



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE  
COMPOST Y BIOL EN EL CULTIVO DE CEBOLLA BLANCA  
(*Allium fistulosum* L.) EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI.**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**AUTORA:**

**NATALY SILVANA REINO HUARACA**

Riobamba – Ecuador

2022



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE  
COMPOST Y BIOL EN EL CULTIVO DE CEBOLLA BLANCA**  
**(*Allium fistulosum* L.) EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI.**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**AUTORA:** NATALY SILVANA REINO HUARACA

**DIRECTOR:** Ing. ALFONSO LEONEL SUÁREZ TAPIA PhD.

Riobamba – Ecuador

2022

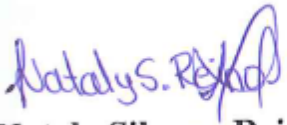
© 2022, Nataly Silvana Reino Huaraca

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, NATALY SILVANA REINO HUARACA, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 08 de junio de 2022



**Nataly Silvana Reino Huaraca**  
C.I. 050315606-9

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE COMPOST Y BIOL EN EL CULTIVO DE CEBOLLA BLANCA (*Allium fistulosum* L.) EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI**, realizado por la señorita: **NATALY SILVANA REINO HUARACA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Víctor Alberto Lindao Córdova PhD. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2022-06-08
Ing. Alfonso Leonel Suárez Tapia PhD. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		2022-06-08
Ing. José Franklin Arcos Torres. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>		2022-06-08

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la sabiduría, fortaleza y la valentía para alcanzar mis sueños. A mis padres Rosa y Alberto por darme la mejor herencia de la vida “El Estudio” con su dedicación, amor y abnegación en toda mi formación académica de inicio a fin. A mí querida hermana Evelyn que me ha brindado su cariño y apoyo incondicional. A mi abuelita María que desde el cielo me guía y protege, a Santiago Cordovéz que se ha convertido en un padrino mágico que me ha apoyado y guiado en todo momento. A mis mejores amigos que se han convertido en mis hermanos y hermanas Beatriz, Gloria, Benjamín, Félix, Yalic. A mis catedráticos, por el aporte de sus conocimientos e inspiración, en especial, Víctor Lindao, Alfonso Suarez Franklin Arcos, Marco Vivar, Norma Erazo.

*Nataly*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por estar siempre ahí para mí cuando la vida me ponía pruebas tan grandes y me caía a pedazos. A mis padres que me apoyaron en todo este proceso desde inicio a fin para lograr mis metas. A toda mi familia que estuvieron dándome ánimos para cumplir mis sueños. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y en forma especial a la Facultad de Recursos Naturales, por acogerme en sus aulas y permitirme formar profesionalmente. Al Ing. Alfonso Suárez Tapia PhD, por sus enseñanzas y confianza brindada durante el proceso de titulación y por no dudar en ningún momento su ayuda. Al Ing. Franklin Arcos, por su ayuda y exigencia durante el proceso de Titulación con su apoyo a formarme profesionalmente.

*Nataly*

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Abonos orgánicos.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.1. Compost.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.2. Influencia sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.3. Propiedades físicas.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.4. Propiedades químicas.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1.5. Propiedades biológicas.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2. Biol.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2.1. Biofol-Ecu.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2.2. Nutrientes proporcionados.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.3. Nitrato de calcio.....</b>	<b>7</b>
<b>1.3. Ciclo del nitrógeno en el suelo.....</b>	<b>9</b>
<b>1.3.1. Roles en la planta.....</b>	<b>9</b>
<b>1.3.2. Nitrógeno orgánico.....</b>	<b>10</b>
<b>1.3.3. Nitrógeno inorgánico.....</b>	<b>10</b>
<b>1.3.4. Dinámica del nitrógeno.....</b>	<b>10</b>
<b>1.3.4.1. Ganancias de N por el suelo.....</b>	<b>11</b>
<b>1.3.4.2. Transformaciones del N en el suelo.....</b>	<b>12</b>
<b>1.3.4.3. Pérdidas de N desde el suelo.....</b>	<b>12</b>
<b>1.3.4.4. Balance de nitrógeno en el suelo.....</b>	<b>12</b>
<b>1.3.5. Valor de fertilizante compost.....</b>	<b>14</b>
<b>1.3.6. Valor del fertilizante nitrógeno.....</b>	<b>14</b>
<b>1.3.7. Curva de calibración.....</b>	<b>14</b>
<b>1.3.8. Modelo matemático.....</b>	<b>14</b>



<b>1.4.</b>	<b>Nivel del óptimo agrícola.....</b>	<b>16</b>
<b>1.5.</b>	<b>Cultivo de cebolla.....</b>	<b>16</b>
<b>1.5.1.</b>	<b><i>Clasificación taxonómica .....</i></b>	<b>16</b>
<b>1.5.2.</b>	<b><i>Características botánicas .....</i></b>	<b>17</b>
<b>1.5.2.1.</b>	<b><i>Raíz.....</i></b>	<b>17</b>
<b>1.5.2.2.</b>	<b><i>Tallo.....</i></b>	<b>17</b>
<b>1.5.2.3.</b>	<b><i>Hojas.....</i></b>	<b>17</b>
<b>1.5.2.4.</b>	<b><i>Flores.....</i></b>	<b>17</b>
<b>1.5.2.5.</b>	<b><i>Frutos.....</i></b>	<b>17</b>
<b>1.5.2.6.</b>	<b><i>Semillas .....</i></b>	<b>17</b>
<b>1.5.3.</b>	<b><i>Requerimientos del cultivo .....</i></b>	<b>18</b>
<b>1.5.3.1.</b>	<b><i>Climáticos.....</i></b>	<b>18</b>
<b>1.5.3.2.</b>	<b><i>Temperatura, luminosidad, altitud .....</i></b>	<b>18</b>
<b>1.5.3.3.</b>	<b><i>Humedad relativa .....</i></b>	<b>18</b>
<b>1.5.3.4.</b>	<b><i>Suelo .....</i></b>	<b>18</b>
<b>1.5.3.5.</b>	<b><i>Fertilización.....</i></b>	<b>18</b>
<b>1.5.4.</b>	<b><i>Etapas fenológicas .....</i></b>	<b>19</b>
<b>1.5.5.</b>	<b><i>Manejo del cultivo.....</i></b>	<b>19</b>
<b>1.5.5.1.</b>	<b><i>Preparación del suelo.....</i></b>	<b>19</b>
<b>1.5.5.2.</b>	<b><i>Abonado.....</i></b>	<b>19</b>
<b>1.5.5.3.</b>	<b><i>Propagación .....</i></b>	<b>19</b>
<b>1.5.5.4.</b>	<b><i>Siembra o Plantación .....</i></b>	<b>20</b>
<b>1.5.5.5.</b>	<b><i>Plagas y enfermedades del cultivo de cebolla blanca .....</i></b>	<b>21</b>
<b>1.5.5.6.</b>	<b><i>Plagas.....</i></b>	<b>21</b>
<b>1.5.5.7.</b>	<b><i>Enfermedades .....</i></b>	<b>22</b>
<b>1.5.5.8.</b>	<b><i>Cosecha .....</i></b>	<b>22</b>
<b>1.5.5.9.</b>	<b><i>Rendimiento .....</i></b>	<b>23</b>

## **CAPÍTULO II**

<b>2.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>24</b>
<b>2.1.</b>	<b>Características del lugar .....</b>	<b>24</b>
<b>2.1.1.</b>	<b><i>Localización .....</i></b>	<b>24</b>
<b>2.1.2.</b>	<b><i>Ubicación geográfica .....</i></b>	<b>24</b>
<b>2.1.3.</b>	<b><i>Condiciones climáticas del ensayo .....</i></b>	<b>24</b>
<b>2.1.4.</b>	<b><i>Características del suelo .....</i></b>	<b>25</b>
<b>2.1.5.</b>	<b><i>Agua .....</i></b>	<b>25</b>

2.1.6.	<i>Ecología</i> .....	25
2.1.7.	<i>Cultivos predominantes</i> .....	25
2.2.	<b>Materiales y herramientas</b> .....	25
2.2.1.	<i>Materiales de oficina</i> .....	25
2.2.2.	<i>Herramientas</i> .....	26
2.3.	<b>Factores de estudio</b> .....	26
2.3.1.	<i>Diseño experimental</i> .....	26
2.3.2.	<i>Tratamientos</i> .....	26
2.3.3.	<i>Características de la unidad experimental</i> .....	27
2.3.4.	<i>Diseño o esquema de campo</i> .....	27
2.3.5.	<i>Análisis estadístico</i> .....	28
2.3.6.	<i>Análisis funcional</i> .....	28
2.3.7.	<i>Análisis económico</i> .....	28
2.4.	<b>Manejo del ensayo</b> .....	28
2.4.1.	<i>Preparación del terreno</i> .....	28
2.4.2.	<i>Siembra</i> .....	29
2.4.3.	<i>Trazado de las parcelas</i> .....	29
2.4.4.	<i>Fertilización</i> .....	29
2.4.5.	<i>Riego</i> .....	29
2.4.6.	<i>Control de malezas</i> .....	29
2.4.7.	<i>Control fitosanitario</i> .....	29
2.4.8.	<i>Registro de datos</i> .....	30
2.4.9.	<i>Cosecha</i> .....	30
2.5.	<b>VARIABLES POR EVALUAR</b> .....	30
2.5.1.	<i>Características de la cebolla blanca investigada</i> .....	30
2.5.2.	<i>Rendimiento por hectárea</i> .....	30
2.5.3.	<i>Número de tallos por metro cuadrado</i> .....	30
2.5.4.	<i>Peso del bulbo</i> .....	30
2.5.5.	<i>Determinación de concentración de nitrógeno en la planta</i> .....	30
2.5.6.	<i>Eficiencia del uso de fertilizante nitrógeno</i> .....	31
2.5.7.	<i>Valor reemplazo</i> .....	31

### CAPÍTULO III

3.	<b>RESULTADOS</b> .....	32
3.1.	<b>Rendimiento del cultivo</b> .....	32
3.2.	<b>Número de tallos por planta</b> .....	34

<b>3.3.</b>	<b>Peso de los tallos de cebolla blanca .....</b>	<b>36</b>
<b>3.4.</b>	<b>Eficiencia del uso de fertilizante.....</b>	<b>37</b>
<b>3.5.</b>	<b>Valor de reemplazo del fertilizante Compost en el cultivo de cebolla blanca (<i>Allium fistulosum</i> L.).....</b>	<b>39</b>
<b>3.6.</b>	<b>Óptimo agrícola en el rendimiento de cebolla blanca en t/ha.....</b>	<b>40</b>
<b>3.7.</b>	<b>Análisis de la relación beneficio /costo.....</b>	<b>41</b>
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>46</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>47</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Composición Bioquímica del Compost-Ecu .....	5
<b>Tabla 2-1:</b>	Composición aproximada que debe tener un abono orgánico (sólido) y un abono organomineral. ....	7
<b>Tabla 3-1:</b>	Nutrientes proporcionados.....	7
<b>Tabla 4-1:</b>	Análisis nutrimental del Nitrato de calcio. ....	8
<b>Tabla 5-1:</b>	Características químicas. ....	8
<b>Tabla 6-1:</b>	Características químicas del Nitrato de Calcio Yaramil.....	8
<b>Tabla 7-1:</b>	Clasificación taxonómica .....	16
<b>Tabla 8-1:</b>	Principales plagas que atacan a la cebolla blanca.....	21
<b>Tabla 9-1:</b>	Principales enfermedades del cultivo de cebolla .....	22
<b>Tabla 10-2:</b>	Factores de estudio. ....	26
<b>Tabla 11-2:</b>	Tratamientos en estudio.....	26
<b>Tabla 12-2:</b>	Esquema del Análisis de Varianza .....	28
<b>Tabla 13-3:</b>	Análisis de varianza para el rendimiento del cultivo en kg/ha. ....	32
<b>Tabla 14-3:</b>	Prueba de significación LSD al 10 % para las fuentes en la variable rendimiento del cultivo de cebolla blanca.....	33
<b>Tabla 15-3:</b>	Polinomios ortogonales para el rendimiento del cultivo. ....	34
<b>Tabla 16-3:</b>	Análisis de varianza para el número de tallos por planta. ....	35
<b>Tabla 17-3:</b>	Polinomios ortogonales para el número de tallos.....	36
<b>Tabla 18-3:</b>	Análisis de varianza para el peso de tallos de cebolla blanca.....	37
<b>Tabla 19-3:</b>	Polinomios ortogonales para el peso de los tallos. ....	37
<b>Tabla 20-3:</b>	Análisis de varianza para la eficiencia del uso de fertilizante. ....	38
<b>Tabla 21-3:</b>	Análisis de varianza para el valor reemplazo. ....	39
<b>Tabla 22-3:</b>	Valor del optimo agrícola.....	41
<b>Tabla 23-3:</b>	Relación beneficio-costos del cultivo de cebolla blanca.....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b>	Propiedades físicas del compost.....	4
<b>Figura 2-1:</b>	Propiedades químicas del compost.....	5
<b>Figura 3-1:</b>	Propiedades biológicas del compost.....	6
<b>Figura 4-1:</b>	Relaciones entre el ciclo del nitrógeno.....	11
<b>Figura 5-1:</b>	Fijación biológica del nitrógeno.....	12
<b>Figura 6-1:</b>	Fijación no simbiótica.....	13
<b>Figura 7-1:</b>	Fijación simbiótica con leguminosas.....	13
<b>Figura 8-1:</b>	Manejo práctico del nitrógeno del suelo.....	13
<b>Figura 9-1:</b>	Etapas fenológicas de la cebolla blanca ( <i>Allium fistulosum</i> L.).....	19
<b>Figura 10-2:</b>	Esquema de campo.....	27

