científico *Brassica napus* L. var. *Napus*, es una especie cultivada para consumo humano y animal. Nativa del área mediterránea y templada de Asia. En la época helenística y romana se domesticó, y fue considerada como una verdura importante por lo que tiene una larga historia de uso (Demagnet et al., 2022).

La colza es un cultivo anual o bianual, es una planta de hoja ancha y que puede alcanzar 2 m de altura, comúnmente utilizada en sistemas de rotación de cultivos, su uso también favorece rompiendo los ciclos de malas hierbas o malezas y enfermedades comunes en cereales, también se usa como un cultivo de doble propósito forraje y semilla, proporcionando de forraje de alto valor nutricional, puede ser utilizado en la primera cosecha como forraje y en la segunda cosecha para la producción del grano (Paredes et al., 2024).

**Tabla 1.** Taxonomía de la Brassica Spitfire

Taxonomía	
Reino	Plantae
Division	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Brassicales
Familia	Brassicaceae
Genero	Brassica
Especie	Brassica napus

**Fuente:** (Oleaginosas, 2005)

### 2.2.2. Importancia del cultivo

Actualmente se utiliza para cubrir los requerimientos alimenticios debido a su crecimiento normal en épocas de sequía, se caracteriza por:

- No hay necesidad de arrancarlo, el ganado puede consumirlo de manera directa.
- Es muy digestible y con un valor nutritivo alto.
- Tiempo de producción corto.
- Alta producción (Delgado Enguita, 2006).

### 2.2.3. Descripción botánica

Es conocida por su nombre común nabo, herbácea con:

- Raíz tuberosa, glabra y tricomas dispersos.
- Tallo recto y glabro, puede llegar a medir de 1 a 1.70 metros.

- Sus hojas inferiores son pinnatisectas, pecioladas, con el haz y envés hirsuto y las superiores enteras, marcadamente amplexicaules, glabras y con regularmente con una ligera coloración azulada (Demagnet et al., 2022).
- Flores hermafroditas, la inflorescencia es en racimo corimbiforme, con flores amarillas (Demagnet et al., 2022).
- El fruto es una silicua esférica de color marrón oscuro, con dos carpelos y un tabique falso que los separa, mide de largo 6-8 cm y ancho 4-5 cm, y contiene de 15 -18 semillas. (Demagnet et al., 2022).
- Los primeros centímetros que sobresalen del suelo son de color púrpura, rojo o verdoso y la raíz engrosada es de color blanco (Demagnet et al., 2022).

#### **2.2.4. Requerimientos edafoclimáticos**

Por lo general es un cultivo poco exigente, requiere de las siguientes condiciones:

- Temperatura: las temperaturas adecuadas para el nabo son suaves o medias inferiores a 5°C, no soporta T° inferiores a -2°C en germinación, en maduración soporta hasta -15°C. El frío favorece al desarrollo de la raíz, las bajas temperaturas pueden retrasar su maduración, no conviene altas temperaturas en floración (InfoAgro).
- Precipitación: se desarrolla con precipitaciones a partir de 400 mm y es un cultivo que resiste sequía invernal (Agrawdata, 2024).
- Suelo: prefiere suelos arcillo-limosos con pH 6-7 ideales, aunque puede cultivarse en cualquier tipo de suelo, requiere de suelos sueltos y bien drenados, soporta ciertos niveles de acidez. Por otro lado, también prefiere suelos con materia orgánica (InfoAgro).
- Riego: entre 120-220 mm, 30% etapa de nascencia a floración y 70% de floración a maduración. Baja exigencia de agua, germinación de cuatro a cinco días, semilla de tamaño pequeño, se realiza una siembra superficial y se requiere de agua para la etapa de implantación si se quiere asegurar el cultivo (Demagnet, Canales, & Garcia, 2022).
- Clima: se desarrolla en climas templados y algunas variedades pueden soportar condiciones extremas (Agrawdata, 2024).



### 2.2.5. Siembra y consideraciones del cultivo

- Sistema de siembra: los nabos se pueden implantar en un sistema de labranza convencional para obtener una cama perfecta para la semilla y que la profundidad no supere los 0,5 cm (Demagnet et al., 2022).
- Dosis de semilla: se usan 4 kg/ha de semillas en el tipo de siembra por voleo, en siembra en línea 3kg/ha logrado densidad de 70 plantas/m<sup>2</sup> (Demagnet et al., 2022).
- pH: es sensible a la acidez, requiere o es preferible un pH sobre 6 (Demagnet et al., 2022).
- Abonado de cobertura: dado que el cultivo es exigente se recomienda aplicar abonos nitrogenados, en el crecimiento inicial se podría aportar 50 o 60 unidades por hectárea de nitrógeno (Delgado Enguita, 2006).
- Control de malezas: se puede usar glifosato, y en el desarrollo de la planta herbicidas selectivos (Delgado Enguita, 2006).

### 2.2.6. Valor nutricional del nabo

Es adecuado para la alimentación de rumiantes por ser un alimento muy energético, buen contenido de proteínas, digerible y elevado nivel de minerales, alto contenido de agua (FEDNA, 2011). Las hojas tienen la mayor cantidad de materia seca en calcio y proteínas, mientras sus raíces son ricas en azúcar (Delgado Enguita, 2006).

**Tabla 2.** Contenido nutricional Brassica Spitfire

Parámetro nutricional	Índices óptimos (%)
Humedad	78.5%
Cenizas	13.2%
Extractos etéreos	4.35%
Proteína	36%
Fibra	17%
Energía	Superior al 10%

**Fuente:** (FEDNA, 2011)

### 2.2.7. Características Brassica Spitfire

Es de múltiples usos en pastoreo con altos rendimientos y alcanzando madures en 70 a 90 días. Se puede consumir fácilmente hasta un punto cercano al suelo, útil en escasez de forraje, puede alcanzar 1,5 m de altura y su contenido nutricional asegura un banco de energía viva. Actualmente Spitfire se posiciona como una alta calidad y que puede llegar a ser similar a un balanceado, pero mucho más económico (Semagro, 2022).

**Tabla 3.** Características rendimiento Brassica Spitfire

Características de Brassica Spitfire	
Rendimiento	9-15 t MS/ha/año
Ración recomendada	6kg de MS
Tiempo de establecimiento	70 – 90 días.

Fuente: (Semagro, 2022)

### 2.2.8. Fertilización

Hay varios tipos de fertilizantes entre los que puede escoger para cubrir sus necesidades específicas.

La cantidad de NPK para el nabo es la siguiente:

- Nitrógeno (N) – fomenta el crecimiento del follaje, ayuda a las plantas a resistir enfermedades y plagas (NPKFilter, 2019).
- Fósforo (P) – necesaria para el desarrollo temprano de las raíces y la floración, ayuda a las plantas a soportar las temperaturas bajas (NPKFilter, 2019).
- Potasio (K): fortalece los tallos de las plantas y regula la absorción de agua (NPKFilter, 2019).

**Tabla 4.** Requerimientos nutricionales Brassica Spitfire

Nutrientes	Requerimientos (Kg nutriente/tn grano)
N	48
P	13-17
K	65
Ca	33
Mg	10
Mn	0.43
Fe	0.21
Zn	0.15
B	0.09
Cu	0.05

Fuente: (Burzaco et al., 2016)

### 2.2.9. Hongos promotores de crecimiento

Los microorganismos eficientes tienen como principio fundamental de esta tecnología la inclusión de un grupo de microorganismos benéficos para mejorar las condiciones del suelo, minimizando la putrefacción y mejorando la eficacia del uso de la materia orgánica por las plantas del cual dicho concepto y tecnología fue desarrollado por el Doctor Teruo Higa en la Universidad de Ryukyus, Okinawa, Japón (Cepeda, 2022).

Estos microorganismos son caracterizados y bien vistos por el sector agrícola gracias a sus cualidades como promover la germinación, equilibrar la microbiología del suelo, mejorar las condiciones fisicoquímicas del suelo en cuanto a la absorción de los

nutrientes, mejor desarrollo de la planta, su producción, frutos, floración de la planta y generan una agricultura más amigable y sin químicos dañinos (Higa, 2021).

En los hongos promotores del crecimiento se encuentran varios beneficios que aportan al suelo y a la planta, de allí se derivan los distintos productos como bio estimulantes compuestos de micorrizas y Trichodermas que se mencionan a continuación.

#### **2.2.10. Trichodermas**

Las especies se diferencian por tener un crecimiento micelial veloz y una gran producción en sus esporas, que contribuyen a la colonización de varios sustratos y del suelo. Caracterizado por un comportamiento saprófito o parásito y habitante natural del suelo por ser un hongo anaeróbico (Cortés Fabiola et al., 2023). El éxito de las cepas como agentes de control biológico es el resultado de su alta eficacia en la utilización de nutrientes, capacidad reproductiva, habilidad para cambiar la rizosfera, destreza para sobrevivir bajo malas condiciones ambientales, increíble ataque contra hongos fitopatógenos y efectividad en incrementación del crecimiento en plantas y activación de mecanismos de defensa (Intagri, 2016).

Debido a que los trichodermas no actúan con una cantidad que no es superior al 2% de materia orgánica en los suelos y actualmente los suelos con los que se cuenta no contienen ese porcentaje, es que ahora se está incrementando su uso como inoculante para vigorizar a la planta, generalmente con colonias de trichodermas que se adaptan bien a suelos cada vez más desgastados y agresivos (Mula, 2020).

##### 2.2.10.1. Trichodermas de mayor importancia

- Entre las especies más destacadas están *T. harzianum*, *T. viride*, *T. koningii*, y *T. hamatum* por tener un mayor índice de uso en el desarrollo de la agricultura moderna,  $5 \times 10^{11}$  unidades formadoras de colonias (Intagri, 2016).

##### 2.2.10.2. Mecanismos de acción

Las distintas especies de Trichoderma ejercen mecanismos de control por medio de: Producción de metabolitos antibióticos, producción de sustancias promotoras del crecimiento vegetal y por mico parasitismo, modificación de las condiciones ambientales, competencia directa (por espacio y nutrientes) y la inactivación de enzimas del agente patógeno (Intagri, 2016).

### 2.2.10.3. Función en la planta

- Mediante enzimas y antibióticos que excretan al medio destruyen la pared celular de hongos patógenos
- Parasitación y eliminación de hifas de hongos.
- Se adapta en aplicaciones foliares debido a la generación de resistencia adquirida,
- No incrementa la expresividad de hongos patógenos por la generación de suelos supresivos donde
- Indirectamente, incentiva las raíces para incrementar su capacidad de absorción de nutrientes (Mula, 2020).

### 2.2.10.4. TrichoSym Bio: *Trichoderma harzianum* T78

La cepa *Trichoderma harzianum* T78 es un inoculante que interactúa en conjunto con la planta y es multifuncional, dependiendo a la forma en que actúen con la planta pertenecen a 3 diferentes grupos microbianos: los simbióticos, los asociativos y los rizosféricos o de vida libre. En esta cepa los microorganismos y las raíces de las plantas se mantienen en mutua convivencia e interacción. (Symborg, 2022).

El desarrollo vegetativo se estimula con TrichoSym Bio de la siguiente manera:

- La cepa T-78 se asocia y aumenta la formación de raíces laterales.
- Optimiza las interacciones microbiológicas en la rizosfera.
- Aumenta la tolerancia de las plantas frente al estrés.
- Promueve la germinación de las semillas, el crecimiento vegetativo y la producción (Symborg, 2022).



**Figura 1.** TrichoSym Bio  
**Fuente:** (Symborg, 2022)

### 2.2.11. Micorrizas

Se denomina micorrizas a las asociaciones simbióticas y mutualistas que se crean entre las raíces de las plantas terrestres y en algunos tipos de hongos de suelo. Se estima que más del 97% de especies vegetales que existen sobre la superficie terrestre están micorrizadas. Estos hongos fueron descubiertos en el año 1885 y llamaron la atención de los expertos hasta la fecha por su increíble relación excepcional y eficaz (Acosta, 2021).

En estas simbiosis de tipo mutualista, donde la planta aporta al hongo heterótrofo los compuestos orgánicos (fotosintatos) a cambio de que el hongo suministre a la planta compuestos inorgánicos (sales minerales) que esta necesita para su nutrición (micotrofia) (López & Barceló, 2019).

#### 2.2.11.1. Tipos de micorrizas

- Ectomicorrizas: Una espesa capa de micelio se desarrolla sobre la zona cortical de las raíces nutricias de la planta gracias a los hongos Basidiomicetes y Ascomicetes. Se producen principalmente sobre especies forestales y leñosas.
- Endomicorrizas: Los hongos que las producen se caracterizan por colonizar intracelularmente el córtex radical (López & Barceló, 2019).

#### 2.2.11.2. Mecanismos y procesos de colonización

Son varias etapas de colonización por la raíz de la planta que son:

**Primera etapa:** se produce en las raíces o rizosfera y se realiza la diferenciación de la espora, propagación del hongo e identificación mutua planta-hongo, y viceversa (Franco, 2017).

**Segunda etapa:** acercamiento y acoplamiento gradual del micelio y raicilla, causando el contacto intercelular (Franco, 2017).

**Tercera etapa:** colonización que produce las variaciones morfológicos y estructurales, colonización en los tejidos por parte del hongo, integración hongo-raíz y finalmente la alteración de las actividades enzimáticas para procesos metabólicos (Franco, 2017).

#### 2.2.11.3. Función en la planta

- Hacen más eficiente el sistema radical alcanzando una mayor distancia para la absorción de nutrientes y agua.

- Hace que las plantas sean más resistentes al estrés hídrico.
- Facilita la producción y calidad biológica.
- Incrementa procesos de absorción y traslocación de nutrientes.
- Ayudan mejorando la fertilidad de los suelos(Franco, 2016).

#### 2.2.11.4. Resid MG: *Glomus iranicum* var. *tenuihypharum*

Resid MG promueve una mejor absorción de nutrientes, agua, mayor vigor y mejor rendimiento, así como también logra que la planta desarrolle una actividad fisiológica mayor. con una concentración de 16 propágulos/g.

Transporta dichos nutrientes y agua; asegurando una mayor exploración del suelo gracias a que con este hongo produce micelio extramatricio. Además, se integra perfectamente a los distintos protocolos de fertilización en la agricultura.

#### 2.2.11.5. Efectos

- Favorece el crecimiento e incrementa el potencial productivo de la planta.
- Incrementa la tolerancia a salinidad y sequía.
- Evita que los suelos se degraden.
- No produce residuos indeseables por ser un producto biológico (Symborg, 2022)



**Figura 2.** Resid MG  
**Fuente:** (Symborg, 2022)

#### 2.2.12. Fertilizante químico: **Blaukorn Classic 12-8-16+3**

Fertilizante complejo formulado a base de NPK que contiene macro y microelementos, donde la concentración de cada nutriente se basa en:

**Tabla 5.** Formula completa Blaukorn Classic

Contenido	Nutrientes
12%	Nitrógeno 5% nitrógeno nítrico 7% nitrógeno amoniacal
8%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Citrato de amonio neutro y fosfato soluble en agua 6,4 % de fosfato soluble en agua
16%	K <sub>2</sub> O Óxido de potasio soluble en agua
3%	MgO Óxido de magnesio total 2,4 % óxido de magnesio soluble en agua
9%	S Azufre total 7,2 % de azufre soluble en agua
0.02%	B Boro total 0,016 % boro soluble en agua
0.06%	Fe Hierro total
0.01%	Zn Zinc total

**Fuente:**(Compo-Expert, 2020)

#### 2.2.12.1. Beneficios

- Formula química balanceada.
- Libre de cloro.
- Mayor disponibilidad de fósforo y 90% de solubilidad en agua.
- Homogeneidad en granulometría.
- Mayor calidad y rendimiento(Compo-Expert, 2020).



**Figura 3.** Blaukorn Classic

**Fuente:** (Compo-Expert, 2020)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

##### 3.1.1. Enfoque

Enfoque cuantitativo: ya que se evaluó variables numéricas, como altura de planta, número de hojas, diámetro del tallo, rendimiento, contenido nutricional y el análisis costo/beneficio relacionado a la Brassica Spitfire.

##### 3.1.2. Tipo de Investigación

Experimental: se implementó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial 4 x 3, con 14 tratamientos y 4 repeticiones, con 56 unidades experimentales distribuidas aleatoriamente y una parcela neta de 15 plantas. Finalizada la investigación y con los datos recolectados se realizó en análisis estadístico para comprobar o refutar la hipótesis de estudio.

#### 3.2. HIPÓTESIS

##### Hipótesis afirmativa (Ha)

La inoculación de hongos promotores del crecimiento vegetal influye en el rendimiento y calidad de la Brassica Spitfire.

##### Hipótesis nula (H0)

La inoculación de hongos promotores del crecimiento vegetal no influye en el rendimiento y la calidad de la Brassica Spitfire.

#### 3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

##### 3.3.1. Definición de las variables

##### Variable independiente:

- Hongos promotores del crecimiento Resid MG (*Glomus iranicum* var. *tenuihypharum*) y Trichosym Bio (*Trichoderma harzianum*)

##### Variable dependiente:



- Rendimiento de la Brassica Spitfire, (altura de planta, número de hojas, diámetro del tallo, peso)
- Contenido nutricional (humedad, cenizas, extractos etéreos, fibra, proteína, fibra y elementos libres de nitrógeno)

### 3.3.2. Operacionalización de las variables

**Tabla 6.** Operacionalización de las variables

<b>Variable</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>
<b>Independiente</b> Hongos promotores del crecimiento vegetal.	<b>Resid MG:</b> Bioestimulante compuesto por el hongo formador de micorrizas: <i>Glomus iranicum</i> var. <i>tenuihypharum</i> con una concentración de 1.6 x 10 <sup>4</sup> propágulos/kg.	Se aplico 1gr/m <sup>2</sup> 15 días después de la siembra en cada parcela y 67 días después de la siembra.	Aplicación manual y homogénea de los gránulos	Balanza Vaso dosificador Bomba de mochila
	<b>Trichosym Bio:</b> Bioestimulante compuesto por el hongo <i>Trichoderma harzianum</i> T-78 con una concentración de 5x10 <sup>11</sup> unidades formadora de colonias	Se aplico 0.33 ml/m <sup>2</sup> a los 21 días después de la siembra en cada parcela y 74 días después de la siembra.	Aplicación foliar	
<b>Dependiente</b> Rendimiento de la Brassica Spitfire	Altura de planta	En cm. Se midió cada 7 días, desde el día 15 hasta el día 120 (segundo corte).	Medición desde la base hasta la yema apical.	Libreta de campo Flexómetro
	Diámetro del tallo	En mm. Se midió cada 7 días, desde el día 15 hasta el día 120 (segundo corte).	Medición en la parte baja del tallo.	Libreta de campo Calibrador pie de rey
	Número de hojas	Conteo manual. Se midió cada 7 días, desde el día 15 hasta el día 120 (segundo corte).	Conteo de forma manual de cada hoja de la planta.	Libreta de campo Conteo manual
	Rendimiento (peso)	En kg. Corte 1: a los 60 días después de la siembra y Corte 2: a los 120 días después de la siembra.	Peso de las 56 parcelas que median 12 m <sup>2</sup> cada una.	Ficha de observación Bascula
	Análisis costo/beneficio	Terminado el ensayo se realizó un análisis de los costos, de cada	Análisis económico	(Beneficio neto/costo de inversión) =Costo Beneficio

tratamiento para determinar el  
costo beneficio más rentable.

Contenido nutricional

Contenido nutricional  
Humedad  
Cenizas  
Extracto etéreo (EE)  
Proteína  
Fibra  
Elementos libres de nitrógeno  
(E.L.N)

Análisis bromatológico de la  
Brassica Spitfire para los dos cortes.  
Análisis bromatológico: índices en  
porcentaje %.

Corte  
5 kg para análisis

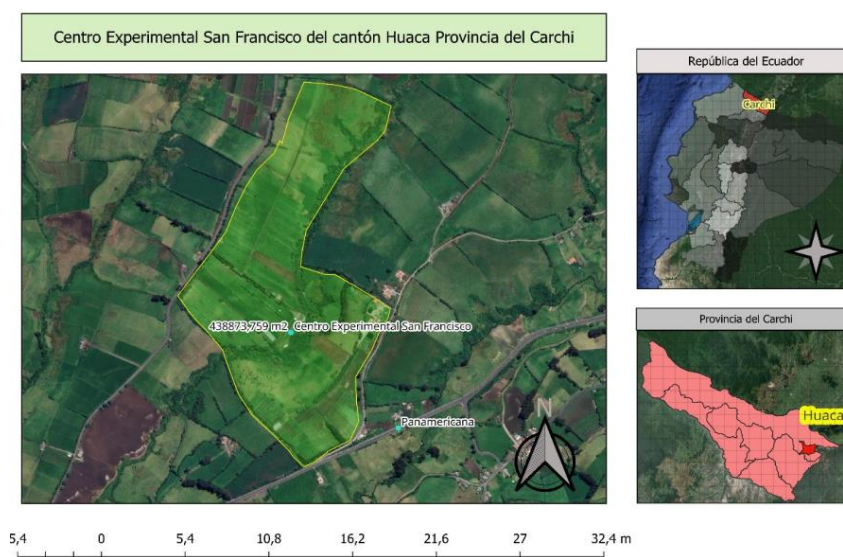
Balanza  
Laboratorios  
Análisis bromatológico

---

### 3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

#### 3.4.1. Área de estudio

La investigación se realizó en el Centro Experimental San Francisco de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi en el cantón Huaca, provincia del Carchi, se ubica a una altitud de 2837 m.s.n.m, zona norte de la frontera, con una temperatura media anual de 12,8 °C, humedad relativa de 78% y una precipitación promedio anual de 779 – 1200 mm (INAMHI, 2024)



**Figura 4.** Ubicación geográfica del terreno

**Fuente:** (Google Maps, 2024)

#### 3.4.2. Tratamientos del diseño experimental

La investigación se constituyó de 14 tratamientos que se describen a continuación:

**Tabla 7.** Tratamientos

Tratamientos	Factor 1	Factor 2	Frecuencia 1	Frecuencia 2
T1	NPK 100% (13.3 g/m <sup>2</sup> )	Resid MG (1 g/m <sup>2</sup> )	Resid: 15 dds, NPK: 22 dds	Resid: 67 dds, NPK: 74 dds
T2	NPK 75% (10 g/m <sup>2</sup> )	Resid MG (1 g/m <sup>2</sup> )	Resid: 15 dds, NPK: 22 dds	Resid: 67 dds, NPK: 74 dds
T3	NPK 50% (6.6 g/m <sup>2</sup> )	Resid MG (1 g/m <sup>2</sup> )	Resid: 15 dds, NPK: 22 dds	Resid: 67 dds, NPK: 74 dds
T4	NPK0%	Resid MG (1 g/m <sup>2</sup> )	Resid: 15 dds,	Resid: 67 dds
T5	NPK 100% (13.3 g/m <sup>2</sup> )	TrichoSym Bio (0.33 ml/ m <sup>2</sup> )	Tricho: 15 dds, NPK: 22 dds	Tricho: 67 dds, NPK: 74 dds
T6	NPK 75% (10 g/m <sup>2</sup> )	TrichoSym Bio (0.33 ml/ m <sup>2</sup> )	Tricho: 15 dds, NPK: 22 dds	Tricho: 67 dds, NPK: 74 dds
T7	NPK 50% (6.6 g/m <sup>2</sup> )	TrichoSym Bio (0.33 ml/ m <sup>2</sup> )	Tricho: 15 dds, NPK: 22 dds	Tricho: 67 dds, NPK: 74 dds
T8	NPK 0%	TrichoSym Bio (0.33 ml/ m <sup>2</sup> )	Tricho: 15 dds	Tricho: 67 dds

T9	NPK 100% (13.3 g/m <sup>2</sup> )	Resid MG (1 g/m <sup>2</sup> ) + TrichoSym Bio (0.33 ml/ m <sup>2</sup> )	R: 15dds, T: 22dds, NPK: 29 dds	R: 67 dds, T: 74 dds, NPK: 81 dds
T10	NPK 75% (10 g/m <sup>2</sup> )	Resid MG (1 g/m <sup>2</sup> ) + TrichoSym Bio (0.33 ml/ m <sup>2</sup> )	R: 15dds, T: 22dds, NPK: 29 dds	R: 67 dds, T: 74 dds, NPK: 81 dds
T11	NPK 50% (6.6 g/m <sup>2</sup> )	Resid MG (1 g/m <sup>2</sup> ) + TrichoSym Bio (0.33 ml/ m <sup>2</sup> )	R: 15dds, T: 22dds, NPK: 29 dds	R: 67 dds, T: 74 dds, NPK: 81 dds
T12	NPKK 0%	Resid MG (1 g/m <sup>2</sup> ) + TrichoSym Bio (0.33 ml/ m <sup>2</sup> )	R: 15dds, T: 22dds	R: 67 dds, T: 74 dds
T13	NPK 100% (13.3 g/m <sup>2</sup> )	0%	NPK: 15 dds	NPK: 67 dds
T14	NPK 0%	Sin microorganismos		

Testigo absoluto

### 3.4.3. Características del diseño experimental

En la investigación se empleó un diseño de bloque completamente al azar con un arreglo factorial 4 x 3, con 14 tratamientos, 4 repeticiones con un total de 56 unidades experimentales, de las cuales se evaluaron 15 plantas que constituyen la parcela neta, cada parcela midió 12 m<sup>2</sup>.

**Tabla 8.** Características de la unidad experimental

Diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial 4x3	Dimensiones
Tratamientos	14
Repeticiones	4
Unidades experimentales	56
Área de parcela	(4m x 3m)12 m <sup>2</sup>
Área total del ensayo	1281 m <sup>2</sup>
Cantidad de semillas/unidad experimental	20 g
Plantas netas	15
Distancia entre parcelas	1m
Distancia entre bloques	2m

### 3.4.4. Distribución y características del experimento

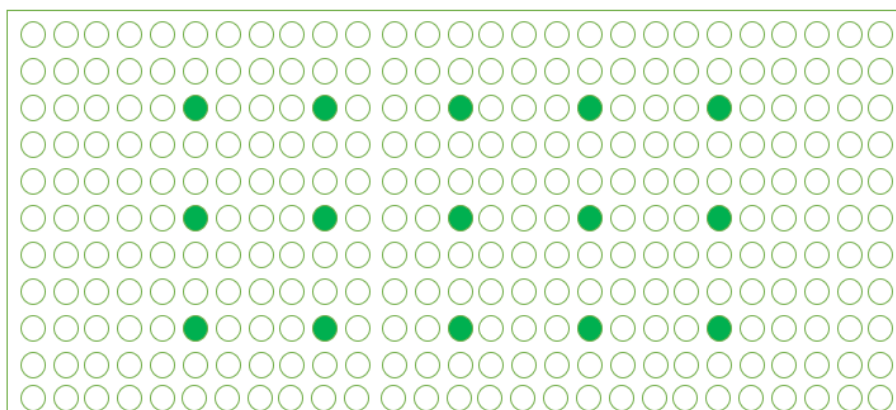
El diseño es en bloques al azar (DBCA) con arreglo factorial 4x3 tuvo una superficie de 1281 m<sup>2</sup>, estuvo conformado por 14 tratamientos y 4 repeticiones, con un total de 56 unidades experimentales, con parcelas de 4 x 3 cm (12 m<sup>2</sup>), dejando 1 m de camino para cada unidad experimental y 2 m entre bloques.



**Figura 5.** Distribución de tratamientos

### 3.4.5. Población y muestra de la investigación

El diseño que se implementó en el experimento tuvo 56 unidades experimentales, 14 tratamientos y 4 repeticiones, la muestra la constituyo la parcela neta, es decir que de cada unidad experimental se tomó 15 plantas del centro de la unidad experimental para evaluar las variables: altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, etc.



**Figura 6.** Muestra de la investigación

### 3.4.6. Procedimientos

- Análisis de suelo

Antes de la siembra se tomó una muestra de suelo para un análisis físico químico del lugar en que se implanto el experimento para saber las condiciones en que se encontraba el lugar.

- Preparación del terreno

Se realizó con ayuda de maquinaria agrícola utilizando el arado y la rastra para obtener un suelo más suelto y apto para el cultivo, así ayudando a que el suelo se encuentre en mejores condiciones para la siembra.

- Trazado

El experimento se realizó a campo abierto, en el centro Experimental San Francisco, en un lote de 1281 m<sup>2</sup>, donde se trazó las 56 unidades experimentales con 14 tratamientos y 4 repeticiones, con sus debidas dimensiones 4m x 3 m (12 m<sup>2</sup>), se colocó estacas y piola para diferenciar los tratamientos, y se dejó los respectivos caminos de 1 m.

- Siembra

Después de haber preparado el suelo y realizado el trazado, se sembró la Brassica Spitfire con la técnica de sembrado al voleo en cada unidad experimental. Se utilizo la cantidad de 0.020 kg (20 g) para las 56 unidades experimentales, por lo que en los cuatro bloques se utilizó una cantidad de 0.28 kg de semilla dando un total de los 1.13 kg de semilla para todo el experimento.

- Inoculación

Una vez que se sembró en cada unidad experimental lo siguiente que se realizo fue para el Corte 1: la primera aplicación de Resid Mg (*Glomus iranicum* var. *tenuihypharum*) para el T1, T2, T3, T4, T9, T10, T11 y T12 a los 15 dds, con la técnica al voleo y una cantidad de 12 g (1 g/m<sup>2</sup>) para cada parcela. Se aplicó TrichoSym Bio (*Trichoderma harzianum*) para los tratamientos T5, T6, T7, T8 a los 15 dds y para T9, T10, T11, T12 a los 22 dds, con la técnica aplicación foliar en una cantidad de 4ml/2L de agua (0.33 ml/ m<sup>2</sup>) para cada parcela.

Para el Corte 2: la segunda aplicación de Resid Mg (*Glomus iranicum* var. *tenuihypharum*) se realizó para el T1, T2, T3, T4, T9, T10, T11 y T12 a los 67 dds, con la técnica al voleo y una cantidad de 12 g (1 g/m<sup>2</sup>) para cada parcela. Se aplicó TrichoSym Bio (*Trichoderma harzianum*) para los tratamientos T5, T6, T7, T8 a los 67 dds

y para T9, T10, T11, T12 a los 74 dds, con la técnica aplicación foliar en una cantidad de 4ml/2L de agua (0.33 ml/ m<sup>2</sup>) para cada parcela.

La aplicación se realizó de esa manera ya que así los dos microorganismos actúan mejor en conjunto y no hay competencia entre ellos.