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b>	Rendimiento del cultivo de cebolla blanca ( <i>Allium fistulosum</i> L.).....	33
<b>Gráfico 2-3:</b>	Efecto de la aplicación de dosis creciente de N en el rendimiento del cultivo de cebolla blanca ( <i>Allium fistulosum</i> L.).....	34
<b>Gráfico 3-3:</b>	Número de tallos de cebolla blanca ( <i>Allium fistulosum</i> L.).....	35
<b>Gráfico 4-3:</b>	Efecto de la aplicación de dosis creciente de N en el número de tallos de cebolla blanca ( <i>Allium fistulosum</i> L.).....	36
<b>Gráfico 5-3:</b>	Eficiencia de las fuentes de fertilizantes orgánicos en el cultivo de cebolla blanca. .....	38
<b>Gráfico 6-3:</b>	Eficiencia de las fuentes por dosis de fertilizantes orgánicos en el cultivo de cebolla blanca.....	39
<b>Gráfico 7-3:</b>	Eficiencia de las fuentes de fertilizantes orgánicos en el cultivo de cebolla blanca... ..	40
<b>Gráfico 8-3:</b>	Rendimiento. ....	40
<b>Gráfico 9-3:</b>	Relación beneficio/costo de la cebolla blanca.....	41

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL.
- ANEXO B:** ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL ENSAYO.
- ANEXO C:** PRESUPUESTO PARA LA EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.
- ANEXO D:** CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.
- ANEXO E:** TRAZADO DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES.
- ANEXO F:** IDENTIFICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.
- ANEXO G:** SELECCIÓN DE LAS PLANTAS DE LOS TRATAMIENTOS.
- ANEXO H:** ABONOS ORGÁNICOS E INORGÁNICO, NECESARIOS EN EL ENSAYO.
- ANEXO I:** LIMPIEZA DE LA PARCELA.
- ANEXO J:** APLICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES EN CADA PARCELA EXPERIMENTAL.
- ANEXO K:** IDENTIFICACIÓN DE LOS TALLOS DE LAS PLANTAS SELECCIONADAS.
- ANEXO L:** REGISTRO DE DATOS, NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA.
- ANEXO M:** COSECHA.
- ANEXO N:** CLASIFICACIÓN POR TRATAMIENTOS Y REPETICIONES.
- ANEXO O:** PESADO DE LOS TALLOS DE CADA TRATAMIENTO DEL ENSAYO.
- ANEXO P:** LIMPIEZA DE LA CEBOLLA BLANCA.
- ANEXO Q:** CORTE Y SECADO DE LA CEBOLLA BLANCA.
- ANEXO R:** SECADO, PESADO Y PROCESADO DE LA CEBOLLA BLANCA.
- ANEXO S:** PESADO E ETIQUETADO.
- ANEXO T:** MÉTODO KJELDAHL.
- ANEXO U:** ANÁLISIS DEL NITRÓGENO TOTAL.
- ANEXO V:** RENDIMIENTO DEL CULTIVO.
- ANEXO W:** PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN LSD AL 10% PARA EL RENDIMIENTO.
- ANEXO X:** NÚMERO DE TALLOS.
- ANEXO Y:** PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN LSD AL 10 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA.
- ANEXO Z:** PESO DE TALLOS POR PLANTA.
- ANEXO AA:** PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN LSD AL 10 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO DE TALLOS POR PLANTA.
- ANEXO BB:** DIAGRAMA DE DISPERSIÓN PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE CEBOLLA.

- ANEXO CC:** DIAGRAMA DE DISPERSIÓN PARA LA VARIABLE NÚMERO DE TALLOS DEL CULTIVO DE CEBOLLA.
- ANEXO DD:** DIAGRAMA DE DISPERSIÓN PARA LA VARIABLE PESO DE TALLOS DEL CULTIVO DE CEBOLLA.
- ANEXO EE:** DIAGRAMA DE DISPERSIÓN PARA LA VARIABLE VALOR REEMPLAZO.
- ANEXO FF:** DIAGRAMA DE DISPERSIÓN PARA LA VARIABLE NITRÓGENO ABSORBIDO (KG/HA).



## RESUMEN

La presente investigación propuso: Evaluar el efecto de la aplicación de compost y biol en el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum* L.) en la provincia de Cotopaxi. Se aplicó un diseño experimental de bloques completos al azar con doce tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos que se utilizó son, el compost, biol y el nitrato de calcio, a diferentes dosis 50, 100 y 150 Kg N/ha. Se evaluó número de tallos por planta, peso del tallo, rendimiento por hectárea; para esta variable se utilizó la prueba de LSD al 10%, y la prueba de Shapiro Wilks, determinando la normalidad de los residuos. El análisis económico y funcional de los tratamientos se realizó por el óptimo agrícola y el análisis beneficio/costo. Para el valor reemplazo de fertilizantes a diferentes fuentes de nitrógeno se presentó al Compost con 41,39% y el Biol con 28,59% de eficiencia. En referencia al óptimo agrícola, con la aplicación del nitrato de calcio con una dosis de 471,07 kg N, se obtuvo un rendimiento de 17,6 t/ha, siendo el compost con 2079 kg N y para el biol con 253,93 kg N se obtuvo un rendimiento de 35,48 y 6,8 t/ha respectivamente. Se concluyó que el nitrato de calcio fue el fertilizante que alcanzó la mayor eficiencia de absorción con 60,69% a comparación del compost con 45,11% y el biol con 30,94%. Se recomienda calibrar la dosis de nitrógeno, utilizando diferentes fuentes de nitrógeno mineral para obtener mejores resultados.

**Palabras clave:** <ÓPTIMO AGRÍCOLA>, <DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA (LSD)>, <VALOR REEMPLAZO>, <COMPOST>, <BIOL>, <*Allium fistulosum* L.>.

  
D.B.R.A.  
Ing. Cristian Castillo

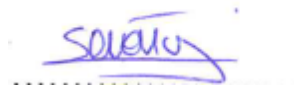


1596-DBRA-UTP-2022

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of the application of compost and biol on the white onion (*Allium fistulosum* L.) crop in Cotopaxi province. It was applied a randomized complete block experimental design with twelve treatments and three replications. The treatments used were compost, biol, and calcium nitrate, at different doses of 50, 100, and 150 kg N/ha. It was evaluated the number of stems per plant, stem weight, and yield per hectare. For this variable was used the LSD test at 10% and the Shapiro Wilks test to determine the normality of the residuals. It was carried out the economic and functional analysis of the treatments by the agricultural optimum and the benefit/cost analysis. For the substitution value of fertilizers at different nitrogen sources was presented at compost with 41.39% and Biol with 28.59% efficiency. About the agricultural optimum, the calcium nitrate application with a dose of 471.07 kg N has obtained a yield of 17.6 t/ha while that compost with 2079 kg N and for the biol with 253.93 kg N, the yield obtained was 35.48 and 6.8 t/ha, respectively. It was concluded that calcium nitrate was the fertilizer that achieved the highest absorption efficiency with 60.69%, compost with 45.11%, and biol with 30.94%. It is recommended to calibrate the nitrogen dosage using different mineral nitrogen sources to obtain better results.

**Keywords:** <AGRICULTURAL OPTIMUM>, <LEAST SIGNIFICANT DIFFERENCES (LSD)>, <REPLACEMENT VALUE> <COMPOST>, <BIOL>, <*Allium fistulosum* L.>.



.....  
Silvana Patricia Céleri Quinde

C.I: 0602669830

## INTRODUCCIÓN

“La cebolla blanca (*Allium fistulosum* L.), es una hortaliza considerada en el Ecuador y en el mundo como la más importante económicamente después del tomate, su producción mundial es de 180.243.000 t en una extensión de 1.308.000 ha. Los principales productores de cebolla en el mundo son China y la India con 15,6 y 6,5 millones de t/año, respectivamente” (FAO, 2002, p. 54).

“En el Ecuador, la producción de cebolla blanca ha tenido un comportamiento en aumento, pasando de 11,3 a 16,7 mil toneladas, mientras que la superficie cosechada se ha mantenido en 4 mil ha en promedio. Las principales provincias productoras Pichincha 51%, Tungurahua 31%, Chimborazo 9%, Cotopaxi 8% y Azuay 1%” (Infoagro, 2012, p. 4).

“El cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum* L.), con el paso de los años ha tenido un incremento en nuestro país, debido a que existe una gran demanda del producto a nivel nacional por su contenido de vitaminas A, B, C, Fósforo, Calcio, proteínas y fibra vegetal, además de los diversos usos que le dan en la cocina ecuatoriana e internacional” (Fabara, 2005, pp. 45-50).

El presente trabajo de investigación tiene como prioridad ayudar al sector agrícola con una forma sostenible de explotación del suelo, asegurando la futura sostenibilidad y rentabilidad con el agricultor, promoviendo el uso de abonos orgánicos evitando así el uso excesivo de fertilizantes químicos en los cultivos, los cuales son responsables de la detención en la actividad microbiana además de su fuerte impacto en el nicho ecológico, de esta forma se enfoca en evitar las técnicas de sobreexplotación de los suelos así como el de las plantas los cuales empobrecen y dejan infértil al suelo.

El uso de los plaguicidas sintéticos han ocasionado un impacto desastroso en la salud humana, los ecosistemas agrícolas y no solo la aparición de poblaciones de insectos cada vez más resistentes a estos productos, y en general, un deterioro de la salud de quienes consumen alimentos con residuos de ellos; el surgimiento de nuevas plagas y el incremento en los costos de producción, además del impacto ambiental negativo cada más notorio, motivo por el cual se buscan maneras alternativas (FAO, 2018, p. 54).

El impulso de los productos orgánicos contribuirá al control de plagas y enfermedades, y reemplazar de a poco a los pesticidas sintéticos, ofreciendo una seguridad ambiental y mejorando una eficiente opción agronómica.

BIOFOL-ECU y COMPOST-ECU, son alternativas orgánicas de fertilizantes para activar las defensas de las plantas y promover el equilibrio nutricional del suelo, aumentando la producción y mejorando la calidad de las plantas, lo cual se pretende probar en el presente trabajo su eficacia mediante aplicaciones de estos productos en diferentes dosis en el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum* L.), ya que estos productos ayudan a cuidar el medio ambiente obteniendo productos de mejor calidad de una manera más amigable.

El presente trabajo tiene como objetivo central evaluar el efecto de la aplicación de compost y biol en el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum* L.) en la provincia de Cotopaxi, para ejecutar la presente investigación se cuenta con un lote de 1015 m<sup>2</sup> de cebolla blanca, se aplicó un diseño experimental de bloques completos al azar con doce tratamientos y tres repeticiones de los abonos en estudio, se determinó el valor del fertilizante compost y biol en el cultivo, este proceso permitirá conocer la eficiencia del abono obteniendo productos de buena calidad para ser distribuidas en los mercados a nivel nacional.

## **Objetivos**

### **General**

Evaluar el efecto de la aplicación de compost y biol en el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum* L.) en la provincia de Cotopaxi.

### **Específicos**

- Determinar el valor fertilizante compost en el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum* L.).
- Determinar el valor fertilizante biol en el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum* L.).
- Calibrar el valor fertilizante nitrato de calcio.
- Realizar el análisis económico y funcional de los tratamientos.

## **Hipótesis**

### **Alternativa**

- Al menos uno de los abonos orgánicos influye significativamente en el rendimiento del cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum* L.).
- El valor fertilizante del compost y del biol es significativamente diferente al nitrato de calcio.

### **Nula**

- La aplicación de compost y biol no influye significativamente en el rendimiento del cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum* L.).
- El valor fertilizante del compost y del biol no es significativamente diferente al nitrato de calcio.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### 1.1. Abonos orgánicos

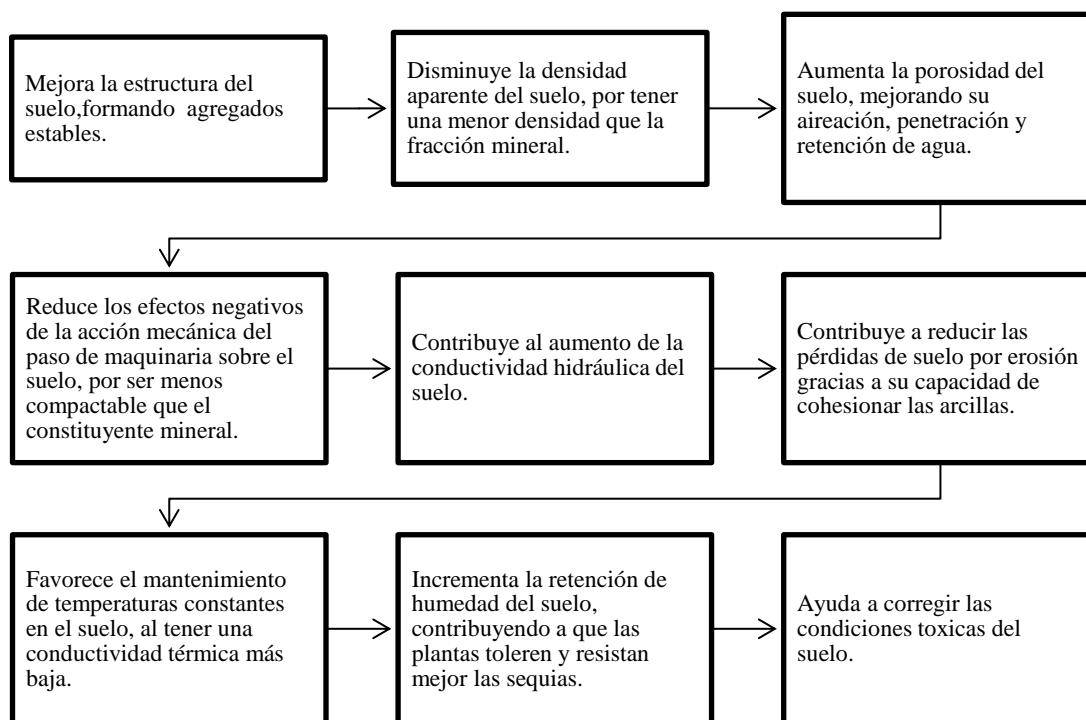
#### 1.1.1. Compost

El compost es un abono orgánico 100% natural, de color café oscuro, de dulce aroma y rico en nutrientes. Se usa como tierra y abono para nuestras plantas. Es el resultado de la degradación controlada de materia orgánica, como restos vegetales de jardín y de cocina, o el estiércol de los animales, como el caballo, la vaca, las gallinas, entre otras, del cual se obtiene una tierra rica en nutrientes, luego de su descomposición (Lara, 2001, p. 50).

#### 1.1.2. Influencia sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

La aplicación del compost en el suelo muestra efectos positivos en la mejora de las propiedades físicas y nutricionales del suelo, así tenemos:

#### 1.1.3. Propiedades físicas

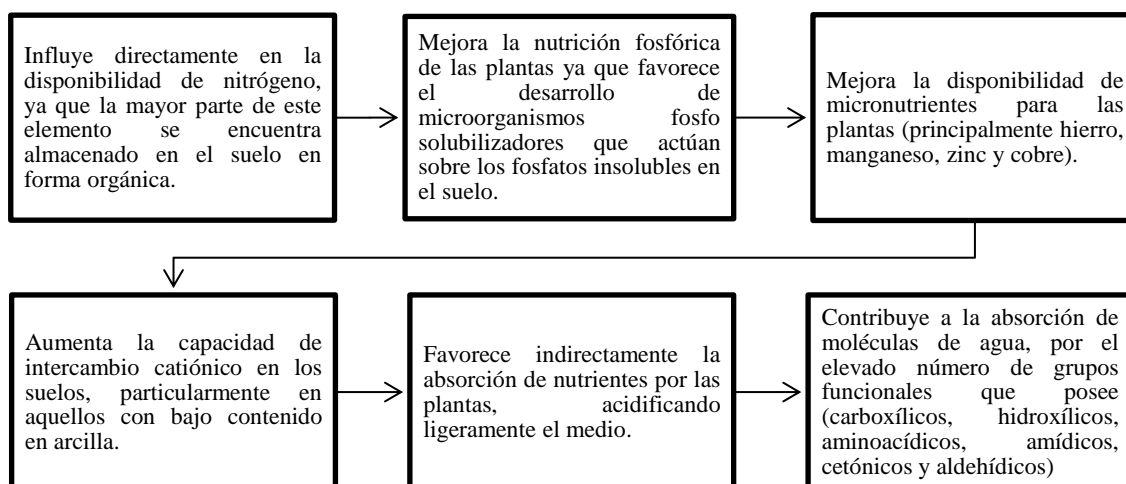


**Figura 1-1:** Propiedades físicas del compost.

Fuente: (Díaz, 2010), p.3

Realizado por: Reino, N. 2022.

### 1.1.4. Propiedades químicas



**Figura 2-1:** Propiedades químicas del compost.

Fuente: (Díaz, 2010), p.3

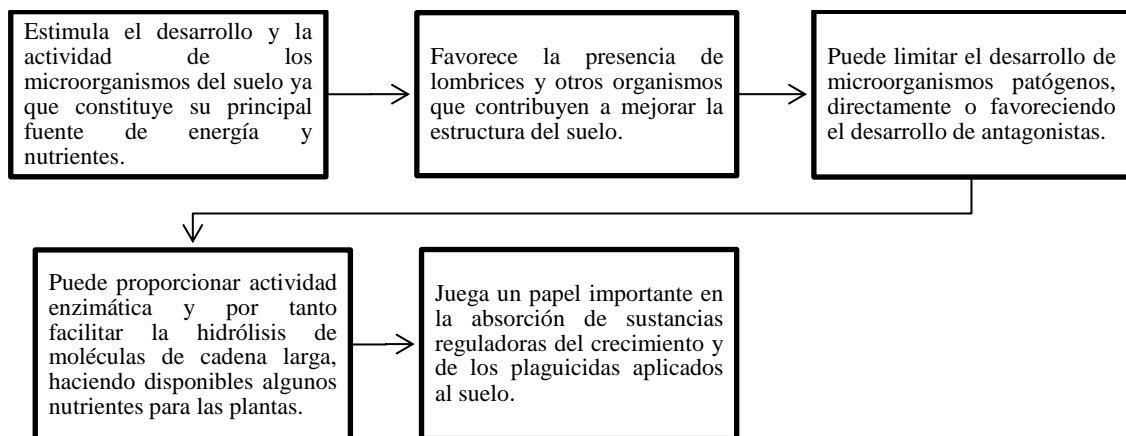
Realizado por: Reino, N. 2022.

**Tabla 1-1:** Composición Bioquímica del Compost-Ecu

COMPOSICIÓN	
Nitrógeno total	1,82 %
Fósforo	0,75%
Potasio (K)	2,54%
Calcio (Ca)	2,95%
Magnesio (Mg)	0,48%
Cobre (Cu)	16 ppm
Zinc (Zn)	131 ppm
Manganeso (Mn)	164 ppm
Materia orgánica	49%
C/N	16:1

Fuente: (AGROLAB, 2019), p.10

### 1.1.5. *Propiedades biológicas*



**Figura 3-1:** Propiedades biológicas del compost.

**Fuente:** (Díaz, 2010), p.3

**Realizado por:** Reino, N. 2022.

## 1.2. **Biol**

Suquilanda (2017, p. 191), menciona que el Biol es el resultado de la fermentación de estiércol y agua a través de la descomposición y transformaciones químicas de residuos orgánicos en un ambiente anaeróbico tras salir del biodigestor, este material ya no huele y no atrae insectos una vez utilizado en los suelos, el Biol como abono es una fuente de fitorreguladores que ayudan a las plantas a tener un óptimo desarrollo, generando mayor productividad a los cultivos.

### 1.2.1. *Biofol-Ecu*

Producto comercial elaborado por el Sr. Santiago Cordovéz, es un abono natural orgánico líquido que es el resultado de la transformación aeróbica de estiércoles de animales, agua y otros elementos naturales, ya que el nuevo concepto de agricultura sustentable valora y rescata tecnologías ancestrales que no dañan el medio ambiente y permiten obtener productos de mejor calidad de una manera amigable (Cordovéz, 2021, p. 1).

Contiene una alta concentración de microorganismos benéficos.

Propiedades:

- Promueven el equilibrio nutricional del suelo, aumentando su fertilidad natural estimulando a los microorganismos benéficos mejorando el balance nutricional en las plantas haciéndola



más resistentes al ataque de plagas y enfermedades originadas por el desequilibrio ambiental, atribuyéndole propiedades de insecticida o fungicida por su acción repelente o curativa.

- Aumenta la producción y mejora la calidad de sus plantas (Cordovèz, 2021, p. 1).

### 1.2.2. Nutrientes proporcionados

Para los abonos sólidos debe conocerse el contenido mínimo de Nitrógeno (N), óxido fosfórico (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y óxido de potasio (K<sub>2</sub>O) así como de los demás elementos nutritivos expresado en porcentajes (Suquilanda, 2017, p. 191).

**Tabla 2-1:** Composición aproximada que debe tener un abono orgánico (sólido) y un abono organomineral.

Parámetro	Suelos arenosos	Suelos arcillosos
Relación C/N	3-15	3-15
MO total (% materia seca)	>2	>1
Tamaño de partícula	85% de <10mm	85% de <5mm

Fuente: (Suquilanda, 2017), p.191

Realizado por: Reino, N. 2022.

**Tabla 3-1:** Nutrientes proporcionados.

BIOFOL-ECU										
Nitrógeno	Fósforo	Calcio	Magnesio	Azufre	M.O	Boro	Zinc	Cobre	Hierro	Manganeso
%						Ppm				
0,07	0,11	0,03	0,01	0,02	0,4	3,1	5	1,3	11,4	8

Fuente: (INIAP, 2017), p.11

Realizado por: Reino, N. 2022.

### 1.2.3. Nitrato de calcio

Es un fertilizante sintético de calidad que optimizan los cultivos de alto valor y tienen como resultado alimentos que satisfacen al agricultor más exigente y a los consumidores. Una fuente altamente eficiente de calcio y nitrógeno disponibles para las plantas (Fermagri, 2017, p. 2).

El Calcio es un nutriente que mejora la calidad del fruto y prolonga la vida útil de los productos. El Nitrógeno (NO<sub>3</sub>) del Nitrato de Calcio es absorbido fácilmente por la planta (Fermagri, 2017, p. 2).

## Ventajas:

- Completamente soluble en agua.
- Constituido por 100% de nutrientes para las plantas.
- Libre de sulfatos.
- Libre de Cloro, Sodio y otros elementos perjudiciales para las plantas.
- Recomendado para la producción de soluciones nutritivas y mezclas a granel o físicas.
- El Nitrato de Calcio puede ser mezclado con todos los fertilizantes solubles en agua, excepto con soluciones que contengan fosfatos o sulfatos (Cía, 2018, p. 4).

**Tabla 4-1:** Análisis nutrimental del Nitrato de calcio.

Nutriente	Concentración
Nitrógeno total	11,85%
CaO	24,23%
Ca	16,9%

Fuente: (Cía, 2018), p.4

Realizado por: Reino, N. 2022.

**Tabla 5-1:** Características químicas.

Solubilidad 20°C	1200 g/l agua
C.E. a 1g/l a 25°C	1.2 ds/m
pH a 10% solución	5.5
Densidad (g/l)	1.1 g/cm <sup>3</sup>

Fuente: (Cía, 2018) p.4

Realizado por: Reino, N. 2022.

Dosis de aplicación: 100 – 200kg/ha para todo el desarrollo.

**Tabla 6-1:** Características químicas del Nitrato de Calcio Yaramil.

Elemento	Composición
Nitrógeno	15.5
Nitrógeno Nítrico	14.4
Nitrógeno Amoniacal	1.1
Calcio (Ca)	18.5
Calcio (CaO)	26
Insolubles	0.25
pH	5.0 –7.0

Fuente: (Yara,2021), p.2

Realizado por: Reino, N. 2022.

### **1.3. Ciclo del nitrógeno en el suelo.**

El Nitrógeno (N) es un elemento esencial, considerado un macronutriente, para todos los seres vivos. Es un sistema dinámico que ocurre en la biosfera, su mecanismo de transformación depende de la disponibilidad del elemento para las diferentes formas de vida. Para las plantas la disponibilidad de nitrógeno (N) es la principal limitante en la productividad de los cultivos, para incrementar la disponibilidad del nutriente y mejorar la productividad de los cultivos, se introducen al suelo fertilizantes químicos (Benimeli et al., 2019, p. 3-7).

En los sistemas agrícolas, la fertilización nitrogenada suele ser una alternativa costosa, pero a menudo necesario, para solucionar las deficiencias edáficas (Benimeli et al., 2019, p. 3-7).

- Influencia del nitrógeno en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Benimeli et al., 2019, pp. 3-7).

#### ***1.3.1. Roles en la planta***

El nitrógeno es un componente integral de varios compuestos esenciales de las plantas, entre los más importantes se destacan:

- Componente de los aminoácidos, que son las unidades estructurales de las proteínas.
- Componente de moléculas de enzimas, vitaminas, hormonas y ácidos nucleicos.
- Componente de la molécula de clorofila (Benimeli et al., 2019, pp. 3-7).