- Fertilización

Se realizó las siguientes fertilizaciones, para el corte 1: la primera aplicación se realizó para el T13 a los 15 días después de la siembra, para el T1, T2, T3, T5, T6 y T7, 22 días después de la siembra, para el T9, T10 y T11, 29 días después de la siembra, para el Corte 2: la segunda aplicación se realizó para el T13 a los 67 días después de la siembra, para el T1, T2, T3, T5, T6 y T7, 74 días después de la siembra, para el T9, T10 y T11, a los 81 días después de la siembra con Blaukorn Classic 12-8-16+3 con una fórmula de 12% de nitrógeno, 8% de citrato de amonio neutro y fosfato, 16% de óxido de potasio y 3% de óxido de magnesio, la aplicación fue foliar con un total de 5 kg y en dosis de:

- 100%: 160 g (13.3 gr/ m<sup>2</sup>) para cada parcela
- 75%: 120 g (10 g/m<sup>2</sup>) para cada parcela
- 50%: 80 g (6.6 g/m<sup>2</sup>) para cada parcela

- Cortes

Se realizó con ayuda de una moto guadaña, los cortes se realizaron de los 12 m<sup>2</sup> de cada unidad experimental, el primer corte se realizó 60 días después de la siembra, cortando 10 cm arriba de la base del tallo de la planta y el segundo corte se realizó 120 días después de la siembra de igual forma se cortó 10 cm arriba de la base del tallo de la planta, por consiguiente, se pesó la biomasa de cada parcela ayudando a obtener su rendimiento y las muestras para laboratorio.

### **3.4.7. Variables a evaluar**

#### **3.4.7.1. Altura de planta**

Para esta variable con ayuda del flexómetro se midió la altura de la planta en centímetros, desde la base hasta la yema apical, actividad que se realizó 15 días después de la siembra hasta el día 120 después de la siembra, en una frecuencia de cada 7 días a las 15 plantas que conformaron la parcela neta de cada tratamiento.



#### 3.4.7.2. Diámetro del tallo

Para la variable diámetro de tallo se utilizó un calibrador pie de rey la medición fue en mm, y se realizó en la parte baja del tallo de la planta para cada parcela neta que conformaron al experimento, la medición se realizó cada 7 días desde el día 15 después de la siembra hasta 120 días después de la siembra.

#### 3.4.7.3. Número de hojas

Para la variable número de hojas se utilizó el conteo manual de las 15 plantas de la parcela neta de cada unidad experimental, esto se realizó cada 7 días, desde el día 15 después de la siembra hasta 120 días después de la siembra.

#### 3.4.7.4. Rendimiento

Se realizó dos cortes con ayuda de una moto guadaña, los cortes se realizaron de los 12 m<sup>2</sup> de cada una de las 56 unidades experimentales, el primer corte se realizó 60 días después de la siembra, cortando 10 cm arriba de la base del tallo de la planta, se pesó y se obtuvo el rendimiento en Kg de la biomasa del primer corte.

El segundo corte se realizó 120 días después de la siembra de igual forma se cortó 10 cm arriba de la base del tallo de la planta, por consiguiente, se pesó y se obtuvo el rendimiento en kg de la biomasa segundo corte.

#### 3.4.7.5. Contenido nutricional

Se tomaron muestras de cada corte: Corte 1 (60dds) y Corte 2 (120 dds), cada muestra pesó 5 kg y se realizó de 5 tratamientos (T1, T5, T9, T13, T14), los cuales se seleccionaron debido a que tuvieron las mejores características, diferenciándose de los demás tratamientos, y se incluyó el T14: Testigo absoluto, para comparación, dichas muestras se enviaron a laboratorio para un análisis bromatológico donde se conoció el contenido nutricional en porcentaje de los siguientes parámetros: humedad, cenizas, extractos etéreos, proteína, fibra y elementos libres de nitrógeno.

#### 3.4.7.6. Análisis costo - beneficio

Se realizó un análisis costo/beneficio en (\$), del rendimiento de cada tratamiento, la venta del producto y los gastos de cada tratamiento, una vez terminado el experimento que fue a los 120 días después de la siembra.

### **3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

En el experimento se realizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial 4 x 3, que cuenta con 14 tratamientos y 4 repeticiones, lo que resultó en un total de 56 unidades experimentales. Utilizamos el programa estadístico R Studio y se verificó los supuestos de normalidad (mediante la prueba de Shapiro) y homogeneidad de varianzas (mediante la prueba de Bartlett) para cada variable. Para las variables que cumplieron los supuestos, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para identificar posibles diferencias significativas entre los tratamientos y bloques. Además, aplicamos la prueba de Tukey al 5% de nivel de significancia para la comparación de medias.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS

#### 4.1.1. Altura de planta

En la Tabla 9 se presenta el análisis de varianza para la altura de las plantas, considerando los datos del primer corte realizado a los 60 días después de la siembra (dds) y el segundo corte realizado a los 120 días después de la siembra (dds). En el Corte 1, se observó una diferencia estadísticamente significativa para los Factores de Fertilización y Microorganismos, con un valor de  $p < 0.05$ . Sin embargo, no se encontró una diferencia estadística significativa para la interacción entre Fertilización y Microorganismos. En el segundo corte, se indicó una diferencia estadística significativa para los Factores Microorganismos y la interacción entre Fertilización + Microorganismos, también con un  $p < 0.05$ . En este caso, no se detectó una diferencia estadística significativa para el factor fertilización. Los coeficientes de variación fueron del 4.27 % y 3.54 % para el primer y segundo corte, respectivamente, con medias de altura de 57.26 cm y 89.39 cm.

**Tabla 9.** Análisis de varianza para la altura de planta

FV	GI	Corte 1 (60 dds)	Corte 2 (120dds)
		P(valor)	
Bloques	3	0.01592 *	0.00282 **
Fertilización	3	0.02563 *	0.11746
Microorganismos	2	0.00145 **	1.24e-08 ***
Fertilización + Microorganismos	6	0.13746	0.00165 **
Error	18		
Total	17		
Media (cm)		57.26	89.39
CV (%)		4.27	3.54

**Nota.** Significado de los códigos: 0 '\*\*\*\*' 0.001 '\*\*\*' 0.01 '\*\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1.

En la Tabla 10, los resultados de la Prueba de Tukey al 5% para la altura de planta en el primer corte indicaron que los tratamientos más exitosos fueron aquellos con una fertilización al 100%, con una media de 58.59 cm. Además, en el factor de microorganismos, la interacción entre Resid MG y TrichoSym alcanzó una media de 59.04 cm. Esto sugiere que la combinación de fertilización al 100% junto con Resid MG

y TrichoSym (identificada como T9: 100% fertilización + Resid MG + TrichoSym Bio) fue la más favorable para esta variable.

**Tabla 10.** Prueba de Tukey al 5% para la altura en el Corte 1

Porcentaje fertilización (%)	Medias (cm)	Microorganismos	Medias (cm)
100 % NPK	58.59 A	Resid MG + TrichoSym Bio	59.04 A
50% NPK	57.77 AB	Resid MG	57.28 AB
75% NPK	56.67 AB	TrichoSym Bio	56.64 B
0% fertilización	55.97 B	Sin microorganismos	54.86 B

En la Tabla 11 se muestra la prueba de Tukey al 5% para la altura en el Corte 2, donde se identificaron cuatro grupos. El primer grupo A incluyo el tratamiento T9 (100% NPK + Resid MG + TrichoSym Bio), que destaco con la mejor media, alcanzando 102.38 cm. El segundo grupo B se conformó por el tratamiento T11 (50% NPK + Resid MG + TrichoSym Bio), que presento una media de 92.79 cm. En contraste, el tratamiento T14 (Testigo absoluto) registró la menor altura, con solo 84.35 cm.

**Tabla 11.** Prueba de Tukey al 5% para la altura en el Corte 2

Tratamientos	Corte 2 (120 dds) Medias (cm)
T1 (100% NPK+ Resid MG)	88.45 BC
T2 (75% NPK + Resid MG)	88.05 BC
T3 (50% + Resid MG)	89.17 BC
T4 (Resid MG)	88.19 BC
T5 (100% NPK + TrichoSym Bio)	87.25 BC
T6 (75% NPK + TrichoSym Bio)	85.82 BC
T7 (50% NPK + TrichoSym Bio)	86.11 BC
T8 (TrichoSym Bio)	90.61 BC
T9 (100% NPK + Resid MG + TrichoSym Bio)	102.38 A
T10 (75% NPK + Resid MG + TrichoSym Bio)	91.70 BC
T11 (50% NPK + Resid MG + TrichoSym Bio)	92.79 B
T12 (Resid MG + TrichoSym Bio)	90.75 BC
T13 (100 %NPK)	85.85 BC
T14 (Testigo absoluto)	84.35 C

#### 4.1.2. Diámetro de tallo

En la Tabla 12 se presenta el análisis de varianza para el diámetro del tallo en los cortes 1 y 2. Se indico una diferencia significativa con un valor de  $p < 0.05$ , para los Factores de Fertilización, Microorganismos y la interacción entre Fertilización + Microorganismos. Los coeficientes de variación fueron de 6.30 % y 6.84 %, con medias de 6.28 mm y 13.24 mm, respectivamente en cada corte.

**Tabla 12.** Análisis de varianza para diámetro de tallo de la planta

FV	GI	Corte 1 (60dds)	Corte 2 (120dds)
		<b>P(valor)</b>	
Bloques	4	0.00586 **	0.0211 *
Fertilización	3	4.71e-05 ***	1.49e-09 ***
Microorganismos	2	1.87e-15 ***	5.01e-12 ***
Fertilización + Microorganismos	6	1.63e-08 ***	1.79e-09 ***
Error	18		
Total	17		
Media (mm)		6.28	13.24
CV (%)		6.30	6.84

**Nota.** Significado de los códigos: 0 '\*\*\*\*' 0.001 '\*\*\*' 0.01 '\*\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1.

La Tabla 13 muestra la prueba de Tukey al 5% para el diámetro de tallo en el Corte 1, donde se identificaron tres grupos. En el primer grupo A, destacó el tratamiento T9 (NPK 100% + Resid MG + TrichoSym Bio), que alcanzó una media de 9.06 mm. El segundo grupo B incluyó los tratamientos T10 (NPK 75% + Resid MG + TrichoSym Bio), con una media de 7.24 mm, y T12 (Resid MG + TrichoSym Bio), que presentó una media de 7.42 mm. Finalmente, el tercer grupo C estuvo compuesto por el resto de los tratamientos, incluyendo T13 (100% NPK) con una media de 6.24 mm y T14 (Testigo absoluto) con una media de 5.46 mm.

Para el Corte 2, se identificaron cuatro grupos. El primer grupo A incluyó nuevamente el tratamiento 9 (NPK 100% + Resid MG + TrichoSym Bio), que alcanzó la mejor media de 20.54 mm. El segundo grupo B se conformó por el tratamiento T10 (NPK 75% + Resid MG + TrichoSym Bio), con una media de 13.25 mm. En el tercer grupo se agruparon los demás tratamientos, donde se incluyó el T13 (100% NPK), que presentó una media de 13.07 mm. Por último, el grupo C correspondió al tratamiento T14 (Testigo absoluto), el cual mostró el menor diámetro, alcanzando solo 11.02 mm en comparación con los otros tratamientos.

**Tabla 13.** Prueba de Tukey al 5% para el diámetro de la planta

Tratamientos	Corte 1 (60dds) Medias (mm)	Corte 2 (120dds) Medias (mm)
T1 (100% NPK+ Resid MG)	5.83 C	13.25 BC
T2 (75% NPK + Resid MG)	5.73 C	12.32 BC
T3 (50% + Resid MG)	6.10 C	12.50 BC
T4 (Resid MG)	6.11 C	12.84 BC
T5 (100% NPK + TrichoSym Bio)	5.72 C	12.89 BC
T6 (75% NPK + TrichoSym Bio)	5.57 C	12.45 BC
T7 (50% NPK + TrichoSym Bio)	5.72 C	11.80 BC
T8 (TrichoSym Bio)	5.78 C	12.74 BC
T9 (100% NPK + Resid MG + TrichoSym Bio)	9.06 A	20.54 A
T10 (75% NPK + Resid MG + TrichoSym Bio)	7.24 B	13.52 B
T11 (50% NPK + Resid MG + TrichoSym Bio)	5.95 C	12.69 BC
T12 (Resid MG + TrichoSym Bio)	7.42 B	13.71 B

T13 (100 %NPK)	6.24	C	13.07	BC
T14 (Testigo absoluto)	5.46	C	11.02	C

#### 4.1.3. Número de hojas

En la Tabla 14, que presenta el análisis de varianza para el número de hojas en los cortes 1 y 2, se observó que para los Factores de Fertilización, Microorganismos y la interacción entre Fertilización + Microorganismos se mostró diferencias significativas, con un valor de  $p < 0.05$ . Los coeficientes de variación fueron del 3.84 % y 2.20 %, y las medias correspondientes fueron de 5.92 hojas y 12.11 hojas para cada corte, respectivamente.

**Tabla 14.** Análisis de varianza para número de hojas

FV	GI	Corte 1 (60 dds)	Corte 2 (120 dds)
		P(valor)	
Bloques	4	0.86265	0.403074
Fertilización	3	0.00201**	0.000444***
Microorganismos	2	4.15e-06***	0.000146***
Fertilización + Microorganismos	6	5.78e-05***	5.87e-07***
Error	18		
Total	17		
Media (hojas)		5.92	12.11
CV (%)		3.84	2.20

**Nota.** Significado de los códigos: 0 '\*\*\*\*' 0.001 '\*\*\*' 0.01 '\*\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1.

En la tabla 15 prueba de Tukey al 5% para el número de hojas de la planta, se identificaron dos grupos en el corte 1. En el primer grupo A, se incluyeron casi todos los tratamientos, que presentaron una media de 6 hojas. En el segundo grupo B, se encontró el tratamiento 14 (testigo absoluto), con una media de 4.87 hojas. En el corte 2, también se identificaron dos grupos: el grupo A estuvo formado por el tratamiento 9 (100% NPK + Resid MG + TrichoSym Bio), que alcanzó una media de 13.5 hojas. Por otro lado, el grupo B se conformó por el resto de los tratamientos, incluyendo el T14 (Testigo absoluto), que presentó una media de 12 hojas, al igual que el resto de los tratamientos de este grupo.

**Tabla 15.** Prueba de Tukey al 5% para número de hojas de la planta

Tratamientos	Corte 1 (60dds) Medias (Hojas)	Corte 2 (120dds) Medias (Hojas)
T1 (100% NPK+ Resid MG)	6.00 A	12 B
T2 (75% NPK + Resid MG)	6.00 A	12 B
T3 (50% + Resid MG)	6.00 A	12 B
T4 (Resid MG)	6.00 A	12 B
T5 (100% NPK + TrichoSym Bio)	6.00 A	12 B
T6 (75% NPK + TrichoSym Bio)	6.00 A	12 B
T7 (50% NPK + TrichoSym Bio)	6.00 A	12 B
T8 (TrichoSym Bio)	6.00 A	12 B
T9 (100% NPK + Resid MG + TrichoSym Bio)	6.27 A	13.5 A
T10 (75% NPK + Resid MG + TrichoSym Bio)	6.00 A	12 B
T11 (50% NPK + Resid MG + TrichoSym Bio)	6.00 A	12 B
T12 (Resid MG + TrichoSym Bio)	6.00 A	12 B
T13 (100 %NPK)	6.00 A	12 B
T14 (Testigo absoluto)	4.87 B	12 B

#### 4.1.4. Rendimiento

En la Tabla 16, el análisis de varianza para el rendimiento reveló diferencias significativas con un valor de  $p < 0.05$  para el factor Microorganismos tanto en el Corte 1 como en el Corte 2. Específicamente, los coeficientes de variación fueron 15.14% y 12.44%, con valores medios de 19.91 kg y 23.88 kg, respectivamente para cada corte. En contraste, no se observó diferencias significativas para el factor Fertilización ni para la interacción Fertilización + Microorganismo en ninguno de los dos cortes.