Además, es esencial en la utilización de los carbohidratos y estimula el crecimiento y desarrollo radicular.

Diferentes formas de vida participan en los procesos que se llevan a cabo en el suelo, pero las comunidades microbianas poseen un papel principal, de ellas dependen funciones como hacer disponibles los nutrientes para ellas mismas y para otras formas de vida como las plantas, dinámica esencial para el mantenimiento de los ciclos biogeoquímicos (Benimeli et al., 2019, pp. 3-7).

### ***1.3.2. Nitrógeno orgánico***

El nitrógeno orgánico representa entre el 85 y el 95% del N total del suelo. Esta fracción está compuesta por 20-40% de aminoácidos, 5-10% de aminoazúcares y 1-2% de bases púricas y pirimídicas. Las restantes formas son difíciles de identificar e integran las moléculas de humus (Benimeli et al., 2019, pp. 3-7).

### ***1.3.3. Nitrógeno inorgánico***

Es la fracción realmente disponible para las plantas y su contenido es generalmente menor al 10% del total. Las raíces de las plantas toman el nitrógeno desde el suelo principalmente como iones disueltos de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) (Cerón & Aristizábal, 2012, pp. 285-295).

El  $\text{NO}_3^-$  es la principal forma de absorción por las plantas. Es muy móvil en el suelo, fácil de perderse por lavado en virtud de la ausencia de mecanismos de adsorción o precipitación. Forma compuestos muy solubles (Cerón & Aristizábal, 2012, pp. 285-295).

El  $\text{NH}_4^+$  es absorbido preferencialmente por los microorganismos y por algunos vegetales como arroz y azaleas. El  $\text{NH}_4^+$  intercambiable no supera el 2% del N total (Cerón & Aristizábal, 2012, pp. 285-295).

Formas de nitrógeno inorgánico.

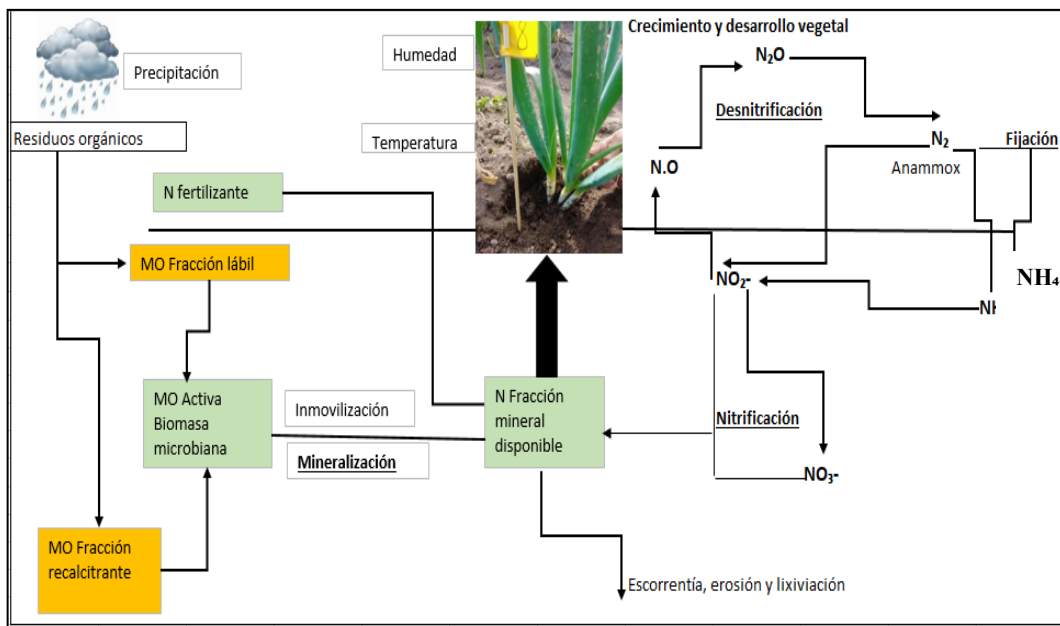
- Óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ )
- Óxido nítrico (NO)
- Dióxido de N ( $\text{NO}_2$ )
- Amoníaco ( $\text{NH}_3$ )
- N molecular en la atmósfera del suelo ( $\text{N}_2$ ) (Cerón & Aristizábal, 2012, pp. 285-295).

### ***1.3.4. Dinámica del nitrógeno***

La dinámica del Nitrógeno en la biosfera comprende principalmente la fijación de nitrógeno ( $\text{N}_2$ ), la mineralización, la nitrificación, la desnitrificación y la oxidación anaeróbica del amonio Annamox, procesos mediados principalmente por microorganismos presentes en el suelo. El nitrógeno entra en la biosfera por fijación química y biológica del nitrógeno molecular ( $\text{N}_2$ ) y se remueve de la misma por desnitrificación. La determinación cuantitativa de los diferentes compartimientos orgánicos y minerales, está relacionada con la disponibilidad de nutrientes y su

susceptibilidad de cambio debido al manejo de los sistemas de producción y procesos del suelo, donde estos compartimientos están involucrados (Cerón & Aristizábal, 2012, pp. 285-295).

El nitrógeno presente en suelos fértiles procede de diversos materiales: restos de cultivos, abonos verdes, estiércol, fertilizantes comerciales y nitratos aportados por lluvias, así como la fijación de N atmosférico por microorganismos. Gran parte del nitrógeno es incorporado al suelo sufriendo grandes transformaciones antes de ser aprovechado por los cultivos (Cerón & Aristizábal, 2012, pp. 285-295).



**Figura 4-1:** Relaciones entre el ciclo del nitrógeno.

Realizado por: Reino, N. 2022.

La **Figura 4-1**, las relaciones entre el ciclo del nitrógeno y los compartimientos orgánicos y minerales. Los cuadros amarillos son las entradas al sistema, los verdes las fracciones disponibles; sin recuadro procesos y factores que tienen influencia en la disponibilidad de nitrógeno (MO: Materia orgánica).

#### 1.3.4.1. Ganancias de N por el suelo.

1. Fijación biológica de N atmosférico por microorganismos.
2. Depositiones de N desde la atmósfera.
3. Aportes de N en fertilizantes, estiércol y plantas verdes (Cerón & Aristizábal, 2012, pp. 285-295).

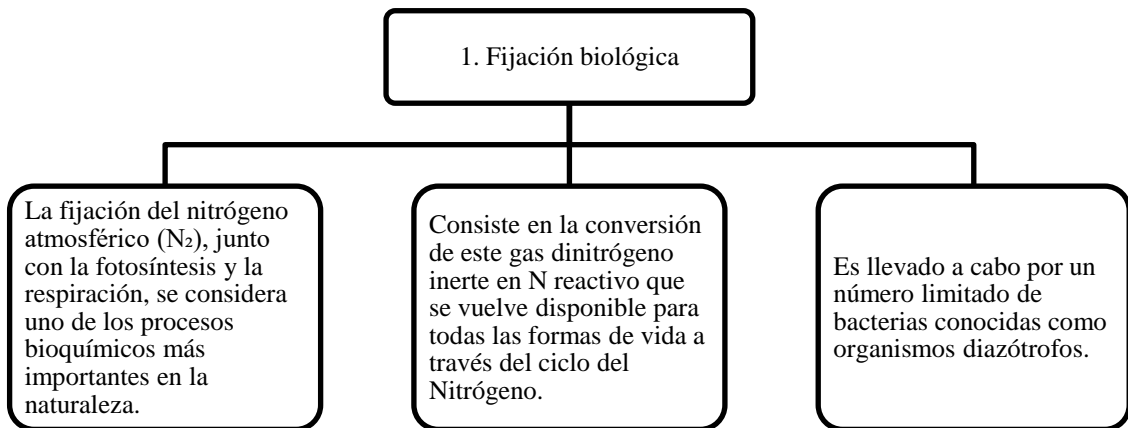
#### 1.3.4.2. Transformaciones del N en el suelo.

1. Aminificación, o degradación bioquímica de las proteínas y otros compuestos complejos nitrogenados en aminoácidos y aminos.
2. Amonificación, o transformación bioquímica de los aminoácidos y aminos en amonio.
3. Nitrificación, u oxidación bioquímica del amonio a nitrato.
4. Síntesis proteicas de los microorganismos del suelo, a partir de los compuestos que se originan en el transcurso de los anteriores procesos (Inmovilización o reorganización) (Cerón & Aristizábal, 2012, pp. 285-295).

#### 1.3.4.3. Pérdidas de N desde el suelo.

1. Desnitrificación, o reducción bioquímica de nitratos bajo condiciones anaeróbicas.
2. Volatilización de amoníaco, principalmente en suelos alcalinos, cálidos y húmedos.
3. Lixiviación de nitratos.
4. Asimilación de nitratos por las plantas superiores- Extracción por cultivos
5. Fijación de amonio por las arcillas (Cerón & Aristizábal, 2012, pp. 285-295).

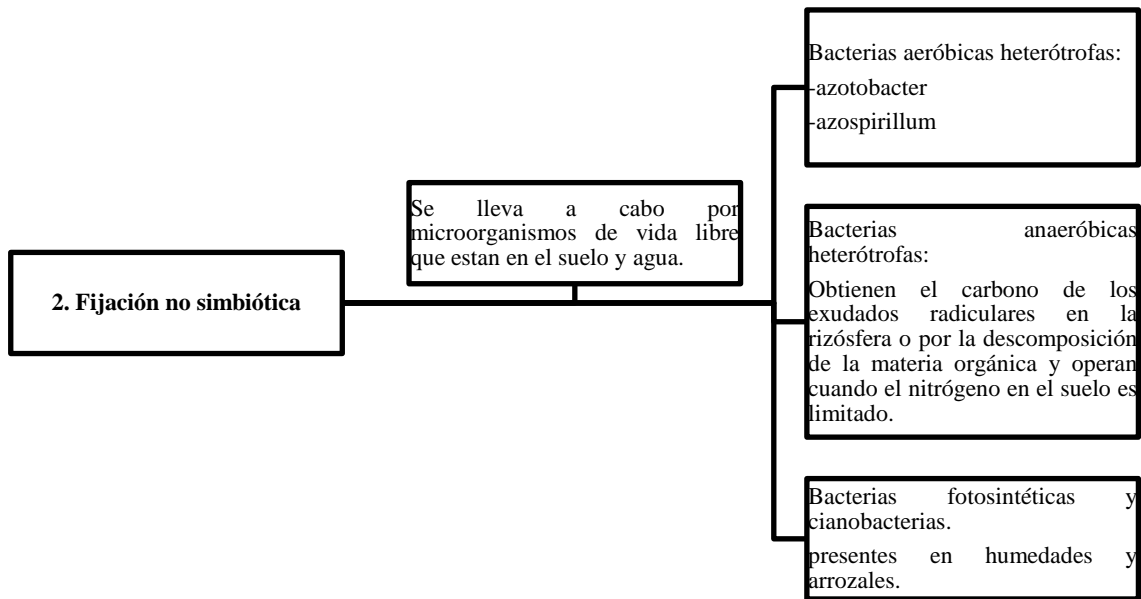
#### 1.3.4.4. Balance de nitrógeno en el suelo.



**Figura 5-1:** Fijación biológica del nitrógeno.

**Fuente:** (Benimeli et al., 2019), pp.3-7

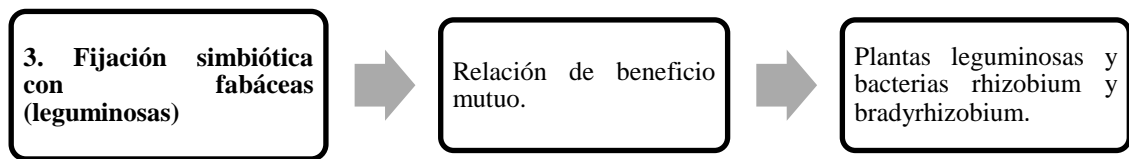
**Realizado por:** Reino, N. 2022.



**Figura 6-1:** Fijación no simbiótica.

Fuente: (Benimeli et al., 2019), pp.3-7

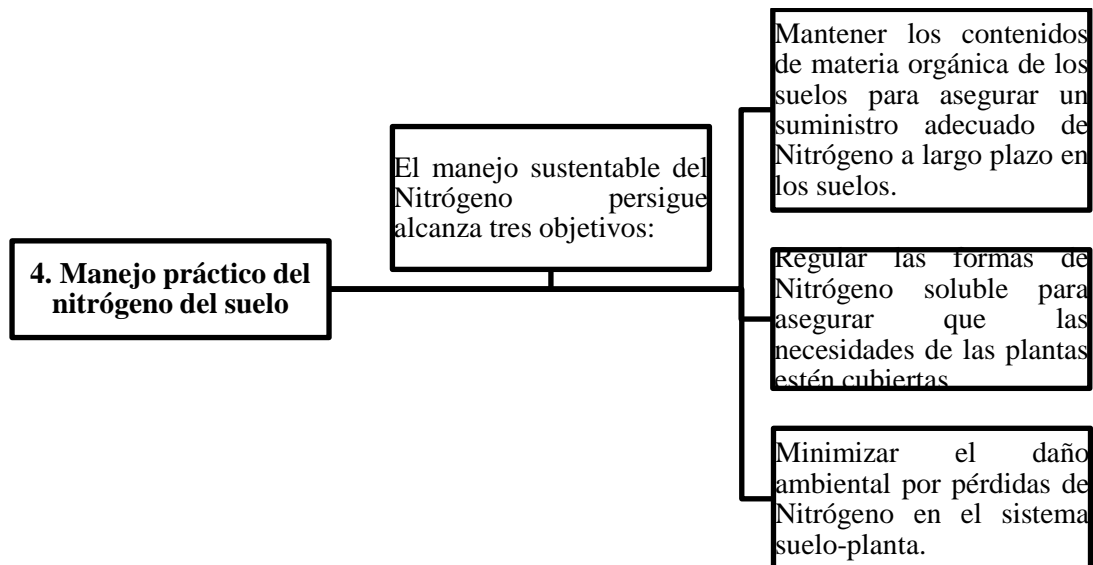
Realizado por: Reino, N. 2022.



**Figura 7-1:** Fijación simbiótica con leguminosas.

Fuente: (Benimeli et al., 2019), pp.3-7

Realizado por: Reino, N. 2022.



**Figura 8-1:** Manejo práctico del nitrógeno del suelo.

Fuente: (Benimeli et al., 2019), pp.3-7

Realizado por: Reino, N. 2022.

### ***1.3.5. Valor de fertilizante compost***

Los compost tienen fama de que su contenido en nitrógeno es muy bajo, pero eso sólo es cierto si a lo largo del proceso ha habido pérdidas debido a una mala práctica. Por otra parte, las cantidades que hay que aplicar de compost son superiores a las que habría que aplicar cuando se usan fertilizantes químicos de síntesis, debido a que en un compost los nutrientes se encuentran en formas muy complejas que necesitan sufrir en el suelo un proceso de mineralización para ser asimilados por las plantas. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la aportación en sucesivas cosechas será menor debido al efecto residual a que da lugar la más lenta liberación de nutrientes (Espinosa, 2011, p. 13).

### ***1.3.6. Valor del fertilizante nitrógeno***

Al ser el Nitrógeno (N) parte esencial de todas las proteínas, éste se encuentra muy asociado al crecimiento, desarrollo y producción de las plantas (Dosal & Villanueva, 2008, p. 6).

### ***1.3.7. Curva de calibración***

Una curva de calibración es la representación gráfica de una señal que se mide en función de la concentración, la calibración incluye la selección de un modelo para estimar los parámetros que permitan determinar la linealidad de esa curva y la capacidad de un método analítico para obtener resultados que sean directamente proporcionales a la concentración de un compuesto en una muestra, dentro de un determinado intervalo de trabajo (Dosal & Villanueva, 2008, p. 6).

La etapa de calibración analítica se realiza mediante un modelo de línea recta que consiste en encontrar la recta de calibrado que mejor ajuste a una serie de “n” puntos experimentales, donde cada punto se encuentra definido por una variable “x” (variable independiente, generalmente concentración del analito de interés) y una variable “y” (variable dependiente, generalmente respuesta instrumental). La recta de calibrado se encuentra definida por una ordenada al origen (b) y una pendiente (m), mediante la ecuación  $y = mx + b$  (Dosal & Villanueva, 2008, p. 6).

### ***1.3.8. Modelo matemático***

El nitrógeno es el elemento del suelo más absorbido por los cultivos y consecuentemente, es el elemento que se encuentra en menor cantidad disponible para la mayoría de los cultivos. En la agricultura, el estiércol se ha utilizado como fuente de N para los cultivos durante siglos, ya que puede ser un recurso muy valioso fertilizante para suplir las necesidades de nitrógeno de los



cultivos. La concentración de N en los abonos es crucial para mantener altos niveles de producción de cultivos en el campo (SOMMER, 2013, p. 303).

La eficiencia de absorción de N del fertilizante (NUE): la cantidad de N adicional absorbido por el cultivo del fertilizante se puede calcular de manera similar a partir del aumento en la absorción de N entre dos tratamientos con fertilizantes nitrogenados y expresado como porcentaje de fertilizante N aplicado la ecuación:

$$NUE = \frac{N_{UTP2} - N_{UTP1}}{N_2 - N_1} * 100 \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde

$N_{up2}$ : Es la absorción de nitrógeno de la parcela con fertilizante orgánico o inorgánico

$N_{up1}$ : Es la absorción de nitrógeno de la parcela no abonada

$N_2$ : Nitrógeno aplicado (kg N/ha) con fertilizante orgánico o inorgánico

$N_1$ : Nitrógeno aplicado (kg N/ha) con fertilizante orgánico o inorgánico (SOMMER, 2013, p. 303).

Jensen (2013, p. 2), menciona que el cálculo del valor de MFE designa la cantidad de N mineral que el abono de fertilizante puede reemplazar durante el primer año después de la aplicación, bajo un conjunto dado de condiciones (por ejemplo, tiempo de aplicación, tipo de cultivo, clima). Por ejemplo, si el valor de MFE (Valor de Equivalente Fertilizante) es del 40%, entonces 100 kg de N de estiércol podrán reemplazar 40 kg de N. Los 60 kg de N residuales se pierden o entran en los depósitos de N orgánico del suelo, donde pueden convertirse en planta disponible en los años siguientes, o puede perderse por lixiviación o desnitrificación. Una estimación experimental del valor de MFE puede realizarse por diferentes métodos, pero siempre incluye comparación del efecto del estiércol con el de un fertilizante de referencia conocido y altamente eficiente.

El cálculo se basa en la determinación experimental de la eficiencia agronómica (AE) del fertilizante N y el N total del estiércol, respectivamente, calculado de acuerdo con la Ecuación. El valor de MFE se define entonces como la relación entre el AE del estiércol y el fertilizante N según la ecuación:

$$MFE = \frac{NUE_{man}}{NUE_{fert}} * 100 \quad (\text{Ecuación 2})$$

$NUE_{man}$ : La eficiencia de nitrógeno agregado con abono orgánico.

$NUE_{fert}$ : La eficiencia de nitrógeno agregado con fertilizante mineral.

Los valores de MFE estimados a partir de la curva de absorción de N suelen ser ligeramente inferiores a los estimados a partir de la curva de respuesta de rendimiento, debido a diferencias en el contenido de proteínas de las plantas fertilizadas con estiércol y minerales fertilizantes N (Suarez et al., 2018, p. 4).

#### 1.4. Nivel del óptimo agrícola

En el modelo para calcular el óptimo agrícola determinado por De Carli (2007, p. 3), se determina con representaciones que requieren una aproximación a las condiciones del elemento en estudio. Para encontrar el óptimo agrícola se procederá a calcular la primera derivada de la función de producción según la ecuación.

$$y = ax^2 + bx + c \quad (\text{Ecuación 3})$$

#### 1.5. Cultivo de cebolla

##### 1.5.1. Clasificación taxonómica

La cebolla blanca una hortaliza de gran consumo en el Ecuador por su alto contenido nutricional y la variedad de usos en la cocina tradicional en el país.

Terranova (2001, p. 22), Presenta la siguiente clasificación taxonómica de cebolla blanca:

**Tabla 7-1:** Clasificación taxonómica

<b>Taxonomía</b>	<b>Nomenclatura</b>
Reino:	Vegetal
División:	<i>Angiospermas</i>
Orden:	<i>Liliflorae</i>
Familia:	<i>Liliaceae</i>
Género:	<i>Allium</i>
Especie:	<i>Fistulosum</i>
Nombre Científico:	<i>Allium fistulosum L</i>
Nombre vulgar:	Cebolla blanca, cebolla de rama, cebolla larga, cebolla junca.
Variedad:	Blancas Eberzer
Clase:	<i>Monocotiledoneae</i>
Superorden:	<i>Liliflorae</i>

Fuente: (Terranova,2001),p.22

Realizado por: Reino, N. 2022.

### **1.5.2. Características botánicas.**

#### **1.5.2.1. Raíz**

Son raíces fibrosas de color blanco espesas simples y poco profundas sin ramificaciones en forma de cola, cuyo origen parte de la zona inferior central del bulbo. Su longitud es de 45 centímetros aproximadamente y horizontalmente mide unos 30 centímetros agrupadas entre grupos de varias ramas (Terranova, 2001, p. 22).

#### **1.5.2.2. Tallo**

Por su textura es un “falso tallo” o “seudotallo”, el cual está constituido por vainas concéntricas de las hojas, la parte comestible cubierta en su madurez por una membrana muy delgada. El largo del seudotallo es de aproximadamente 40 centímetros con un diámetro de 3,5cm variando de acuerdo de las condiciones del cultivo (Terranova, 2001, p. 22).

#### **1.5.2.3. Hojas**

Son hojas tubulares de 25 a 35 centímetros de largo y 5 a 7 milímetros de diámetro, cada hoja tiene una base larga y carnosa que une la base con las demás hojas formando el seudotallo, envuelto por láminas finas y delgadas (Gómez, 2002, p. 100).

#### **1.5.2.4. Flores**

El tallo floral es hueco y cilíndrico, similar a las hojas, terminando en umbela con pedicelos cortos y de forma ovalada. Cada umbela posee trescientas a cuatrocientas flores hermafroditas muy pequeñas y cada una de ellas producen seis semillas (Romero, 2007, p. 6).

#### **1.5.2.5. Frutos**

Una cápsula con tres caras, llenas de semillas planas y de color negro con una superficie rugosa (Barco, 2009, pp. 7-13).

#### **1.5.2.6. Semillas**

Son monocotiledóneas, inicialmente lisas y voluminosas a medida que maduran se van deshidratando y tornándose arrugadas con forma irregular (Barco, 2009, pp. 7-13).

### ***1.5.3. Requerimientos del cultivo***

#### *1.5.3.1. Climáticos*

Para un óptimo desarrollo de la cebolla blanca lo alcanza en climas fríos sobre los 2000 msnm (Barco, 2009, pp. 7-13).

#### *1.5.3.2. Temperatura, luminosidad, altitud*

Factores que influyen en el crecimiento y desarrollo debido a su afectación de las actividades metabólicas de respiración, transporte, digestión entre otras. Tenemos: La temperatura adecuada es de 12 a 24°C, con una luminosidad mínimo de ocho horas luz para una nueva formación de la rama, las precipitaciones oscilan a los 1000mm/año, con una altitud de 2000 m.s.n.m. (Terranova, 2001, p. 22).

#### *1.5.3.3. Humedad relativa*

La humedad en exceso es perjudicial, más en la última fase afectando su conservación provocando una pudrición blanda debido a su sensibilidad, importante verificar los cambios bruscos ya que pueden afectar a los tallos (Pacheco, 1992, p. 10).

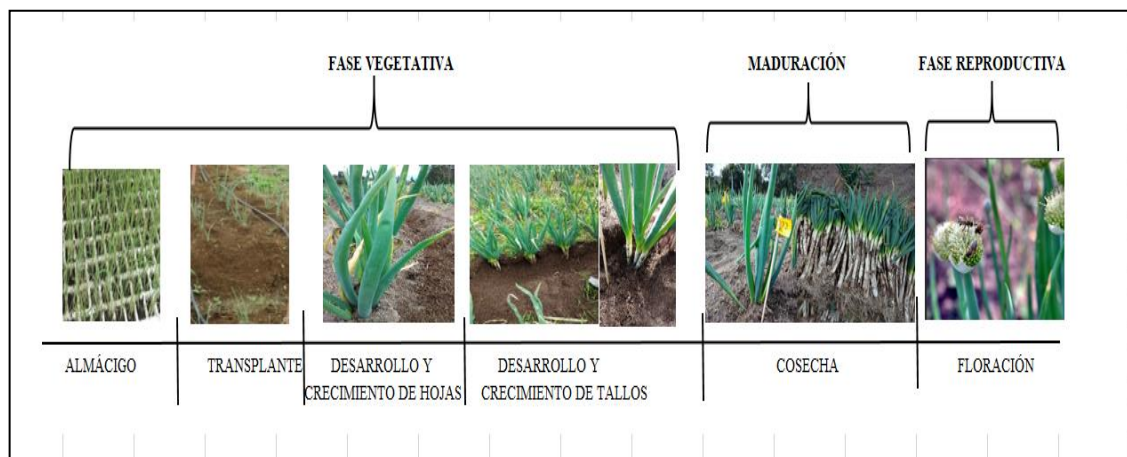
#### *1.5.3.4. Suelo*

Se adapta fácilmente a una gran diversidad de suelos, siendo los mejores lo de textura franco arenosa con un pH con rango de 5.5 a 6,8, no salino, materia orgánica alta, sanos y permeable (IICA, 2003, p. 2).