**Tabla 16.** Análisis de varianza para el rendimiento

FV	GI	Corte 1 (60dds) P(valor)	Corte 2 (120dds) P(valor)
Bloques	4	4.42e-08 ***	4.42e-08 ***
Fertilización	3	0.828	0.853
Microorganismos	2	3.80e-05 ***	4.57e-06 ***
Fertilización + Microorganismos	6	0.363	0.206
Error	18		
Total	17		
Media (Kg)		19.91	23.88
CV (%)		15.14	12.44

**Nota.** Significado de los códigos: 0 \*\*\*\* 0.001 \*\*\* 0.01 \*\* 0.05 \* . 0.1 ' ' 1.

En la Tabla 17 se presenta la prueba de Tukey al 5% para el rendimiento con microorganismos. Se observó que en los cortes 1 y 2, la interacción de los microorganismos Resid MG y TrichoSym Bio fue la más efectiva, con medias de 22.96 kg y 27.18 kg, respectivamente, para cada corte. En el Corte 1, el segundo grupo B incluyó Resid MG, TrichoSym Bio y el tratamiento sin microorganismos, con una media de 16.43 kg. En el Corte 2, el segundo grupo B estuvo compuesto por TrichoSym,

mientras que el tercer grupo BC incluyó Resid MG. Finalmente, el grupo C, que no contenía microorganismos, presentó el menor rendimiento, con un peso de 19.62 kg.

**Tabla 17.** Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento con microorganismos

Corte 1 (60dds)		Corte 2 (120dds)	
Microorganismos	Medias (Kg)	Microorganismos	Medias (Kg)
Resid MG + TrichoSym Bio	22.96 A	Resid MG + TrichoSym Bio	27.18 A
TrichoSym Bio	19.62 B	TrichoSym Bio	23.53 B
Resid MG	18.87 B	Resid MG	23.06 BC
Sin microorganismos	16.43 B	Sin microorganismos	19.62 C

#### 4.1.5. Contenido nutricional

En la tabla 18 se presenta el análisis de varianza del contenido nutricional en el Corte 1. Se observa que, para fibra, existe una diferencia significativa entre los tratamientos, con un valor de  $p < 0.05$ , una media del 13.41% y un coeficiente de variación del 5.80%. Sin embargo, no se hallaron diferencias significativas en los parámetros de humedad, cenizas, extracto etéreo, proteína y elementos libres de nitrógeno.

**Tabla 18.** Análisis de varianza para el contenido nutricional en el Corte 1

FV	GI	Humedad	Cenizas	Extracto etéreo	Proteína	Fibra	Elementos libres de nitrógeno
Bloques	3	0.576	0.787	0.831	0.802	0.64942	0.956
Tratamientos	13	0.968	0.436	0.322	0.418	0.00247 **	0.130
Error	39						
Total	55						
Media (%)		91.64	16.38	4.60	31.38	13.41	34.23
CV (%)		5.25	12.68	9.42	10.07	5.80	3.43

**Nota.** Significado de los códigos: 0 \*\*\*\* 0.001 \*\*\* 0.01 \*\* 0.05 \* . 0.1 ' ' 1.

En la tabla 19 se presenta el análisis de varianza del contenido nutricional en el Corte 2. Se observa una diferencia significativa entre los tratamientos para los parámetros proteína y elementos libres de nitrógeno, con un valor de  $p < 0.05$ . La media para la proteína fue del 30.72%, mientras que para los elementos libres de nitrógeno fue del 36.85%. Además, los coeficientes de variación son del 1.35% para la proteína y del 2.49% para los elementos libres de nitrógeno. En contraste, los parámetros humedad, cenizas, extracto etéreo y fibra no mostraron diferencias significativas.



**Tabla 19.** Análisis de varianza para el contenido nutricional en el Corte 2

FV	GI	Humedad	Cenizas	Extracto etéreo	Proteína	Fibra	Elementos libres de nitrógeno
		P (valor)					
Bloques	3	0.0935 .	0.00514 **	0.00066 ***	0.000128 ***	0.1009	0.327
Tratamientos	13	0.0721 .	0.41273	0.09395 .	8.86e-12 ***	0.0564 .	2.17e-08 ***
Error Total	39 55						
Media (%)		88.98	12.61	4.912	30.72	14.91	36.85
CV (%)		0.73	6.43	9.30	1.35	5.07	2.49

**Nota.** Significado de los códigos: 0 '\*\*\*\*' 0.001 '\*\*\*' 0.01 '\*\*' 0.05 '.' 0.1 '.' ' 1.

En la tabla 20 se indica la prueba de Tukey al 5% para el contenido nutricional. En el Corte 1, en el parámetro de fibra, se identifican dos grupos: el primer grupo A, que incluye los tratamientos T13 (100% NPK) y T14 (Testigo absoluto), con medias de 14.58% y 14.62%, siendo los más destacados en comparación con el segundo grupo B, que abarca los tratamientos T1 (100% NPK + Resid MG) con una media de 12.68 %, T5 (100% NPK) con una media de 12.64 y T9 (100% NPK + Resid MG + TrichoSym Bio) con una media de 12.54%.

En el segundo corte, para el parámetro de proteína, se encuentran cuatro grupos. En el primer grupo A están los tratamientos T9 (100% NPK + Resid MG + TrichoSym Bio) y T13 (100% NPK), con medias de 34.36% y 33.53%. El segundo grupo B corresponde al tratamiento T14 (Testigo absoluto) con una media de 30.82%, el tercer grupo C al tratamiento T5 (100% NPK + TrichoSym Bio) con una media de 29.30, y el último grupo D al tratamiento T1 (100% NP + Resid MG) con una media de 25.57%. En cuanto al parámetro de elementos libres de nitrógeno, se observan tres grupos: el grupo A, que incluye el tratamiento T1 (100% NPK + Resid MG) con una media de 42.88%, siendo el mejor; el grupo B, que comprende los tratamientos T5 (100% NPK + TrichoSym Bio) con una media de 38.10% y T14 (Testigo absoluto) con una media de 36.60%; y el grupo C, que incluye los tratamientos T9 (100% NPK + Resid MG + TrichoSym Bio) con una media de 32.83% y T13 (100% NPK) con una media de 33.83%.

**Tabla 20.** Prueba de Tukey al 5% para el contenido nutricional

Tratamientos	Corte 1 (60 dds)		Corte 2 (120 dds)			
	Medias (%)		Medias (%)			
	Fibra		Proteína		Elementos libres de nitrógeno	
T1 (100% NPK+ Resid MG)	12.68	B	25.57	D	42.88	A
T5 (100% NPK + TrichoSym Bio)	12.64	B	29.30	C	38.10	B
T9 (100% NPK + Resid MG + TrichoSym Bio)	12.54	B	34.36	A	32.83	C
T13 (100 %NPK)	14.58	A	33.53	A	33.83	C
T14 (Testigo absoluto)	14.62	A	30.82	B	36.60	B

#### 4.1.6. Análisis costo/beneficio

En la Tabla 21 se presenta el análisis costo-beneficio de los tratamientos evaluados. El tratamiento 14 (Testigo absoluto) se distingue por ofrecer el mayor beneficio directo, alcanzando 1.70 dólares por cada dólar invertido en la producción de una hectárea, gracias a su bajo costo. En contraste, el tratamiento 9 (100% NPK + Resid Mg + TrichoSym Bio) genera un beneficio directo de 0.94 dólares por cada dólar invertido. Aunque su costo es ligeramente más alto, se destaca por proporcionar las mejores características fenológicas y nutricionales.

**Tabla 21.** Análisis costo/beneficio para el cultivo de Brassica Spitfire

Tratamientos	Rendimiento Kg/Ha	Valor de producción USD/Kg	Ingreso Venta	Costo por tratamiento	Costo Beneficio	Beneficio Directo
T1 (100% NPK+ Resid MG)	36875	0.12	4425	2529	1.75	0.75
T2 (75% NPK + Resid MG)	34658	0.12	4158.96	2154	1.93	0.93
T3 (50% + Resid MG)	32083	0.12	3849.96	1991	1.93	0.93
T4 (Resid MG)	34375	0.12	4125	1802	2.29	1.29
T5 (100% NPK + TrichoSym Bio)	35208	0.12	4224.96	2779	1.52	0.52
T6 (75% NPK + TrichoSym Bio)	31458	0.12	3774.96	2404	1.57	0.57
T7 (50% NPK + TrichoSym Bio)	38850	0.12	4662	2241	2.08	1.08
T8 (TrichoSym Bio)	38333	0.12	4599.96	2031	2.26	1.26
T9 (100% NPK + Resid MG + TrichoSym Bio)	46516	0.12	5581.92	2875	1.94	0.94
T10 (75% NPK + Resid MG + TrichoSym Bio)	41250	0.12	4950	2500	1.98	0.98
T11 (50% NPK + Resid MG + TrichoSym Bio)	39375	0.12	4725	2337	2.02	1.02
T12 (Resid MG + TrichoSym Bio)	41041	0.12	4924.92	2008	2.45	1.45
T13 (100 %NPK)	31141	0.12	3736.92	2433	1.54	0.54
T14 (Testigo absoluto)	28958	0.12	3474.96	1289	2.70	1.70

## 4.2. DISCUSIÓN

En el estudio de Cruz (2022), sobre la producción y calidad de *Brassica rapa* var. rapa (nabo), se evaluó el efecto de una enmienda microbiana y un biorregulador. Los resultados mostraron que la mezcla de Tricho D, un biorregulador a base de *Trichoderma harzianum* y Bacthon una enmienda microbiana que contiene *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter chroococcum*, *Lactobacillus acidophilus* y *Saccharomyces cerevisiae*, que se denominó tratamiento 4; generó una mayor altura de planta de 33.60 cm, un mayor número de hojas de 3.20 hojas/planta, un diámetro de tallo más amplio con 1.71 mm, así como un rendimiento superior de 99.85Kg y una mejor composición de nutrientes en comparación con los otros tratamientos. En contraste, nuestra investigación reveló que el tratamiento 9 (NPK 100% + Resid MG + TrichoSym Bio) obtuvo resultados más favorables, con diferencias significativas en las variables de altura de planta con 102.38 cm, diámetros de tallo de 9.06 mm y 20.54 mm para cada corte, de 6 y 13.5 hojas para cada corte, rendimiento con 1.91 kg/m<sup>2</sup> y 2.26 kg/m<sup>2</sup>. Esto demuestra la influencia positiva de haber utilizado los microorganismos *Trichoderma harzianum* y la micorriza *Glomus iranicum* var. *tenuihypharum*, además de una fertilización al 100% de Blaukorn Classic 12-8-16+3 (13.3 g/m<sup>2</sup>).

Oña et al. (2023), señalan en su investigación sobre la respuesta fisiológica de del pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*), y *Brachiaria (Urochloa brizantha)* a la inoculación con *Trichoderma* spp., micorrizas (Fungifert-Glomeromycetes) y un extracto multimineral – coctel biológico, donde el tratamiento 2, que consistió en la inoculación con *Trichoderma* spp. junto con una fertilización con urea, presentó la mejor respuesta en las variables estudiadas, alcanzando alturas de 121.4 cm y 151.28 cm, además de un rendimiento superior de 1.8 kg/m<sup>2</sup> para Saboya y de 2 kg/m<sup>2</sup>. Así también, En la investigación de Velasquez et al. (2021), sobre el efecto de la inoculación de micorrizas arbusculares combinada con fertilización nitrogenada en el pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*), se concluyó que esta combinación optimiza la absorción de minerales tanto como el rendimiento, la calidad y valor nutritivo del forraje, tuvo resultados para el contenido nutricional porcentajes de 10-14% para proteína y un 60-70% para digestibilidad. En comparación, nuestra investigación reveló que el tratamiento 9 (NPK 100% + Resid MG + TrichoSym Bio), que también incluye un *Trichoderma (Trichoderma*

*harzianum*), una micorriza *Glomus iranicum* var. *tenuihypharum* y una fertilización al 100% con Blaukorn Classic 12-8-16+3 (13.3 g/m<sup>2</sup>), mostró una efectividad aún mayor gracias a su interacción. Este tratamiento se destacó al lograr resultados similares en la altura de planta, alcanzando 102.38 cm, rendimiento con 1.91 kg/m<sup>2</sup> y 2.26 kg/m<sup>2</sup>, y para contenido nutricional para fibra con 12.54%, proteína con 34.36% y elementos libres de nitrógeno de 32.83% convirtiéndose en el tratamiento más exitoso.

Núñez (2018), llevó a cabo una investigación sobre el efecto de *Azospirillum* sp., *Trichoderma harzianum* y micorrizas en la producción de pasto Marandú (*Brachiaria brizantha*) y pasto Guinea (*Panicum máximo*), evaluando diversos tratamientos. Los resultados más destacados correspondieron a *Azospirillum* sp., la combinación de *Azospirillum* sp. con micorrizas, y las mezclas que incluían urea, en relación con la producción de materia seca de 1470 Kg/ha para *B. brizantha* y de 1460 kg/ha para *P. maximum*, el contenido nutricional de proteína de 18.5% para *B. brizantha* y de 13.6% para *P. maximum*. Por otro lado, *Trichoderma harzianum* no mostró influencia significativa en ninguna de las variables. Sin embargo, el uso de urea demostró mejorar los resultados en interacción con bacterias promotoras del crecimiento vegetal como aumentar porcentajes de proteína cruda. En nuestra investigación, se observó que la combinación de *Trichoderma harzianum*, *Glomus iranicum* var. *tenuihypharum*, y una fertilización del 100% con Blaukorn Classic 12-8-16+3 (13.3 g/m<sup>2</sup>), correspondiente al tratamiento 9, tuvo un impacto positivo en las variables evaluadas: con un rendimiento de 19133 kg/ha y de 22650 kg/ha para cada corte, y para contenido nutricional para proteína con 34.36%.

Acurio Vásconez & España Imbaquingo (2016), en su investigación titulada aislamiento, caracterización y evaluación de *Trichoderma* spp. como promotor del crecimiento vegetal en pasturas de raigrás (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*). Las cepas aisladas fueron identificadas mediante claves morfológicas como *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride*. Y tuvo el objetivo aislar cepas nativas de *Trichoderma* spp. presentes en el suelo de la hacienda "La Alegría" ubicada en el cantón Pedro Moncayo, indicando mejores resultados de producción de materia verde con el T1 (*Trichoderma harzianum* + Materia orgánica + Fertilización alta (300 Kg/ Ha)) con una producción promedio de 12.72 TM/Ha/corte. En comparación con nuestra investigación el tratamiento 9 (100%

NPK + Resid MG + TrichoSym Bio) obtuvo el mejor rendimiento en materia verde con 19.13 T/ha para el Corte 1 y de 22.65 T/ha para el Corte 2.

Ortiz (2015), Identificación de algunas cepas nativas de hongos formadores de micorrizas arbusculares asociadas al pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus* (Hochst. ex Chiov) Morrone) y su efecto en algunas variables agronómicas. Indica que hubo un efecto significativo en las variables: altura de planta con 47.9 cm, relación de 1.6 hojas/tallo, con el uso de cualquier cepa de los HFMA y el uso de las dosis de 100% de fertilizante; nitrógeno con 400 kg N/ha/año y fósforo 100% en 200 kg P/ha/año, mejorando así dichas variables debido a su buena combinación. En nuestra investigación se evidenció que la interacción del tratamiento 9 (NPK 100% + Resid MG + TrichoSym), compuesto por Trichoderma (*Trichoderma harzianum*), la micorriza *Glomus iranicum* var. *tenuihypharum* y una fertilización al 100% con Blaukorn Classic 12-8-16+3 (13.3 g/m<sup>2</sup>), fue el tratamiento que demostró mejores resultados con diferencias significativas en las variables: altura de la planta de 102.38 cm, de 6 y 13.5 hojas para cada corte.