#### *1.5.3.5. Fertilización*

Sánchez (2010, p. 8-10), menciona que la primera abonadura se debe realizar al momento de la siembra, se incorpora el fertilizante orgánico (2.5 kg aproximadamente), en los sitios de siembra de las plantas de cebolla, al mes se repite y posteriormente a cada cosecha en diferentes dosis, pero con el método de aplicación dirigida a cada sitio. La cantidad de abono orgánico que demanda una hectárea se encuentra entre el rango de 50 a 80 toneladas año.

### 1.5.4. Etapas fenológicas



**Figura 9-1:** Etapas fenológicas de la cebolla blanca (*Allium fistulosum* L.).

Realizado por: Reino, N. 2022.

### 1.5.5. Manejo del cultivo

#### 1.5.5.1. Preparación del suelo

Se requiere de una esmerada preparación la cual debe primero darse un paso de arado y dos de rastra, luego pasar el rodillo para desterronar las bolsas de aire (Castellanos, 1999, pp. 9-10).

#### 1.5.5.2. Abonado

Castellanos (1999, pp. 9-10), manifiesta que la primera abonadura se realiza al momento de la siembra, se incorpora un puñado de gallinaza (100 gr aproximadamente), en los sitios de siembra de las plantas de cebolla, al mes se repite y posteriormente a cada cosecha en diferentes dosis, pero con el método de aplicación dirigida a cada sitio.

#### 1.5.5.3. Propagación

En la siembra la práctica más utilizada es en la forma asexual por hijuelos retirando las hojas de la parte inferior y realizando un corte en el rizoma, conocida como deshije (Rodríguez, 2008, p. 16).

#### 1.5.5.4. Siembra o Plantación

##### a) Semillero

La propagación mediante semillas requiere un semillero y luego un trasplante posterior, lo que tomaría un retraso el periodo vegetativo (Barco, 2009, pp. 7-13).

##### b) Sustrato

Barco (2009, pp. 7-13), menciona que se debe preparar el germinador con dos partes de tierra negra cernida, mezclada por una parte de arena o cascarilla de arroz.

##### c) Desinfección del sustrato

Varios son los productos biológicos que encontramos en el mercado para controlar los organismos patógenos del suelo como: *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium*, *sclerotinia* y otros causantes del *Damping off* la dosis que se aplica 1 a 2 g/l, se recomienda remojar el hongo previamente durante 12 horas para lograr una mayor eficiencia (Barco, 2009, pp. 7-13).

##### d) Siembra directa

Castellanos (1999, pp. 9-10), menciona que la distancia de siembra debe ser de 50 a 80cm entre surcos y de 30-40cm. Para la propagación asexual, en cada sitio se colocan de dos a tres hijuelos gruesos y bien formados.

##### e) Riego

El cultivo necesita un suministro de humedad continuo, aunque el cultivo es resistente a periodos de sequía. Los sistemas de riego a utilizar son: por aspersión, gravedad y goteo (Toalombo, 2013, p. 27).

##### f) Deshierbas o escardas

Se debe retirar las malezas que se encuentran alrededor de la planta o en los surcos del cultivo y de la misma manera retirar las hojas secas o amarillas para facilitar el control de las malezas y prevenir enfermedades. Se debe tener cuidado al acercar la herramienta a la planta cuando se

hacen los aporques y las deshierbas para no causar lesiones en la planta que faciliten la entrada de patógenos causantes de enfermedades (CORPOICA ,2015, p. 6).

#### 1.5.5.5. Plagas y enfermedades del cultivo de cebolla blanca

#### 1.5.5.6. Plagas

**Tabla 8-1:** Principales plagas que atacan a la cebolla blanca.

<b>Plagas</b>	<b>Daños</b>	<b>Control / Estrategias de manejo</b>
<b>Trozadores</b> <i>(Agrotis ípsilon)</i>	En estado larval realiza galerías en las hojas, ocasionando necrosis y muerte del tejido.	Adecuada preparación del suelo, destruyendo larvas y pupas que se exponen al frío. Aplicación de <i>Bacillus thuringiensis</i> .
<b>Trips</b> <i>(Thrips tabaci)</i>	Ataques severos produce la muerte de la planta, a su vez generando hojas amarillentas.	Fosfonatos Ditiocarbamatos
<b>Polilla de la cebolla</b> <i>(Acrolepia assectella)</i>	Se amarillan las hojas retardando el crecimiento provocando una pudrición por infecciones causadas por hongos.	Clorpirifos Triclorfon
<b>Nematodos</b> <i>(Dytolenchus dipsaci)</i>	En las plantas generan amarillamiento, enanismo, deformaciones y rajarse los tallos.	Nematicidas Hidrocarburos
<b>Babosas y caracoles</b>	En hojas, tallos y raíz.	Buen manejo de malezas alrededor de los lotes, utilizar trampas. Cal agrícola alrededor del lote.

Fuente: (Infojardin, 2009),p.14

Realizado por: Reino, N. 2022.

### 1.5.5.7. Enfermedades

**Tabla 9-1:** Principales enfermedades del cultivo de cebolla.

Enfermedades	Daño	Control / Estrategias de manejo
<b>Mildiu veloso o mancha negra; cenicilla</b> ( <i>Peronospora destructor</i> )	Las plantas presentan una disminución del crecimiento con una ligera decoloración verde pálida en las hojas.	Clorotalonil Mancozeb Iprodione  Rotar el cultivo para romper el ciclo de la enfermedad.
<b>Mancha púrpura</b> ( <i>Alternaria porri</i> )	Lesiones o manchas acuosas pequeñas y hundidas de forma elíptica o irregular. Anillos concéntricos blancos que se tornan una coloración púrpura.	Clorotalonil Mancozeb Iprodione  Rotar el cultivo para romper el ciclo de la enfermedad.
<b>Roya de la cebolla</b> ( <i>Puccinia allii Rub.</i> )	El agrupamiento de pequeñas esporas que forman pústulas de un color rojizo a un color naranja con apariencia polvosa.	Usar semillas libres de enfermedades. Lotes bien drenados. Triazoles  Planvax
<b>Pudrición blanca</b> ( <i>Sclerotium cepivorum</i> )	Las hojas se marchitan desde su ápice hasta la base del pseudotallo, llegando finalmente a la marchitez completa de la planta afectada.	Benomil Carbendazim Iprodione

Fuente: (Infojardin, 2009),p.14

Realizado por: Reino, N. 2022.

### 1.5.5.8. Cosecha

La cebolla de rama o blanca en condiciones normales de manejo, produce tres cortes durante el año el primero a los seis meses después de la siembra, el segundo a los nueve y el tercero a los 12 meses (Castellanos, 1999, pp. 9-10).



#### *1.5.5.9. Rendimiento*

Una mata puede producir entre 1.8 y 2.2 kilogramos (pesajes en los lotes cosechados), dependiendo de las condiciones del manejo y del periodo vegetativo del cultivo. Los rendimientos varían de acuerdo con los aspectos mencionados anteriormente; se pueden obtener rendimientos mínimos de 28 toneladas por hectárea y máximos de hasta 75 toneladas por hectárea, siendo el más común, alrededor de 40 toneladas por hectárea (Castellanos, 1999, pp. 9-10).

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

El presente trabajo de titulación se evaluó la aplicación de compost y biol en el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum* L.) en la provincia de Cotopaxi, para ello se plantearon tres objetivos específicos tales como determinar el valor fertilizante compost en el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum* L.), determinar el valor fertilizante biol en el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum* L.), calibrar el valor fertilizante nitrato de calcio, realizar el análisis económico y funcional de los tratamientos, para llegar a cumplir con los objetivos planteados se procedió a realizar diferentes pasos que se detallan a continuación:

#### 2.1. Características del lugar

##### 2.1.1. Localización

La investigación se llevó a cabo en la propiedad del Sr. Santiago Cordovéz, ubicada en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, parroquia Pastocalle en el Barrio Boliche.

##### 2.1.2. Ubicación geográfica

- Lugar: Barrio Boliche
- Longitud: 78°35'03"W
- Latitud: 1°42'450"S
- Altitud: 3093 msnm

Fuente: (Google, 2022).

##### 2.1.3. Condiciones climáticas del ensayo

- Temperatura: 12 °C
- Humedad relativa: 70%
- Precipitación: 700 mm/año

Fuente: (Ecuared, 2020).

#### **2.1.4. Características del suelo**

##### **2.1.4.1 Características físicas**

- Textura: Franco arenoso
- Estructura: Suelta
- Pendiente: Plana 2 a 5%
- Drenaje: Bueno
- Profundidad: 15cm

Fuente: (GAD, 2015).

#### **2.1.5. Agua**

El sector dispone de agua de riego, razón por la cual los cultivos son implantados de acuerdo a las estaciones del año.

#### **2.1.6. Ecología**

El lugar donde se desarrolló el trabajo de investigación según la clasificación de ecologías basadas en zonas de vida, corresponde a un Bosque Húmedo Montano con un clima templado frío, lugar adecuado para el desarrollo óptimo del cultivo de cebolla blanca (Holdriedge, 1982, p. 216).

#### **2.1.7. Cultivos predominantes**

Los cultivos que predominan en el sector son: Pastos como alfalfa (*Medicago sativa* L.), vicia (*Vicia sativa* L.), avena (*Avena sativa* L.), también encontramos frutales como: capulí (*Prunus serotina*). Dispone de cultivos de ciclo corto como: maíz (*Zea mays*) y papas (*Solanum tuberosum*), habas (*Vicia faba* L.).

## **2.2. Materiales y herramientas**

### **2.2.1. Materiales de oficina**

Computadora, Calculadora, Celular, Esferos, Cuaderno, Hojas de papel, Etiquetas, Impresora.

### 2.2.2. Herramientas

Bomba, Balanza, Molino, Tanques, Regadera, Azada, Balde. Estacas, Piola, Libro de campo.

### 2.3. Factores de estudio

Los factores que intervienen en el estudio dentro de la investigación se detallan en el siguiente cuadro en donde se especifican estos elementos.

**Tabla 10-2:** Factores de estudio.

Cultivo	Cebolla blanca ( <i>Allium fistulosum L.</i> )
A. Fertilizantes	Nitrato de calcio, BIOFOL-ECU, Compost- Ecu
B. Dosis	50,100 y 150 KgN/ha
Testigo	Sin fertilizante

**Realizado por:** Reino, N. 2022.

#### 2.3.1. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de bloques completos al azar (DBCA), con 3 repeticiones con un total de 36 unidades experimentales.

#### 2.3.2. Tratamientos

Los tratamientos son 12, los mismos que tienen la interacción de los tres abonos en dosis diferentes obtuvo la mejor influencia en el rendimiento del cultivo de cebolla blanca y alcanzar buenos resultados económicos.

**Tabla 11-2:** Tratamientos en estudio.

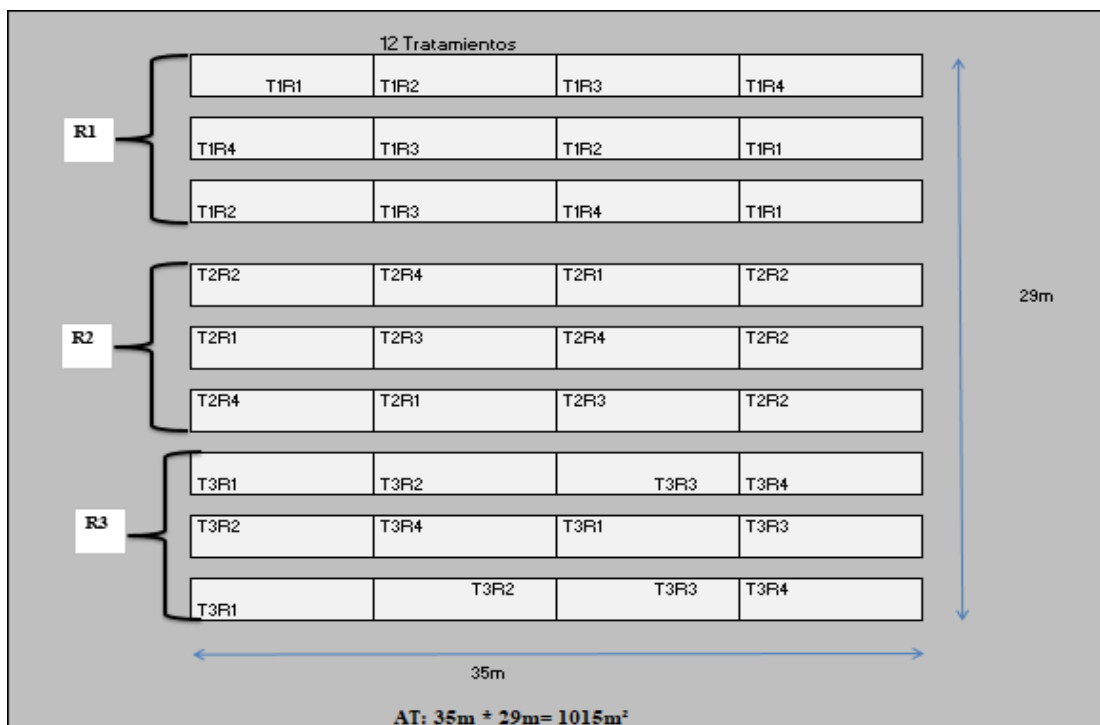
Orden	Tratamientos	Descripción
1	Testigo	No se aplica compost
2	Compost (Dosis 1)	Compost 50kgN/ha
3	Compost (Dosis 2)	Compost 100kg N/ha
4	Compost (Dosis 3)	Compost 150 kgN/ha
5	Testigo	No se aplica Biofol
6	Biol (Dosis 1)	Biol 50kgN/ha
7	Biol (Dosis 2)	Biol 100kgN/ha
8	Biol (Dosis 3)	Biol 150 kgN/ha
9	Testigo	No se aplica Nitrato de Calcio
10	Nitrato de calcio (Dosis 1)	Nitrato de calcio 50kgN/ha
11	Nitrato de calcio (Dosis 2)	Nitrato de calcio 100kgN/ha
12	Nitrato de calcio (Dosis 3)	Nitrato de calcio 150 kgN/ha

**Realizado por:** Reino, N. 2022.

### 2.3.3. Características de la unidad experimental

- Número de tratamientos 12
- Número de repeticiones 3
- Área por tratamiento 28,19m<sup>2</sup>
- Área neta de muestreo 5 hileras centrales \* m<sup>2</sup>
- Distancia entre plantas 0,25m
- Número de plantas 4536 plantas
- Número de hileras 42
- Número de plantas por hilera 108
- Área total del ensayo 1015m

### 2.3.4. Diseño o esquema de campo



**Figura 10-2:** Esquema de campo.

Realizado por: Reino, N. 2022.