Ortiz (2015), en su investigación titulada respuesta del pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinum* (Hochst. ex Chiov.) Morrone) a la inoculación con hongos micorrícicos (*Rhizophagus intraradices* y *Rhizophagus manihotis*) y a diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en algunas variables bromatológicas y características del suelo. Los niveles de fertilización de nitrógeno del 400 kg N ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> conjugado con niveles de P de 100 kg P ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> tuvieron efecto positivo. Los resultados indicaron que el uso de hongos micorrícicos arbusculares (HFMA) en los planes de fertilización permite mejorar ciertas variables bromatológicas del pasto como proteína con 18%, energía de 4.0 Mcal EB kg MS<sup>-1</sup> y materia seca de 19.57%, al mismo tiempo que reduce la aplicación de nitrógeno y fósforo. En nuestra investigación, se implementaron diversas interacciones que también incluían HFMA, específicamente *Glomus iranicum* var. *tenuihypharum* junto a *Trichoderma harzianum*. El tratamiento T9 (100% NPK + Resid MG + TrichoSym Bio) influyó de manera positiva en los parámetros nutricionales de fibra con 12.54%, proteína con 34.36% y elementos libres de nitrógeno de 32.83%. Estas interacciones contribuyeron a mejorar parámetros nutricionales específicos en la Brassica.

FEDNA (2011), indica en las tablas de la Federación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal que los índices de composición nutricional de Brassica napus son los siguientes: 78.5% de humedad, 13.2% de cenizas, 4.35% de extractos etéreos,

36% de proteína bruta, 17% de fibra detergente neutra y con energía aproximadamente un 10% superior. La fibra y la proteína de *Brassica napus* se destacan por sus altos niveles de digestibilidad y riqueza en fibra. En nuestra investigación, aunque no se obtuvieron los valores exactos, se registraron índices de: 89.28% de humedad, 12.88% de cenizas, 5.12% de extractos etéreos, 34.36% de proteína, 14.80% de fibra y 32.83% de elementos libres de nitrógeno. Se considero que los valores que superaron lo óptimo se deben al uso del tratamiento 9, que incluye *Trichoderma harzianum* y la micorriza *Glomus iranicum* var. *tenuihypharum*, junto con una fertilización al 100% con Blaukorn Classic 12-8-16+3 (13.3 g/m<sup>2</sup>). Este tratamiento mejoro la capacidad de asimilación de nutrientes de la planta, así como sus características físicas, químicas y de producción. Además, la alta fertilización contribuyo a optimizar tanto las características nutricionales como fenológicas de la planta.

En relación con los índices analizados, podemos concluir lo siguiente: en cuanto a la humedad, se presenta un valor del 89.28%, que, aunque supera el 78.5% recomendado por el FEDNA, este exceso no afecta la calidad del forraje, ya que su condición de forraje fresco es normal y cumple con sus valores nutricionales, asegurando una buena digestibilidad. Respecto al índice de cenizas, contamos con un 13.2%, en comparación con el 12.88% del FEDNA, lo que indica que ambos porcentajes son similares y proporcionan un contenido adecuado de cenizas (calcio, fósforo, magnesio, potasio, entre otros), esenciales para diversas funciones fisiológicas. En cuanto a los extractos etéreos, tenemos un 5.12% frente al 4.35% del FEDNA, lo que sugiere una mayor fuente de energía disponible en el forraje.

En el caso de la proteína bruta, el valor fue de 34.36%, considerablemente superior al 19% del FEDNA, lo que podría ser beneficioso por su alto valor nutricional. En lo que, respecto a la fibra, el contenido es de 14.80%, mientras que el FEDNA reporta un 17%, al ser un valor cercano al óptimo es bueno y hace al forraje digerible para una digestión normal. Finalmente, en cuanto a los elementos libres de nitrógeno, tenemos un 32.38%, lo cual es positivo, ya que representa una fuente de energía esencial para las distintas funciones fisiológicas de los animales.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- Se determinó que el mejor tratamiento para el desarrollo de la Brassica Spitfire fue el T9 NPK 100% (13.3 g/m<sup>2</sup>) + Resid MG (1 g/m<sup>2</sup>) + TrichoSym Bio (0.33 ml/ m<sup>2</sup>), destacando en las variables de la altura de planta con 102.38 cm, el diámetro del tallo, con 20.54 mm, el número de hojas con 13.5 hojas, el rendimiento fue de 2.27 kg/m<sup>2</sup>, esto demuestra que la interacción de los microorganismos en conjunto con una fertilización del 100% incrementa el desarrollo y rendimiento del cultivo.
- El contenido nutricional del mejor tratamiento T9 NPK 100% (13.3 g/m<sup>2</sup>) + Resid MG (1 g/m<sup>2</sup>) + TrichoSym Bio (0.33 ml/ m<sup>2</sup>), obtuvo los siguientes índices en los parámetros: humedad con 89.28%, cenizas con 12.88%, extractos etéreos con 5.12%, proteína con 34.36%, fibra con 14.80% y elementos libres de nitrógeno con 32.83%, estos valores, están dentro de los índices nutricionales óptimos según las tablas FEDNA.
- Se determinó que el tratamiento T9 NPK 100% (13.3 g/m<sup>2</sup>) + Resid MG (1 g/m<sup>2</sup>) + TrichoSym Bio (0.33 ml/m<sup>2</sup>) obtuvo una mejor rentabilidad ya que generó un beneficio directo 0.94 dólares por cada dólar invertido. Aunque su costo es ligeramente más elevado a los demás, logró mejores resultados, destacándose por un rendimiento superior y su alta calidad nutricional.

### 5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda llevar a cabo estudios en donde se utilice la interacción de Resid MG a 1 g/m<sup>2</sup> y TrichoSym Bio a 0.33 ml/m<sup>2</sup> con fertilización edáfica NPK 100% (13.3 g/m<sup>2</sup>), en otros tipos de forrajes o cultivos de interés agronómico, con el objetivo de evaluar variables fenológicas y nutricionales.
- Se recomienda llevar a cabo investigaciones adicionales centradas en la nutrición animal, para determinar la producción láctea, ganancia de peso y otras variables productivas, utilizando el forraje producido con el uso de



estos microorganismos promotores de crecimiento vegetal que podrían reemplazar a un suplemento balanceado con un valor más económico.

- Se recomienda llevar a cabo una adecuada preparación del terreno, eliminando las malezas que puedan interferir con la germinación de la Brassica Spitfire. Además, es importante sembrar en suelos sueltos para asegurar un correcto desarrollo, ya que las semillas de esta variedad son muy pequeñas.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abasolo-Pacheco, F., Ojeda-Silvera, C. M., Cervantes-Molina, J. E., Moran-Villacreses, E., Vera-Aviles, D., Ganchozo-Mendoza, E., & Mazón-Suástegui, J. M. (2020). Respuesta agronómica del nabo (*Brassica napus* L.) a la aplicación de medicamentos homeopáticos Agronomic behavior of the turnip (*Brassica napus* L.) during the application of homeopathic medicines. *TerraLatinoamericana*, 38: 67-82., 1–16. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i1.667>
- Acosta, B. (2021, February 15). *Micorrizas: qué son, tipos y lista de hongos - Resumen*. *Ecologíaverde*. [https://www.ecologiaverde.com/micorrizas-que-son-y-tipos-2498.html#anchor\\_0](https://www.ecologiaverde.com/micorrizas-que-son-y-tipos-2498.html#anchor_0)
- Acurio Vásconez, R. D., & España Imbaquingo, C. K. (2016). AISLAMIENTO, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE *Trichoderma* spp. COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO VEGETAL EN PASTURAS DE RAYGRASS (*Lolium perenne*) Y TRÉBOL BLANCO (*Trifolium repens*). *La Granja*, 25(1), 53. <https://doi.org/10.17163/LGR.N25.2017.05>
- Acurio Vasconez, R. D., & España Imbaquingo, C. K. (2016). Aislamiento, caracterización y evaluación de *Trichoderma* spp. como promotor de crecimiento vegetal en pasturas de raygrass (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*). *La Granja*, 25(1), 53. <https://doi.org/10.17163/LGR.N25.2017.05>
- Agrawdata. (2024, March 5). *Guía Completa para el cultivo exitoso de colza: Técnicas y consejos prácticos* - RawData. Rawdata. <https://agrawdata.com/blog/cultivo-de-colza/>
- Berná, L., Gutiérrez, A., Navarro, A., & Morte, A. (2016, November 25). *Uso de hongos micorrícicos y bacterias beneficiosas del suelo como biofertilizantes en cultivos hortícolas* - *Horticultura*. Interempresas. <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/165232-Uso-hongos-micorrícicos-bacterias-beneficiosas-suelo-biofertilizantes-cultivos-hortícolas.html>
- Burzaco, J. P., Ciampitti, I. A., & García, F. O. (2016). Mejores Prácticas de Manejo para la nutrición del cultivo de colza-canola: Una revisión. *IPNI*, 1–8. [http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/5751B09C6A6E7F2103257967004A184C/\\$FILE/AA%2013.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/5751B09C6A6E7F2103257967004A184C/$FILE/AA%2013.pdf)
- Cepeda, E. B. (2022). Efecto del cultivo mixto de bacterias y levaduras sobre las características físicoquímicas y biomasa de rye grass (*Lolium multiflorum*) en

- andisoles, parroquia Columbe cantón Colta. *Dspace.ESPOCH*, 1–95. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17421/1/13T01014.pdf>
- Compo-Expert. (2020a). *Blaukorn® Classic 12-8-16(+3+TE) | Compo Expert*. Compo-Expert. <https://www.compo-expert.com/es-MX/productos/blaukorn-classic-12-8-163te>
- Compo-Expert. (2020b). *Blaukorn Classic*. *Compo-Expert*, 1. [https://www.compo-expert.com/sites/default/files/2020-07/TI\\_BLAUKORN%20CLASSIC.pdf](https://www.compo-expert.com/sites/default/files/2020-07/TI_BLAUKORN%20CLASSIC.pdf)
- Cortés Fabiola, Alvarado Gerrado, & Sánchez Gabriela. (2023). *Trichoderma spp., una alternativa para la agricultura sostenible: una revisión*. *Revista Colombiana de Biotecnología*, XXV, 1–15. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v25n2.111384>
- Cruz, J. (2022). *Producción y calidad de Brassica rapa. var. rapa (NABO) mediante la aplicación de una enmienda microbiana y un bioregulador*. *Repositorio-UNAS*, 1–95. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/3c01e040-568f-4d2f-bc39-b322355ac1d4/content>
- De la Ribera, R., Burgos A, Z. D., Janeth, C., Acosta, V. D., Marcheco, C., Benítez, A. Y., & ChingJaine, L. (2017). *El clima y su influencia en la producción de los pastos-The climate and their influence in the production of the grasses*. *RedVet*, 18, 1–13. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060617/061701.pdf>
- Delgado Enguita, I. (2006). *El nabo forrajero*. *Hojas Divulgadoras-MAPA*, 7/84HD, 1. [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1984\\_07.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1984_07.pdf)
- Demagnet, R., Canales, C., & García, J. (2022, February 7). *Nabo forrajero (Brassica rapa L. subsp. rapa): Manual de cultivos suplementarios Cap.8 | Engormix*. Engormix. [https://www.engormix.com/ganaderia/verdeos/nabo-forrajero-brassica-rapa\\_a48934/](https://www.engormix.com/ganaderia/verdeos/nabo-forrajero-brassica-rapa_a48934/)
- FEDNA. (2011a). *FEDNA semilla y harinas de colza*. FEDNA. [www.fundacionfedna.org](http://www.fundacionfedna.org)
- FEDNA. (2011b, November 13). *Ensilado de colza | FEDNA*. Fundación Española Para El Desarrollo de La Nutrición Animal. <https://www.fundacionfedna.org/forrajes/ensilado-de-colza>
- Franco, J. de D. (2016). *Beneficios de las Micorrizas sobre el Estrés en Plantas | Intagri S.C.* Intagri. <https://www.intagri.com/articulos/suelos/beneficios-de-las-micorrizas-sobre-el-estres-en-plantas>
- Franco, J. de D. (2017). *Efectos beneficiosos de las micorrizas sobre las plantas*. *Ciaorganico*, 1–27. [https://ciaorganico.net/documypublic/200\\_infoagronomo.net\\_Micorrizas-beneficios.pdf](https://ciaorganico.net/documypublic/200_infoagronomo.net_Micorrizas-beneficios.pdf)
- García, Á. (2020). *Uso de colza forrajera como cultivo de pastoreo*. Dellait. <https://dellait.com/es/uso-de-colza-forrajera-como-cultivo-de-pastoreo/>

- García, R. (2015). "Análisis de la contaminación por el uso de plaguicidas en los suelos agrícolas de la provincia del Carchi, bioacumulación y propuesta de un modelo productivo sostenible". *RepositorioUISEK*, 1–86. <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/1474/1/Tesis%20MGA%20GARCIA%20RENATO.pdf>
- González, A. (2023, July 11). *Los beneficios de los hongos de suelo en la producción agrícola: trichodermas y micorrizas*. PlataformaTierra. <https://www.plataformatierra.es/innovacion/beneficios-hongos-suelo-produccion-agricola-trichodermas-micorrizas/>
- Google Maps. (2024). *Google Maps*. GoogleMaps. [https://www.google.com/maps/place/@0.6432831,-77.7223139,14z/data=!3m1!4b1?entry=ttu&g\\_ep=EgoyMDI0MTAwNy4xKXMDSoASAFQAw%3D%3D](https://www.google.com/maps/place/@0.6432831,-77.7223139,14z/data=!3m1!4b1?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI0MTAwNy4xKXMDSoASAFQAw%3D%3D)
- Higa, T. (2021, April 10). *¿Cuáles son los beneficios que presentan los microorganismos eficientes?* - La Colina. Colina. <https://lacolina.com.ec/que-son-y-cuales-son-los-beneficios-que-presentan-los-microorganismos-eficientes/>
- INAMHI. (2024). *Clima – INAMHI*. INAMHI. <https://servicios.inamhi.gob.ec/clima/>
- InfoAgro. (n.d.). *El cultivo de la colza*. InfoAgro. Retrieved October 7, 2024, from [https://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_colza.asp](https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_colza.asp)
- Intagri. (2016). *Trichoderma Control de Hongos Fitopatógenos | Intagri S.C. ArticulosTecnicosdelIntagri*. <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/trichoderma-control-de-hongos-fitopatogenos>
- López, C., & Barceló, A. (2019). *(DOC) Sobre micorrizas | jose juan - Academia.edu*. Academia.Edu. [https://www.academia.edu/30497328/Sobre\\_micorrizas](https://www.academia.edu/30497328/Sobre_micorrizas)
- Martinez, L. (2019, September 17). *La torta de colza prensada en frío para el ganado - Campo Galego*. Campogalego. <https://www.campogalego.es/la-torta-de-colza-prensada-en-frio-una-alternativa-para-el-ganado-frente-a-la-soja/>
- Mula, J. (2020). *¿Qué función tienen las Trichodermas en agricultura?* - Agromática. Agromatica. <https://www.agromatica.es/trichodermas-en-agricultura/>
- NPKFilter. (2019). *Fertilización del nabo: Guía completa*. NPKFilter. <https://npkfilter.com/es/fertilizacion-del-nabo>
- Núñez, M. A. (2018). Efecto de *Azospirillum sp.*, *Trichoderma harzianum* y micorrizas en la producción de pasto Marandú (*Brachiaria brizantha*) y pasto Guinea (*Panicum maximum*). *BDigital.Zamora*. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/46fc429e-ee2b-4383-a2ef-23cb95650cd0/content>
- Oleaginosas. (2005, August 8). *Oleaginosas - Canola*. Oleaginosas. [https://www.oleaginosas.org/cat\\_61.shtml](https://www.oleaginosas.org/cat_61.shtml)