#### En donde:

T= Tratamientos

R= Repeticiones

T1= Compost, T2= Biol, T3= Nitrato de Calcio.

### 2.3.5. Análisis estadístico

Para la interpretación de resultados se aplicó el Análisis de Varianza (ADEVA) y para la separación de medias se utilizará LSD al 10%.

**Tabla 12-2:** Esquema del Análisis de Varianza

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Fuente	2
Dosis	2
Repeticiones	2
Fuente*Dosis	4
Error	12
Total	32

Realizado por: Reino, N. 2022.

### 2.3.6. Análisis funcional

- Se determinó el coeficiente de variación y se expresó en porcentaje (%).
- Se realizó la prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad de los datos.
- Se realizó la prueba de LSD al 10%, cuando las diferencias fueron significativas para separar medias para los factores dosis y fuentes.
- El análisis funcional se determinó, mediante el óptimo agrícola.

### 2.3.7. Análisis económico

- El análisis económico se realizó mediante la relación beneficio/costo.

## 2.4. Manejo del ensayo

### 2.4.1. Preparación del terreno

La preparación del suelo se hizo de manera mecanizada con una pasada de arado y dos de rastra con el propósito de que quede el suelo suelto y suave, días antes del trasplante, se trazaron los surcos.

#### **2.4.2. Siembra**

Se realizó una siembra directa y se colocaron dos tallos por sitio con una densidad de siembra de 50 cm, entre surcos y 40cm. entre planta.

#### **2.4.3. Trazado de las parcelas**

Se procede a trazar las mismas con la ayuda de estacas y piola para su respectiva delimitación y colocar carteles en cada parcela para su identificación.

#### **2.4.4. Fertilización**

- Aplicación de compost  
Compost se aplicará en las dosis establecidas: 50,100 y 150 kgN/ha
- Aplicación de Biol (Biofol-Ecu)  
Aplicación en las dosis establecidas: 50,100 y 150 kgN/ha, las mismas que se lo realizara a través de una bomba de fumigar dirigida al área foliar.
- Aplicación del fertilizante Nitrato de calcio  
El fertilizante se aplicará en las dosis establecidas: 50,100 y 150 kgN/ha.

#### **2.4.5. Riego**

El riego aplicado es por aspersion ya que se cuenta con agua de riego.

#### **2.4.6. Control de malezas**

Se llevó a cabo de manera manual, utilizando azadones retirando las malezas que se encuentran alrededor de la planta o en los surcos del cultivo retirando las hojas secas y amarillas.

#### **2.4.7. Control fitosanitario**

Para el control del mildiu vellosa (*prenospora destructor*), se utilizó fosetyl de aluminio con una dosis de 2,5 kg/ha.

#### **2.4.8. Registro de datos**

El registro de datos permite llevar un conjunto de campos que contienen datos que pertenecen a una misma repetición de entidad. En la investigación se empleará para tomar datos mediante registros en los que se incluyen los parámetros ya establecidos.

#### **2.4.9. Cosecha**

La cosecha se llevó a cabo de forma manual con la ayuda de una azada pequeña para no dañar los tallos al momento de su extracción.

### **2.5. Variables por evaluar**

#### **2.5.1. Características de la cebolla blanca investigada**

La revisión bibliográfica tanto impresa como digital nos ayuda en detallar las principales variables en estudio.

#### **2.5.2. Rendimiento por hectárea**

El rendimiento se obtuvo sumando el total de los tallos cosechados de las plantas de cada tratamiento y mediante una regla de tres simple y se expresó en kilogramos por Hectárea.

#### **2.5.3. Número de tallos por metro cuadrado**

Se contabilizó los tallos de plantas seleccionadas de cada tratamiento, cuando alcanzaron su madurez fisiológica.

#### **2.5.4. Peso del bulbo**

Los tallos seleccionados de las unidades experimentales se pesaron en gramos con la ayuda de una balanza, en cada cosecha expresando los valores en kilogramos por Hectárea.

#### **2.5.5. Determinación de concentración de nitrógeno en la planta**

Se utilizó el método *Kjeldahl* para determinar Nitrógeno en la planta, usando el protocolo del laboratorio (véase anexo T).



#### **2.5.6. Eficiencia del uso de fertilizante nitrógeno**

En base a la concentración de nitrógeno (%) obtenida en el laboratorio tomando en cuenta la biomasa calculada en Kg/ha se procedió a realizar el cálculo de N absorbido por la planta en (kgN/ha). Se determinó mediante la *ecuación 2*.

#### **2.5.7. Valor reemplazo**

Se obtuvo a partir de la eficiencia del uso de fertilizante nitrogenado (NUE) donde se determinó mediante la *ecuación 3*.

## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS

Dentro de la investigación, se determinó las variables que muestran diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de LSD al 10%.

#### 3.1. Rendimiento del cultivo

Se realizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilks para los residuos de la variable rendimiento y se encontró que son normales p-valor 0,2964. El análisis de varianza para el rendimiento del cultivo expresados en kg/ha se presentó en el tratamiento Nitrato de calcio con 8,6 t/ha, Biol con 7,6 t/ha y Compost con 6,2 t/ha, donde presentó diferencias estadísticas significativas tanto en fuentes y dosis.

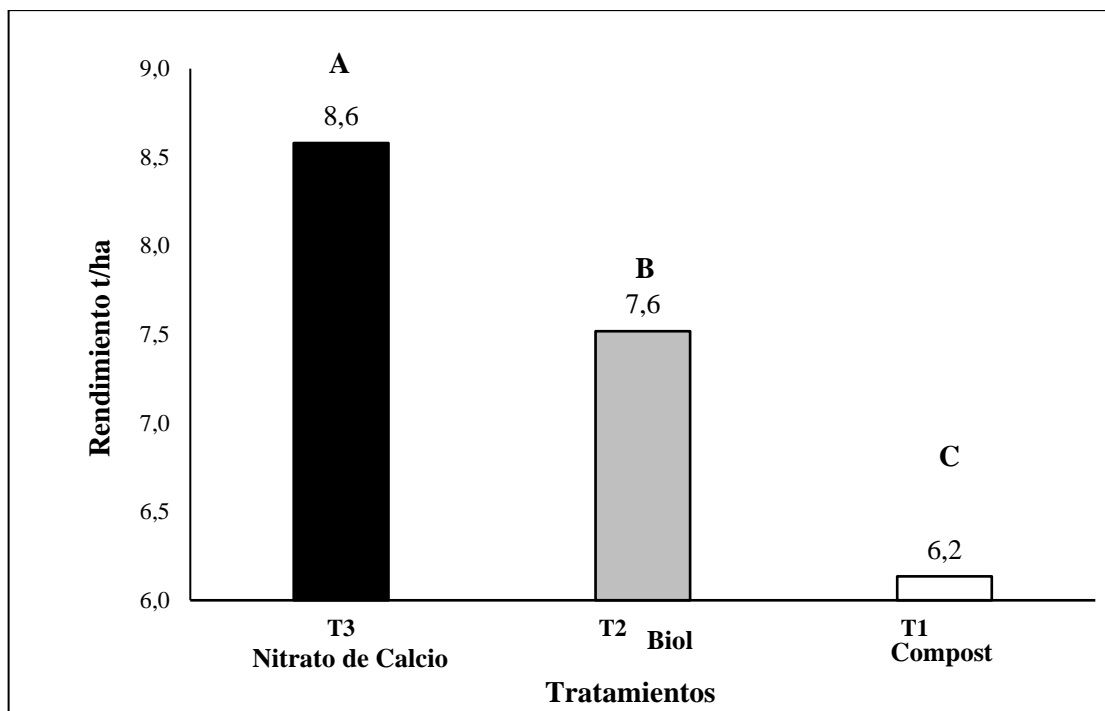
La media para el rendimiento fue de 7,5 t/ha con un coeficiente de variación de 14,30%.

**Tabla 13-3:** Análisis de varianza para el rendimiento del cultivo en kg/ha.

<b>F.V</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>	<b>Significancia</b>
<b>Fuentes</b>	2	0,0001	**
<b>Dosis</b>	3	0,0040	**
<b>Bloques</b>	2	0,0069	**
<b>Fuente *Dosis</b>	6	0,8939	ns
<b>Error</b>	22		
<b>Total</b>	35		
<b>CV=14,30</b>			

**Realizado por:** Reino, N. 2022.

**Nota:** < 0,0001 a < 0,01 = \*\* (Altamente significativo); > 0,1 a < 0,05 = \* (Significativo); > 0,05 a < 0,10 = + (Significativo); > 0,1 = ns (No significativo).



**Gráfico 1-3:** Rendimiento del cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum* L.).

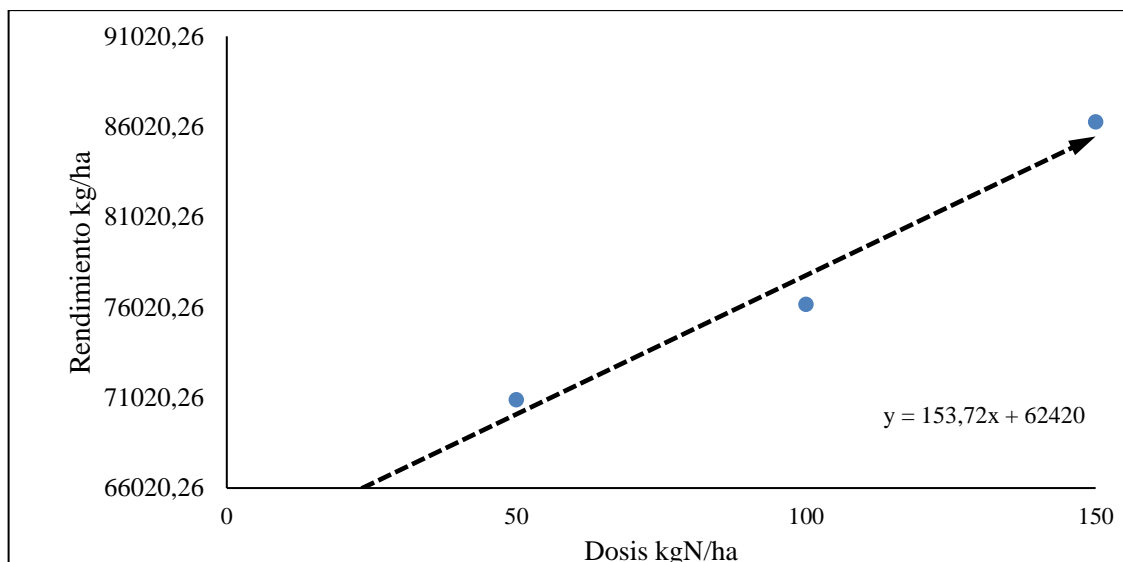
Realizado por: Reino, N. 2022.

En la prueba de significancia de LSD al 10% para los tratamientos en el rendimiento del cultivo de cebolla blanca, se estableció tres rangos definidos. El mayor rendimiento del cultivo experimentó las plantas de los tratamientos que recibieron la aplicación del Nitrato de calcio en dosis 150kg/ha, con una media de 8,6 t/ha, al ubicarse en el primer rango. Le siguen los tratamientos que recibieron aplicación de Biol en dosis 100 kg/ha con una media de 7,6 t/ha, que compartió el segundo rango. El menor rendimiento experimentó el tratamiento Compost en dosis de 50 kg/ha con una media de 6,2 t/ha.