- Oña, C., Estefany Díaz Reyes, J., Enrique, L., Mgs Romero Salguero, I., & Javier, E. (2023). "Determinar la respuesta fisiológica del pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*), y *Brachiaria* (*Urochloa brizantha*) a la inoculación con *Trichoderma* spp., Micorrizas y un extracto multimineral." *Repositorio ESPE*, 1–74.
- Ortiz, A. (2015). Respuesta del pasto kikuyo a la inoculación: con hongos micorrícicos y a diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. *Biblioteca digital.UDEA*. [https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/3528/1/OrtizAcevedo\\_A\\_2015\\_RespuestasPastoKikuyo.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/3528/1/OrtizAcevedo_A_2015_RespuestasPastoKikuyo.pdf)
- Paredes, M., Cáceres, R., & Cusquisibán, J. (2024). Efecto de la edad de la planta sobre el rendimiento y composición química de la colza (*Brassica napus* L) producida como suplemento para vacas lecheras al pastoreo en los Andes peruanos. *Scielo*, 1–10. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v35n1/1609-9117-rivep-35-01-e27375.pdf>
- Semagro. (2022). Guía de establecimiento Spitfire. *Semagro*, 1. [https://uploads-ssl.webflow.com/5dfd1ce9c8a61180e74ddce7/62a0e6a5136bdf08382f125d\\_Gui%CC%81a%20Spitfire%20Br.pdf](https://uploads-ssl.webflow.com/5dfd1ce9c8a61180e74ddce7/62a0e6a5136bdf08382f125d_Gui%CC%81a%20Spitfire%20Br.pdf)
- Symborg, B. (2022a). *Bioestimulante microgranulado | Resid MG | Symborg*. Symborg.Com. <https://symborg.com/es/bioestimulantes/resid-mg/>
- Symborg, B. (2022b). *Hongo Trichoderma harzianum | Symborg*. Symborg.Com. <https://symborg.com/es/trichoderma-harzianum/>
- Velasquez, Z., Ivan, J., de Jesús, M., Saldarriaga, V., Enrique Jimmy Ivan Zambrano Velasquez, H., Félix López, M., Hilder Enrique Vera Saldarriaga, E., & Espamciencia, R. (2021). Efecto de inoculación micorrízica arbuscular combinada con fertilización nitrogenada en el pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) Effect of arbuscular mycorrhizal inoculation combined with nitrogen fertilization on savoy grass (*Megathyrsus maximus*). *Periodicidad: Semestral*, 12(1), 2021. [https://doi.org/10.51260/revista\\_espamciencia.v12i1.239](https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v12i1.239)
- Venturino, A., Pechen, A. M., Parolo, E., Quintana, M. M., Indaco, M., Guiñazú, N., Vera, B., Jaureguiberry, S., Mester, A. C., Lascano, C. I., Bieczynski, F., & Parra Morales, L. B. (2021). Impactos en salud humana. *Informe Técnico-Científico Sobre El Uso e Impactos Del Insecticida Clorpirifos En Argentina*, 1–232. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/168108>
- Young, T. (2021). *Manejo de malezas para sistemas de pastos y cercas | Extensión de la UMN*. Extensiondecultivos-UniversidaddeMinesota. <https://es.extension.umn.edu/manejo-de-malezas/sistemas-de-manejo-de-malezas-para-pastos-y-cercas>
- Zuñiga, K., & Quirós, G. (2021, March 25). *Vista de Los hongos como elementos clave en la productividad del suelo, la agricultura y el bienestar social | Biocenosis*. Revistas-UNED. <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/biocenosis/article/view/3548/4567>

## VII. ANEXOS

### Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

### ACTA

#### DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ESTUDIANTE:	TOBAR OVIEDO JACQUELINE ARACELY	CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401851266
PERIODO ACADÉMICO:	2024B		
PRESIDENTE TRIBUNAL	MSC. PAUL SANTIAGO ORTIZ TIRADO	DOCENTE TUTOR:	MSC. GUILLERMO ALEXANDER JACOME SARCHI
DOCENTE:	MSC. SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL		
TEMA DEL TIC:	"Evaluación del rendimiento de la Brassica Spiffire (Nabo) con la inoculación de hongos promotores del crecimiento vegetal en el Centro Experimental San Francisco de la UPEC – cantón Huaca"		
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	9.00	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	9.00	
3	METODOLOGÍA	9.00	
4	RESULTADOS	9.00	ACTUALIZAR LOS VALORES REFERENTES A LA VENTA DEL COSTO BENEFICIO
5	DISCUSIÓN	9.00	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	9.00	
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	9.00	
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	9.00	

Obteniendo una nota de: **9.00** Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el Informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **miércoles, 6 de noviembre de 2024**

MSC. PAUL SANTIAGO ORTIZ TIRADO  
PRESIDENTE TRIBUNAL

MSC. GUILLERMO ALEXANDER JACOME SARCHI  
DOCENTE TUTOR

MSC. SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL  
DOCENTE

**Anexo 2.** Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND  
NATIVE LANGUAGE CENTER

<b>ABSTRACT- EVALUATION SHEET</b>				
<b>NAME:</b> Tobar Oviedo Jacqueline Aracely				
<b>DATE:</b> 25 de noviembre de 2024				
<b>Topic:</b> “Evaluación del rendimiento de la Brassica Spitfire (Nabo) con la inoculación de hongos promotores del crecimiento vegetal en el Centro Experimental San Francisco de la UPEC – cantón Huaca”				
<b>MARKS AWARDED</b>		<b>QUANTITATIVE AND QUALITATIVE</b>		
<b>VOCABULARY AND WORD USE</b>	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>WRITING COHESION</b>	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>ARGUMENT</b>	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>CREATIVITY</b>	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>SCIENTIFIC SUSTAINABILITY</b>	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>TOTAL/AVERAGE</b>	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED		<b>TOTAL 9</b>	



## UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

### Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

**Autor:** Tobar Oviedo Jacqueline Aracely

**Fecha de recepción del abstract:** 21 de noviembre de 2024

**Fecha de entrega del informe:** 25 de noviembre de 2024

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

### Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



MA. Martha Viveros

Docente responsable del  
CIDEN



### Anexo 3. Costos de producción

**Tabla 22.** Costos de producción

Sistema:	Semi-tecnificado		Centro Experimental San Francisco	UPEC Jacqueline Tobar
Área: 1281 m <sup>2</sup>			Lugar	
Materiales	Unidades	Medida	Responsable	Costo total
<b>Mano de obra</b>				<b>78</b>
Adecuación del sitio (Tractor)	1	Unidad	30	30
Fertilización	1	Personal	12	12
Cosecha	3	Personal	12	36
<b>Materiales</b>				<b>341.2</b>
Brassica (Semilla)	4	Kg	110.4	110.4
Resid MG (Microorganismos)	1	Unidad	48	48
TrichoSym Bio (Microorganismos)	1	Unidad	49	49
Piola	1	Unidad	5	5
Estacas	112	Unidad	0.40	44.8
Letreros	28	Unidad	3	84
<b>Equipos</b>				<b>65</b>
Tanque de 500 l	1	Unidad	30	30
Bomba de mochila	1	Unidad	20	20
Flexómetro	1	Unidad	5	5
Calibrador pie de rey	1	Unidad	10	10
<b>Insumos</b>				<b>40.50</b>
Fertilizantes	1	Unidad	40.50	40.50
<b>Análisis</b>				<b>439.32</b>
Análisis de suelo	1	Unidad	43	43
Análisis bromatológico	5	Unidad	55.36	396.32
			<b>Costo Total</b>	<b>\$964.02</b>

Anexo 4. Análisis de suelo



**L A B O N O R T**

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya 4-93 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

<b>DATOS DE PROPIETARIO</b> Nombre: GUILLERMO JÁCOME SARCHI Ciudad: Huaca Teléfono: 0982501591 Fax:	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Provincia: Carchi Cantón: Huaca Parroquia: Sitio: Centro Experimental UPEC
---	---

<b>DATOS DEL LOTE</b> Sitio: Centro Experimental UPEC Superficie: Número de Campo: Muestra #1 Cultivo Actual: A Cultivar:	<b>DATOS DE LABORATORIO</b> Nro Reporte.: 11762 Tipo de Análisis: Completo + T Muestra: Suelo, muestra 1 Fecha de Ingreso: 2023-12-27 Fecha de Reporte: 2024-01-04
--	---

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
<b>N</b>	43.75	ppm	
<b>P</b>	9.57	ppm	
<b>S</b>	10.00	ppm	
<b>K</b>	0.32	meq/100 ml	
<b>Ca</b>	8.27	meq/100 ml	
<b>Mg</b>	0.82	meq/100 ml	
<b>Zn</b>	3.08	ppm	
<b>Cu</b>	0.87	ppm	
<b>Fe</b>	191.36	ppm	
<b>Mn</b>	2.81	ppm	
<b>B</b>	0.32	ppm	
<b>pH</b>	5.05		
<b>Acidez Int. (Al+H)</b>		meq/100 ml	
<b>Al</b>		meq/100 ml	
<b>Na</b>		meq/100 ml	
<b>Ce</b>	0.160	mS/cm	
<b>MO</b>	14.50	%	

Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)	Clase Textural		
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
10.09	2.56	28.41	9.41			53.20	36.00	10.80	Franco arenoso

Dr. Quim. Edison M. Miño M.  
 Responsable Laboratorio



# Anexo 5. Análisis bromatológicos

	<b>INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</b> ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS Panamericana Sur Km. 1. CutugaguaTifs. 2690891-3007134. Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340		<b>MC-LSAIA-2201</b> Rev. 9
---	--	---	--------------------------------

**INFORME DE ENSAYO N°:24-0049**

<b>**NOMBRE DEL PETICIONARIO:</b>	Srta. JACQUELINE ARACELY TOBAR OVIEDO	<b>**INSTITUCIÓN:</b>	PARTICULAR
<b>**DIRECCIÓN:</b>	PARROQUIA JULIO ANDRADE / TULCAN CARCHI	<b>**ATENCIÓN:</b>	Srta. JACQUELINE ARACELY TOBAR OVIEDO
<b>FECHA DE EMISIÓN:</b>	17/05/2024	<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b>	09/05/2024
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	Del 9 al 17 de mayo del 2024	<b>HORA DE RECEPCIÓN:</b>	12:53
<b>ANÁLISIS SOLICITADOS</b>	Proximal		

RESULTADOS DE ANÁLISIS						
ANÁLISIS	**TIPO DE MUESTRA	CÓDIGO DE LA MUESTRA	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
HUMEDAD	Nabo forrajero T1	24-0314	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	91,67	%
CENIZAS <sup>Q</sup>	Nabo forrajero T1	24-0314	MO-LSAIA-01.02	U. FLORIDA 1970	16,40	%
EXTRACTO ETÉREO (EE) <sup>Q</sup>	Nabo forrajero T1	24-0314	MO-LSAIA-01.03	U. FLORIDA 1970	4,56	%
PROTEÍNA <sup>Q</sup>	Nabo forrajero T1	24-0314	MO-LSAIA-01.04	U. FLORIDA 1970	31,43	%
FIBRA <sup>Q</sup>	Nabo forrajero T1	24-0314	MO-LSAIA-01.05	U. FLORIDA 1970	12,68	%
ELEMENTOS LIBRES DE NITRÓGENO E.L.N.	Nabo forrajero T1	24-0314	MO-LSAIA-01.06	U. FLORIDA 1970	34,94	%
HUMEDAD	Nabo forrajero T5	24-0315	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	90,98	%
CENIZAS <sup>Q</sup>	Nabo forrajero T5	24-0315	MO-LSAIA-01.02	U. FLORIDA 1970	15,33	%
EXTRACTO ETÉREO (EE) <sup>Q</sup>	Nabo forrajero T5	24-0315	MO-LSAIA-01.03	U. FLORIDA 1970	5,00	%
PROTEÍNA <sup>Q</sup>	Nabo forrajero T5	24-0315	MO-LSAIA-01.04	U. FLORIDA 1970	33,46	%
FIBRA <sup>Q</sup>	Nabo forrajero T5	24-0315	MO-LSAIA-01.05	U. FLORIDA 1970	12,64	%
ELEMENTOS LIBRES DE NITRÓGENO E.L.N.	Nabo forrajero T5	24-0315	MO-LSAIA-01.06	U. FLORIDA 1970	33,57	%
HUMEDAD	Nabo forrajero T9	24-0316	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	90,70	%
CENIZAS <sup>Q</sup>	Nabo forrajero T9	24-0316	MO-LSAIA-01.02	U. FLORIDA 1970	15,56	%
EXTRACTO ETÉREO (EE) <sup>Q</sup>	Nabo forrajero T9	24-0316	MO-LSAIA-01.03	U. FLORIDA 1970	4,39	%
PROTEÍNA <sup>Q</sup>	Nabo forrajero T9	24-0316	MO-LSAIA-01.04	U. FLORIDA 1970	32,13	%
FIBRA <sup>Q</sup>	Nabo forrajero T9	24-0316	MO-LSAIA-01.05	U. FLORIDA 1970	12,54	%
ELEMENTOS LIBRES DE NITRÓGENO E.L.N.	Nabo forrajero T9	24-0316	MO-LSAIA-01.06	U. FLORIDA 1970	35,39	%

Página 1 de 1

ANÁLISIS	**TIPO DE MUESTRA	CÓDIGO DE LA MUESTRA	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
HUMEDAD	Nabo forrajero T13	24-0317	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	91,94	%
CENIZAS <sup>Q</sup>	Nabo forrajero T13	24-0317	MO-LSAIA-01.02	U. FLORIDA 1970	16,64	%
EXTRACTO ETÉREO (EE) <sup>Q</sup>	Nabo forrajero T13	24-0317	MO-LSAIA-01.03	U. FLORIDA 1970	4,41	%
PROTEÍNA <sup>Q</sup>	Nabo forrajero T13	24-0317	MO-LSAIA-01.04	U. FLORIDA 1970	30,82	%
FIBRA <sup>Q</sup>	Nabo forrajero T13	24-0317	MO-LSAIA-01.05	U. FLORIDA 1970	14,58	%
ELEMENTOS LIBRES DE NITRÓGENO E.L.N.	Nabo forrajero T13	24-0317	MO-LSAIA-01.06	U. FLORIDA 1970	33,56	%
HUMEDAD	Nabo forrajero T14	24-0318	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	92,92	%
CENIZAS <sup>Q</sup>	Nabo forrajero T14	24-0318	MO-LSAIA-01.02	U. FLORIDA 1970	17,98	%
EXTRACTO ETÉREO (EE) <sup>Q</sup>	Nabo forrajero T14	24-0318	MO-LSAIA-01.03	U. FLORIDA 1970	4,67	%
PROTEÍNA <sup>Q</sup>	Nabo forrajero T14	24-0318	MO-LSAIA-01.04	U. FLORIDA 1970	29,06	%
FIBRA <sup>Q</sup>	Nabo forrajero T14	24-0318	MO-LSAIA-01.05	U. FLORIDA 1970	14,62	%
ELEMENTOS LIBRES DE NITRÓGENO E.L.N.	Nabo forrajero T14	24-0318	MO-LSAIA-01.06	U. FLORIDA 1970	33,67	%

**OBSERVACIONES:** Muestra entregada por el cliente. La toma de muestra no es responsabilidad del laboratorio, le corresponde al cliente. Los ensayos marcados con (Q) se reportan en base seca. Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados solo están relacionados con la muestra sometida a ensayo que se detalla en este documento tal como se recibió. El laboratorio se responsabiliza de toda la información suministrada en el informe, excepto cuando la información la suministre el cliente. **NOTA DE DESCARGO:** Si el lector de este correo electrónico no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información. De igual manera, la información entregada por el cliente, generada durante las actividades del laboratorio e información contenida en este informe es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por éste. Los datos marcados con \*\* son suministrados por cliente, el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

RESPONSABLES DEL INFORME	
Nombre	Dr. Iván Samaniego, PhD.
Cargo	RESPONSABLE DINC
Firma	 IVAN ROBERTO SAMANIEGO MALGROA
Fecha	2024-05-17

Página 2 de 2

	<b>INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</b> <b>ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA</b> <b>DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD</b> <b>LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS</b> Panamericana Sur Km. 1, Cutugueagua Tfs. 2690691-3007134. Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340		<b>MC-LSAIA-2201</b> <b>Rev. 9</b>
---	---	---	---------------------------------------

**INFORME DE ENSAYO N°:24-0082**

**\*\*NOMBRE DEL PETICIONARIO:** Srta. JACQUELINE ARACELY TOBAR OVIEDO  
**\*\*DIRECCIÓN:** PARROQUIA JULIO ANDRADE  
**FECHA DE EMISIÓN:** 16/07/2024  
**FECHA DE ANÁLISIS:** Del 08 al 16 de julio del 2024  
**ANÁLISIS SOLICITADOS:** Proximal

**\*\*INSTITUCIÓN:** PARTICULAR  
**\*\*ATENCIÓN:** Srta. JACQUELINE ARACELY TOBAR OVIEDO  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 08/07/2024  
**HORA DE RECEPCIÓN:** 16:00

RESULTADOS DE ANÁLISIS						
ANÁLISIS	**TIPO DE MUESTRA	CÓDIGO DE LA MUESTRA	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
HUMEDAD	Nabo Forrajero T 1	24-0462	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	88,81	%
CENIZAS <sup>Ω</sup>	Nabo Forrajero T 1	24-0462	MO-LSAIA-01.02	U. FLORIDA 1970	12,56	%
EXTRACTO ETÉREO (EE) <sup>Ω</sup>	Nabo Forrajero T 1	24-0462	MO-LSAIA-01.03	U. FLORIDA 1970	5,19	%
PROTEÍNA <sup>Ω</sup>	Nabo Forrajero T 1	24-0462	MO-LSAIA-01.04	U. FLORIDA 1970	25,57	%
FIBRA <sup>Ω</sup>	Nabo Forrajero T 1	24-0462	MO-LSAIA-01.05	U. FLORIDA 1970	13,80	%
ELEMENTOS LIBRES DE NITRÓGENO E.L.N.	Nabo Forrajero T 1	24-0462	MO-LSAIA-01.06	U. FLORIDA 1970	42,88	%
HUMEDAD	Nabo Forrajero T 5	24-0463	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	88,09	%
CENIZAS <sup>Ω</sup>	Nabo Forrajero T 5	24-0463	MO-LSAIA-01.02	U. FLORIDA 1970	11,90	%
EXTRACTO ETÉREO (EE) <sup>Ω</sup>	Nabo Forrajero T 5	24-0463	MO-LSAIA-01.03	U. FLORIDA 1970	5,22	%
PROTEÍNA <sup>Ω</sup>	Nabo Forrajero T 5	24-0463	MO-LSAIA-01.04	U. FLORIDA 1970	29,30	%
FIBRA <sup>Ω</sup>	Nabo Forrajero T 5	24-0463	MO-LSAIA-01.05	U. FLORIDA 1970	15,48	%
ELEMENTOS LIBRES DE NITRÓGENO E.L.N.	Nabo Forrajero T 5	24-0463	MO-LSAIA-01.06	U. FLORIDA 1970	38,10	%
HUMEDAD	Nabo Forrajero T 9	24-0464	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	89,28	%
CENIZAS <sup>Ω</sup>	Nabo Forrajero T 9	24-0464	MO-LSAIA-01.02	U. FLORIDA 1970	12,88	%
EXTRACTO ETÉREO (EE) <sup>Ω</sup>	Nabo Forrajero T 9	24-0464	MO-LSAIA-01.03	U. FLORIDA 1970	5,12	%
PROTEÍNA <sup>Ω</sup>	Nabo Forrajero T 9	24-0464	MO-LSAIA-01.04	U. FLORIDA 1970	34,36	%
FIBRA <sup>Ω</sup>	Nabo Forrajero T 9	24-0464	MO-LSAIA-01.05	U. FLORIDA 1970	14,80	%
ELEMENTOS LIBRES DE NITRÓGENO E.L.N.	Nabo Forrajero T 9	24-0464	MO-LSAIA-01.06	U. FLORIDA 1970	32,83	%

Página 1 de 1

ANÁLISIS	**TIPO DE MUESTRA	CÓDIGO DE LA MUESTRA	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
HUMEDAD	Nabo Forrajero T 13	24-0465	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	89,38	%
CENIZAS <sup>Ω</sup>	Nabo Forrajero T 13	24-0465	MO-LSAIA-01.02	U. FLORIDA 1970	12,91	%
EXTRACTO ETÉREO (EE) <sup>Ω</sup>	Nabo Forrajero T 13	24-0465	MO-LSAIA-01.03	U. FLORIDA 1970	4,49	%
PROTEÍNA <sup>Ω</sup>	Nabo Forrajero T 13	24-0465	MO-LSAIA-01.04	U. FLORIDA 1970	33,53	%
FIBRA <sup>Ω</sup>	Nabo Forrajero T 13	24-0465	MO-LSAIA-01.05	U. FLORIDA 1970	15,24	%
ELEMENTOS LIBRES DE NITRÓGENO E.L.N.	Nabo Forrajero T 13	24-0465	MO-LSAIA-01.06	U. FLORIDA 1970	33,83	%
HUMEDAD	Nabo Forrajero T 14	24-0466	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	89,35	%
CENIZAS <sup>Ω</sup>	Nabo Forrajero T 14	24-0466	MO-LSAIA-01.02	U. FLORIDA 1970	12,80	%
EXTRACTO ETÉREO (EE) <sup>Ω</sup>	Nabo Forrajero T 14	24-0466	MO-LSAIA-01.03	U. FLORIDA 1970	4,54	%
PROTEÍNA <sup>Ω</sup>	Nabo Forrajero T 14	24-0466	MO-LSAIA-01.04	U. FLORIDA 1970	30,82	%
FIBRA <sup>Ω</sup>	Nabo Forrajero T 14	24-0466	MO-LSAIA-01.05	U. FLORIDA 1970	15,24	%
ELEMENTOS LIBRES DE NITRÓGENO E.L.N.	Nabo Forrajero T 14	24-0466	MO-LSAIA-01.06	U. FLORIDA 1970	36,60	%

**OBSERVACIONES:** Muestra entregada por el cliente. La toma de muestra no es responsabilidad del laboratorio, le corresponde al cliente. Los ensayos marcados con (Ω) se reportan en base seca. Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados solo están relacionados con la muestra sometida a ensayo que se detalla en este documento tal como se recibió. El laboratorio se responsabiliza de toda la información suministrada en el informe, excepto cuando la información la suministre el cliente. **NOTA DE DESCARGO:** Si el lector de este correo electrónico no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información. De igual manera, la información entregada por el cliente, generada durante las actividades del laboratorio e información contenida en este informe es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por éste. Los datos marcados con \*\* son suministrados por cliente, el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

RESPONSABLES DEL INFORME	
<b>Nombre</b>	Dr. Iván Samaniego, PhD.
<b>Cargo</b>	RESPONSABLE DNC
<b>Firma</b>	 <small>           Firmado en el sistema de firma electrónica por:            IVAN SAMANIEGO MAIGUUA         </small>
<b>Fecha</b>	2024-07-16

Página 2 de 2

## Anexo 6. Proceso experimental



**Figura 7.** Preparación del terreno



**Figura 8.** División y rotulación de las parcelas



**Figura 9.** Insumos utilizados



**Figura 10.** Inoculación de microorganismos



**Figura 11.** Fertilización



**Figura 12.** Toma de datos



**Figura 13.** Toma de datos



**Figura 14.** Corte 1



**Figura 15.** Corte 2



**Figura 16.** Pesaje de la materia verde

## Anexo 7. Costo beneficio por hectárea

**Tabla 23.** Costo beneficio Brassica por hectárea

Tratamientos	Rendimiento Kg/Ha	Valor de producción USD/Kg	Ingreso Venta	Costo por tratamiento	Costo Beneficio	Beneficio Directo
T1	36875	0.12	4425	2529	1.75	0.75
T2	34658	0.12	4158.9 6	2154	1.93	0.93
T3	32083	0.12	3849.9 6	1991	1.93	0.93
T4	34375	0.12	4125	1802	2.29	1.29
T5	35208	0.12	4224.9 6	2779	1.52	0.52
T6	31458	0.12	3774.9 6	2404	1.57	0.57
T7	38850	0.12	4662	2241	2.08	1.08
T8	38333	0.12	4599.9 6	2031	2.26	1.26
T9	46516	0.12	5581.9 2	2875	1.94	0.94
T10	41250	0.12	4950	2500	1.98	0.98
T11	39375	0.12	4725	2337	2.02	1.02
T12	41041	0.12	4924.9 2	2008	2.45	1.45
T13	31141	0.12	3736.9 2	2433	1.54	0.54
T14	28958	0.12	3474.9 6	1289	2.70	1.70

**Anexo 8.** Verificación de supuestos: Normalidad y Homogeneidad de varianzas

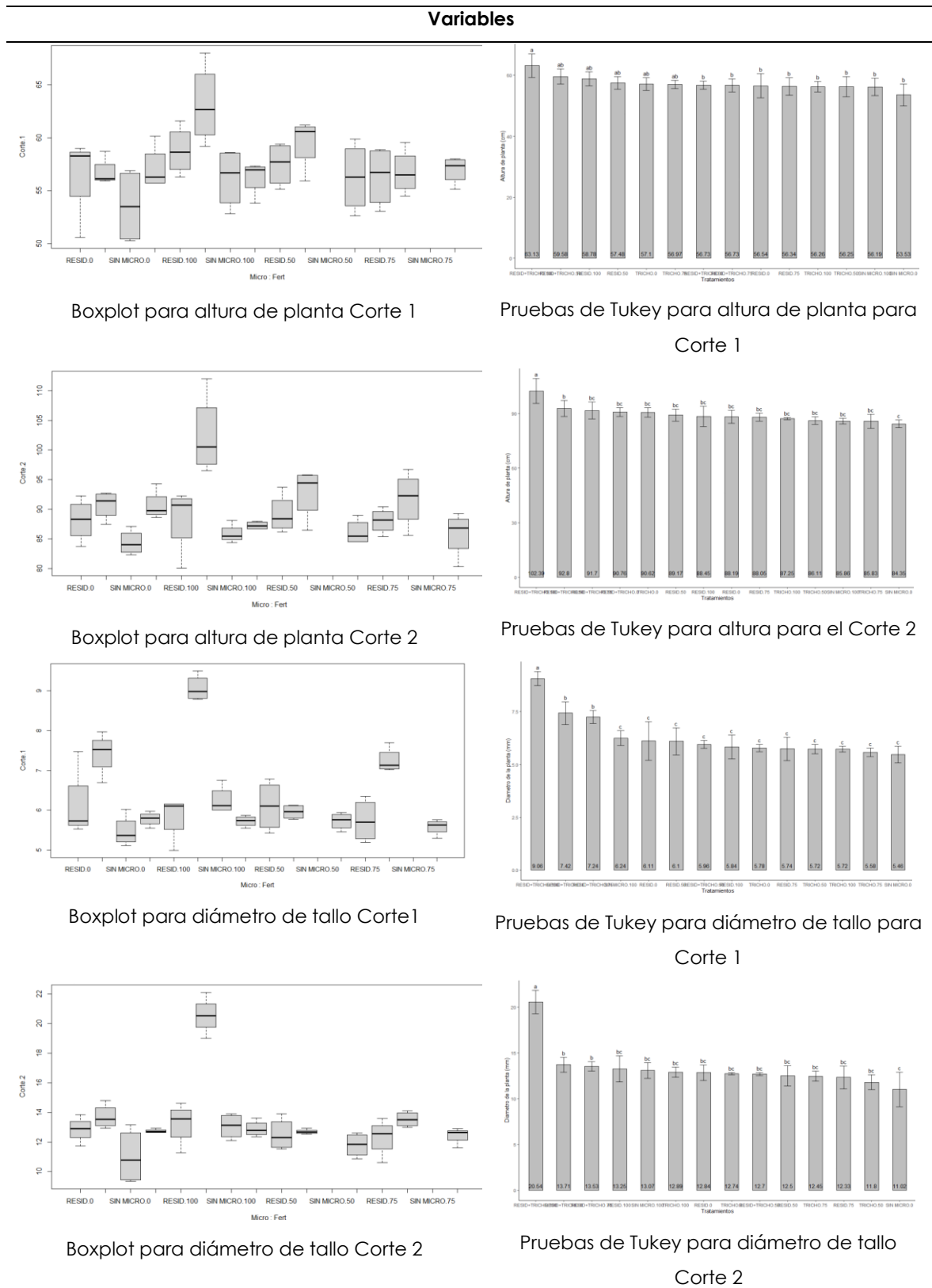
**Tabla 24.** Normalidad y homogeneidad de varianzas

Variable	NORMALIDAD		HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS	
	Prueba de Shapiro		Prueba de Bartlett	
	SI	NO	SI	NO
Altura de planta Corte 1 (60 dds)	0.1484		0.8305	
Altura de planta Corte 2 (120 dds)	0.3334		0.1227	
Diámetro de tallo Corte 1 (60 dds)	0.06506		0.08083	
Diámetro de tallo Corte 2 (120 dds)	0.1638		0.06275	
Número de hojas Corte 1 (60 dds)	0.5500		0.2205	
Número de hojas Corte 2 (120 dds)	0.1577		0.1230	
Rendimiento Kg Corte 1 (60 dds)	0.5017		0.4425	
Rendimiento Kg Corte 2 (120 dds)	0.6709		0.3189	
Humedad Corte 1 (60 dds)	0.06504		0.07024	
Cenizas Corte 1 (60 dds)	0.08664		0.0677	
Extracto etéreo Corte 1 (60 dds)	0.2614		0.08891	
Proteína Corte 1 (60 dds)	0.08112		0.09755	
Fibra Corte 1 (60 dds)	0.259		0.08289	
Elementos libres de nitrógeno Corte 1 (60 dds)	0.3239		0.8427	
Humedad Corte 2 (120 dds)	0.1127		0.992	
Cenizas Corte 2 (120 dds)	0.07885		0.8164	
Extracto etéreo Corte 2 (120 dds)	0.5909		0.9878	
Proteína Corte 2 (120 dds)	0.3641		0.9885	
Fibra Corte 2 (120 dds)	0.05932		0.9878	
Elementos libres de nitrógeno Corte 2 (120 dds)	0.2233		0.9124	

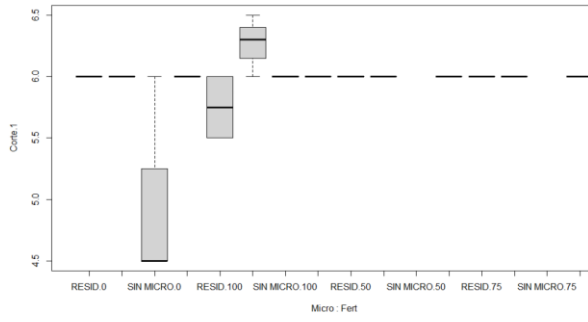
**Nota.** dds: días después de la siembra. Fuente: Elaboración propia

**Anexo 9.** Boxplot y pruebas de Tukey al 5% para las variables evaluadas

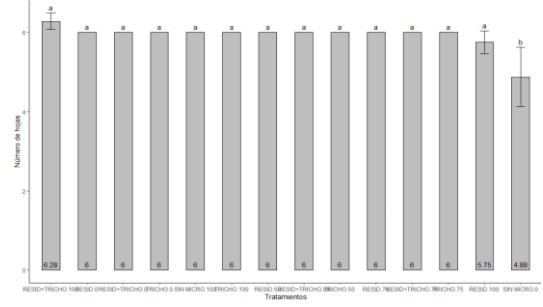
**Tabla 25.** Bloxpot y pruebas de Tukey al 5%



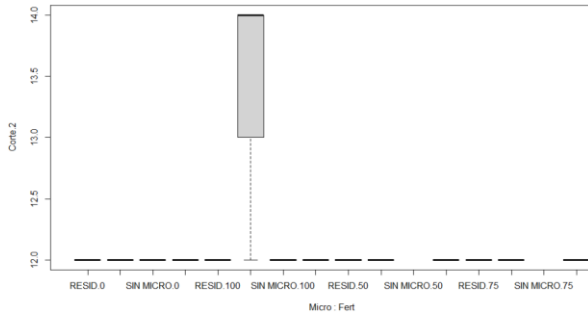




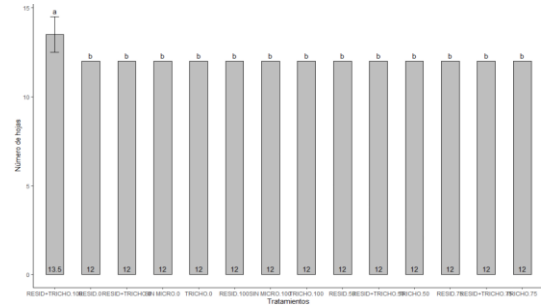
Boxplot para número de hojas Corte 1



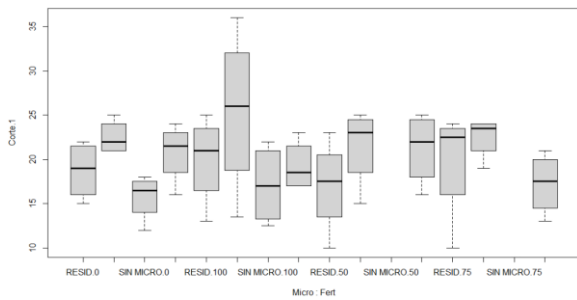
Pruebas de Tukey para número de hojas Corte 1



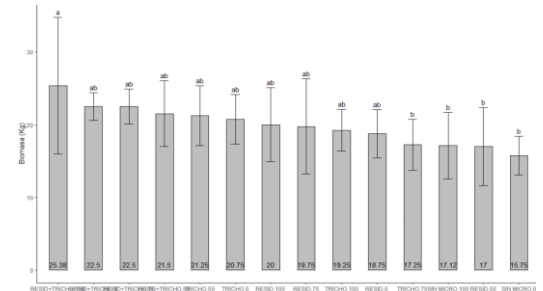
Boxplot para número de hojas Corte 2



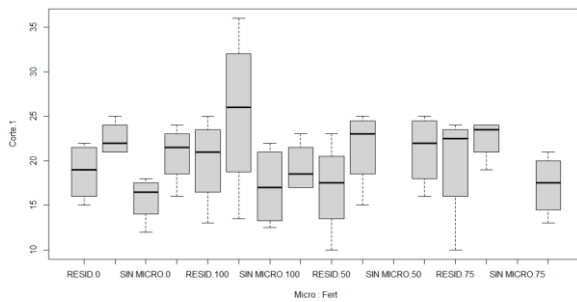
Pruebas de Tukey para número de hojas Corte 2



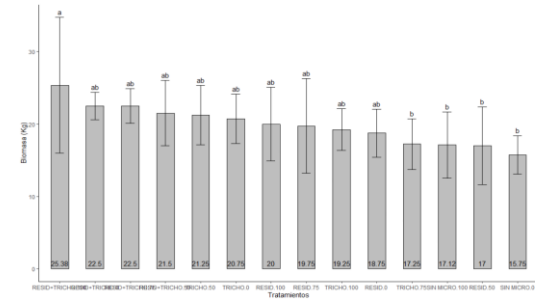
Boxplot para rendimiento Corte 1



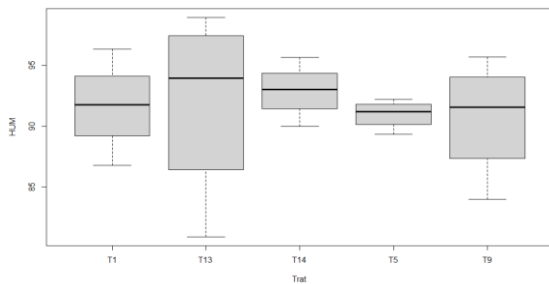
Pruebas de Tukey para rendimiento Corte 1



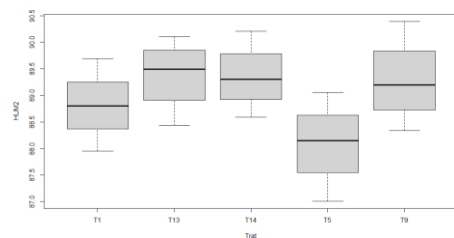
Boxplot para rendimiento Corte 2



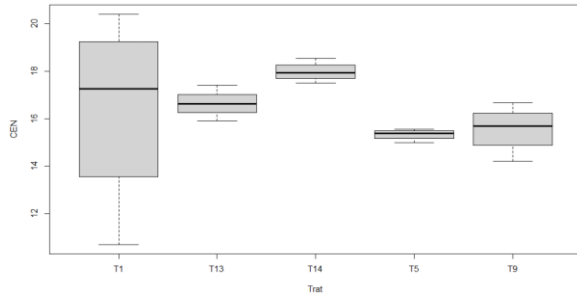
Pruebas de Tukey para rendimiento Corte 2



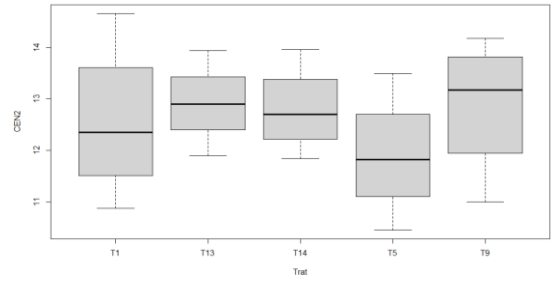
Boxplot para porcentaje de Humedad Corte 1



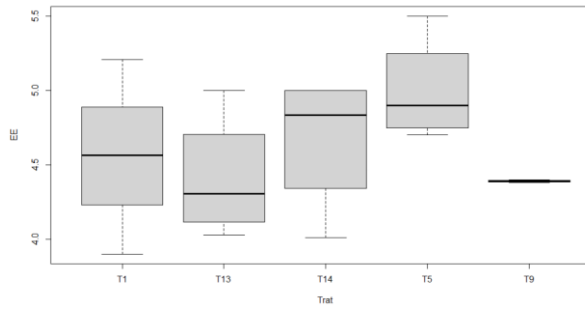
Boxplot para porcentaje de Humedad Corte 2



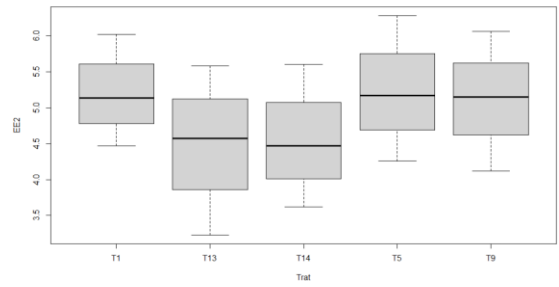
Boxplot para porcentaje de Cenizas Corte 1



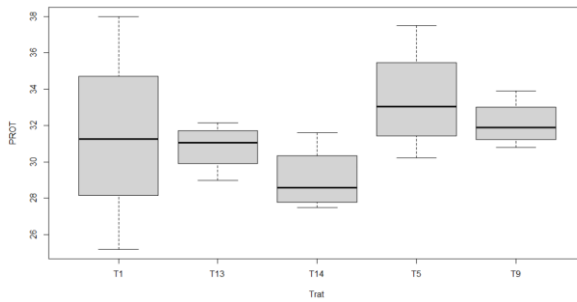
Boxplot para porcentaje de Cenizas Corte 2



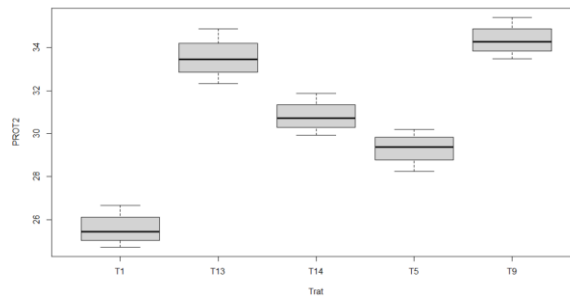
Boxplot para porcentaje de Extractos Etéreos Corte 1



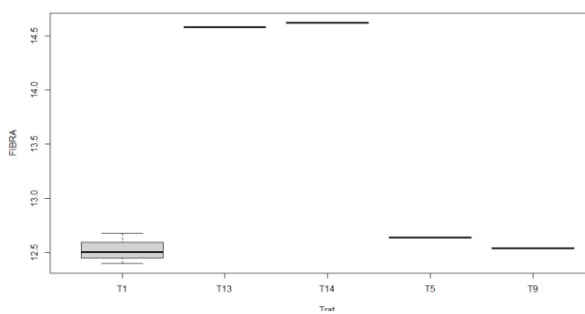
Boxplot para porcentaje de Extractos Etéreos Corte 2



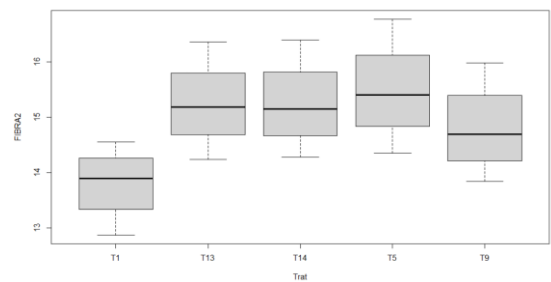
Boxplot para porcentaje de Proteína Corte 1



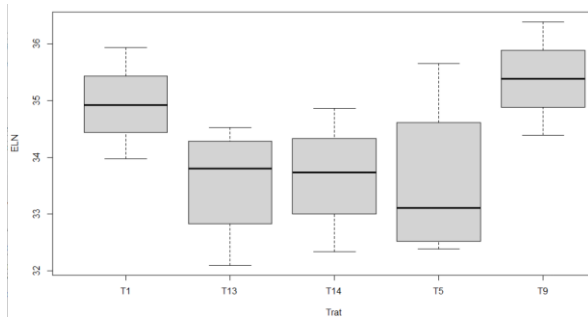
Boxplot para porcentaje de Proteína Corte 2



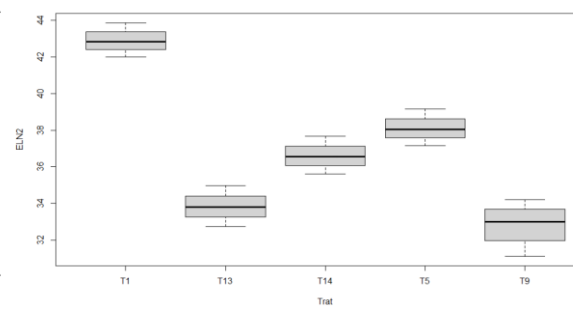
Boxplot para porcentaje de Fibra Corte 1



Boxplot para porcentaje de Fibra Corte 2



Boxplot para porcentaje de Elementos Libres de Nitrógeno Corte 1



Boxplot para porcentaje de Elementos Libres de Nitrógeno Corte 2

**Anexo 10.** Script para realizar el análisis estadístico en R Studio de un DBCA con arreglo factorial 4x3

```
library(agricolae)
#Cargar los datos
dbca=read.delim("clipboard",header=TRUE,
               colClasses=c("factor","factor","factor","numeric","numeric"))
attach(dbca)
str(dbca)
summary(dbca)
boxplot(Alt.1 ~ Micro*Fert)
#Ejecutar el ANOVA
anova<- aov(Alt.1~Bloq+Fert*Micro,data=dbca)
summary(anova)
cv.model(anova)
#Supuestos
plot(anova,2)
shapiro.test(residuals(anova))
shapiro.test(anova$residuals)
plot(anova,1)
bartlett.test(Alt.1~Micro,data=dbca)
bartlett.test(Alt.1~Fert,data=dbca)
bartlett.test(Alt.1~interaction(Micro,Fert),data=dbca)
# Tukey para cada factor
HSD.test(anova, "Fert", console=T)
HSD.test(anova, "Micro", console=T)
# Tukey para la interacción
HSD.test(y=Alt.1,
        trt=Micro:Fert,
        DFerror=anova$df.residual,
        MSerror=deviance(anova)/anova$df.residual,
        group=TRUE,
        console=TRUE)
#Grafica factores
#Comparacion de medias
tukey_e <- HSD.test(anova, "Fert", console=T)
```

```

tukey_e$groups
#Resumir los datos
install.packages("tidyverse")
library(tidyverse)
resumen <- dbca %>% group_by(Fert) %>%
  summarise(promedio=mean(Alt.1),de=sd(Alt.1),r=length(Alt.1)) %>%
  arrange(desc(promedio))
#Pasar las letras de agrupacion Tukey (0.05)
resumen$grupo <- tukey_e$groups$groups
#Elaborar la grafica de barras
library(ggplot2)
resumen$Fert <- factor(resumen$Fert, levels = resumen$Fert[order(-
resumen$promedio)])
ggplot(resumen, aes(x = Fert, y = promedio)) +
  geom_bar(stat = "identity", fill = "gray", colour = "black", width = 0.50) +
  geom_errorbar(aes(ymin = promedio - de, ymax = promedio + de), width = 0.25)
+
  geom_text(aes(y = promedio + de, label = grupo), vjust = -0.5) +
  geom_text(aes(y = 0, label = round(promedio, 2)), vjust = -0.5) +
  labs(x = "Tratamientos", y = "Número de hojas") +
  theme_classic()
#Grafica interaccion
#Comparacion de medias
tukey_e <- HSD.test(y=Alt.1,
  trt=Micro:Fert,
  DFerror=anova$df.residual,
  MSerror=deviance(anova)/anova$df.residual,
  group=TRUE,
  console=TRUE)
tukey_e$groups
#Resumir los datos
install.packages("tidyverse")
library(tidyverse)
resumen <- dbca %>% group_by(interaction(Micro,Fert)) %>%

```

```

summarise(promedio=mean(Alt.1),de=sd(Alt.1),r=length(Alt.1)) %>%
  arrange(desc(promedio))
#Pasar las letras de agrupacion Tukey (0.05)
resumen$grupo <- tukey_e$groups$groups
#Elaborar la grafica de barras
library(ggplot2)
# Reordenar el factor 'Trat' según el promedio de mayor a menor
resumen$`interaction(Micro, Fert)` <- factor(resumen$`interaction(Micro, Fert)`
      , levels = resumen$`interaction(Micro, Fert)`
      [order(-resumen$promedio)])
ggplot(resumen, aes(x = `interaction(Micro, Fert)`, y = promedio)) +
  geom_bar(stat = "identity", fill = "gray", colour = "black", width = 0.50) +
  geom_errorbar(aes(ymin = promedio - de, ymax = promedio + de), width = 0.25)
+
  geom_text(aes(y = promedio + de, label = grupo), vjust = -0.5) +
  geom_text(aes(y = 0, label = round(promedio, 2)), vjust = -0.5) +
  labs(x = "Tratamientos", y = "Número de hojas") +
  theme_classic()

```