**Tabla 14-3:** Prueba de significación LSD al 10 % para las fuentes en la variable rendimiento del cultivo de cebolla blanca.

Dosis kgN/ha	Medias kg/ha	Medias t/ha
150	86279,61	8,6
100	76189,35	7,6
50	6252,73	6,2

Realizado por: Reino, N. 2022.



**Gráfico 2-3:** Efecto de la aplicación de dosis creciente de N en el rendimiento del cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum* L.).

Realizado por: Reino, N. 2022.

Los polinomios ortogonales para el rendimiento del cultivo presentaron una tendencia lineal.

**Tabla 15-3:** Polinomios ortogonales para el rendimiento del cultivo.

Ecuación / Dosis	gl	p-valor	Significancia
Lineal	1	0,0004	**
Cuadrática	1	0,4736	ns
Cubica	1	0,7846	ns
Total	3		

Realizado por: Reino, N. 2022.

### 3.2. Número de tallos por metro cuadrado

Se realizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilks para los residuos de la variable número de tallos por metro cuadrado y se encontró que son normales p-valor 0,4874. El mayor número de tallos por metro cuadrado se presentó en el tratamiento Compost con 122,67 tallos/planta, y el tratamiento Nitrato de calcio 122,33 tallos/planta respectivamente, donde presentó diferencias estadísticas tanto en fuentes y dosis.

Los números de tallos por metro cuadrado presento una media de 118,58 con un coeficiente de variación de 8%.

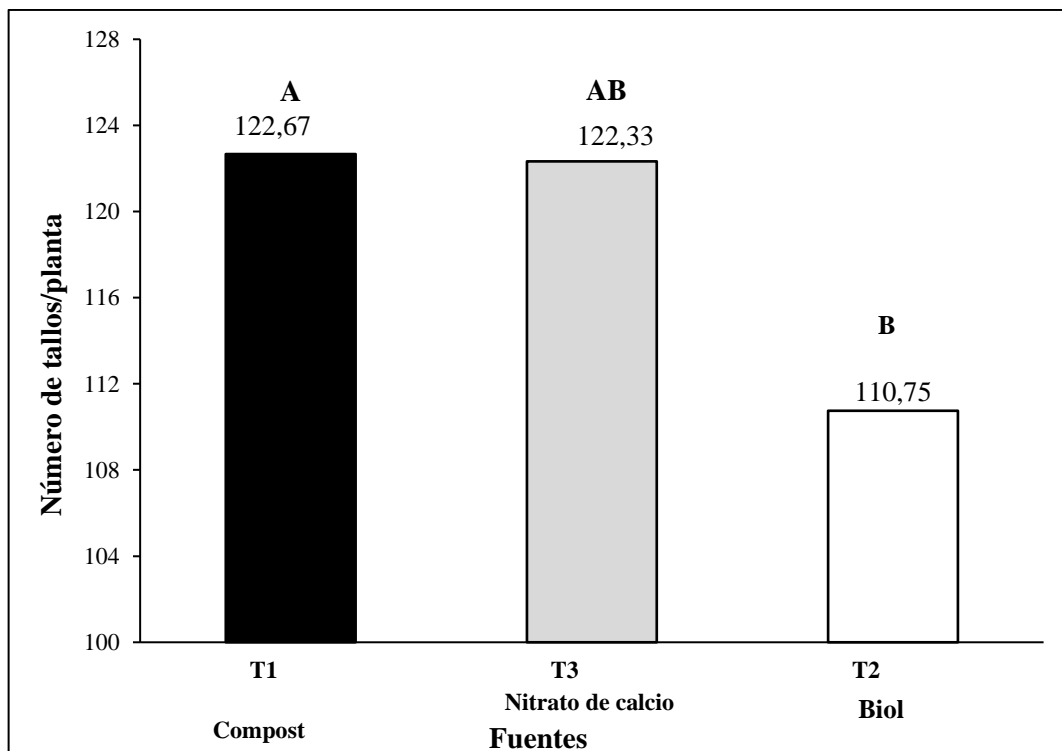
**Tabla 16-3:** Análisis de varianza para el número de tallos por metro cuadrado.

<b>F.V</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>	<b>Significancia</b>
Fuentes	2	0,0076	**
Bloques	2	0,0158	*
Dosis	3	0,0148	*
Fuentes * Dosis	6	0,4393	ns
Error	22		
Total	35		
CV= 8			

**Realizado por:** Reino, N. 2022.

**Nota: p-valor:** < 0,0001 a < 0,01 = \*\* (altamente significativo); > 0,1 a < 0,05 = \* (significativo); > 0,05 a < 0,10 = +(significativo); > 0,1 = ns (no significativo)

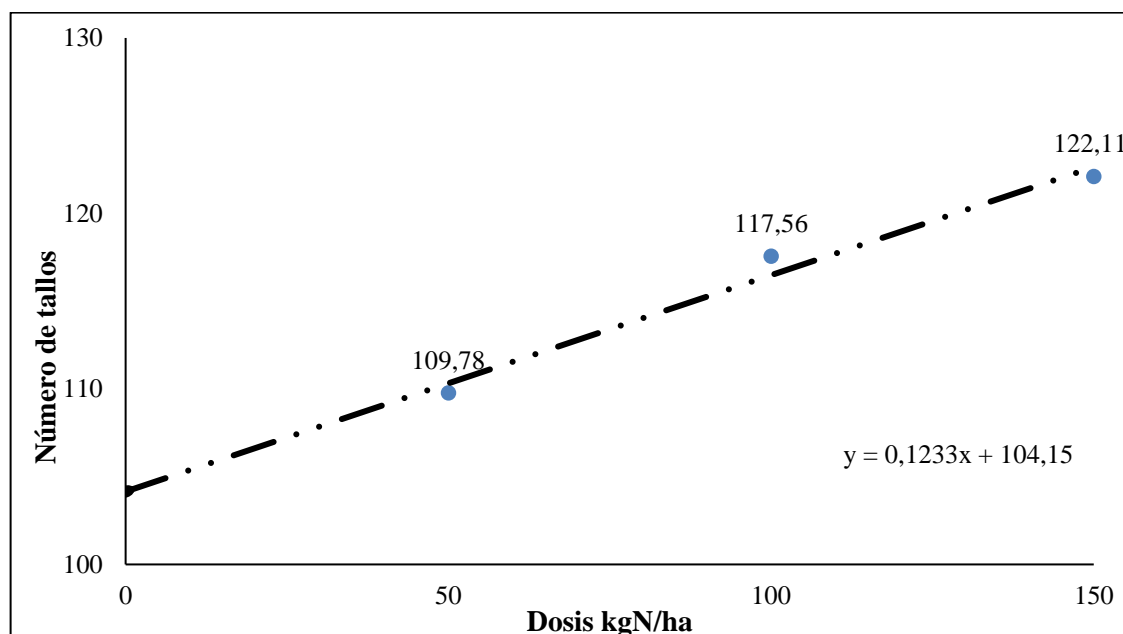
En la prueba LSD al 10 % para el número de tallos por planta bajo diferentes dosis de nitrógeno, presentó dos rangos en el rango “A” se ubica la dosis de 150 kg/ha con una media de 122,67 tallos/planta. El rango “B” se ubicó la dosis de 100 kg/ha con una media de 110,75 tallos/planta.



**Gráfico 3-3:** Número de tallos de cebolla blanca (*Allium fistulosum* L.)

**Realizado por:** Reino, N. 2022.

En la prueba de LSD al 10% para el número de tallos a diferentes dosis de nitrógeno, se puede observar que hay un aumento en el número de tallos de acuerdo con el aumento de dosis, estableciendo que a 50, 100 y 150 kg/ha las dosis presentaron una media de 109,72, 117,56 y 122,11 tallos respectivamente.



**Gráfico 4-3:** Efecto de la aplicación de dosis creciente de N en el número de tallos de cebolla blanca (*Allium fistulosum* L.)

Realizado por: Reino, N. 2022.

Los polinomios ortogonales para el número de tallos presentaron una tendencia lineal.

**Tabla 17-3:** Polinomios ortogonales para el número de tallos.

Ecuación /Dosis	gl	p-valor	Significancia
Lineal	1	0,0019	**
Cuadrática	1	0,4376	ns
Cubica	1	0,9196	ns
Total	3		

Realizado por: Reino, N. 2022.

### 3.3. Peso de los tallos de cebolla blanca

Se realizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilks para los residuos de la variable peso de los tallos se encontró que son normales con un p-valor de 0,2159. El análisis de varianza para el peso de cebolla blanca expresados en kg/planta, donde no presentó diferencias estadísticas significativas tanto en fuentes y dosis.

El pesado de los tallos presento una media de 1,09 kg/planta con un coeficiente de variación fue de 15,03%.

**Tabla 18-3:** Análisis de varianza para el peso de tallos de cebolla blanca.

Tratamientos	gl	p-valor	Significancia
Fuentes	2	0,7806	ns
Dosis	3	0,2803	ns
Bloques	2	< 0,0001	**
Fuente * Dosis	6	0,0842	ns
Error	22		
Total	33		
CV= 15,03			

**Realizado por:** Reino, N. 2022.

**Nota: p-valor:** < 0,0001 a < 0,01 = \*\* (altamente significativo); > 0,1 a < 0,05 = \* (significativo); > 0,05 a < 0,10 = + (significativo); > 0,1 = ns (no significativo)

En la prueba LSD al 10% para el peso de tallos bajo diferentes dosis de nitrógeno, no presentó diferencias significativas lo cual implica que el peso de los tallos de cebolla no influye en el rendimiento.

Los polinomios ortogonales para el peso de los tallos no presentaron diferencias significativas al comparar las dosis.

**Tabla 19-3:** Polinomios ortogonales para el peso de los tallos.

Ecuación	gl	p-valor	Significancia
Lineal	1	0,9237	ns
Cuadrática	1	0,5225	ns
Cubica	1	0,7950	ns
Total	3		

**Realizado por:** Reino, N. 2022.

### 3.4. Eficiencia del uso de fertilizante

Se realizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilks para los residuos de la variable valor reemplazo y se encontró que son normales p-valor 0,6968. El análisis de varianza para el valor reemplazo de fertilizante, presento diferencias significancias en fuentes y dosis con un coeficiente de variación de 17,98%.

**Tabla 20-3:** Análisis de varianza para la eficiencia del uso de fertilizante.

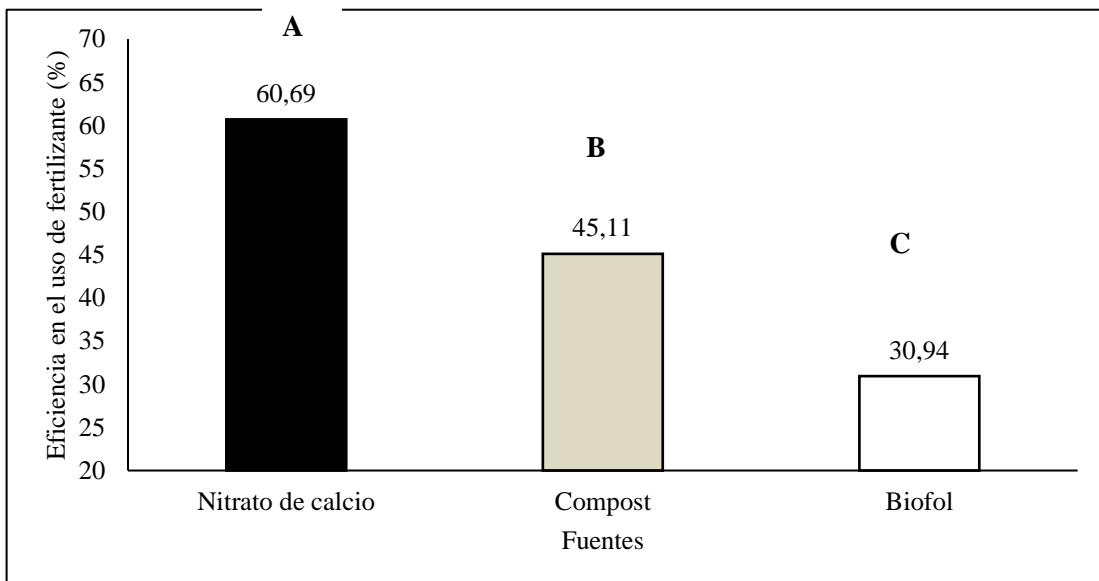
Tratamientos	gl	p-valor	Significancia
Fuentes	2	0,5160	ns
Repeticiones	2	0,1656	ns
Dosis	2	0,2955	*
Fuentes *Dosis	4	0,8951	*
Error	16		
Total	26		

CV=17,98

Realizado por: Reino, N. 2022.

Nota: p-valor: < 0,0001 a < 0,01 = \*\* (altamente significativo); > 0,1 a < 0,05= \* (significativo); > 0,05 a < 0,10= + (Significativo); > 0.1=ns (no significativo)

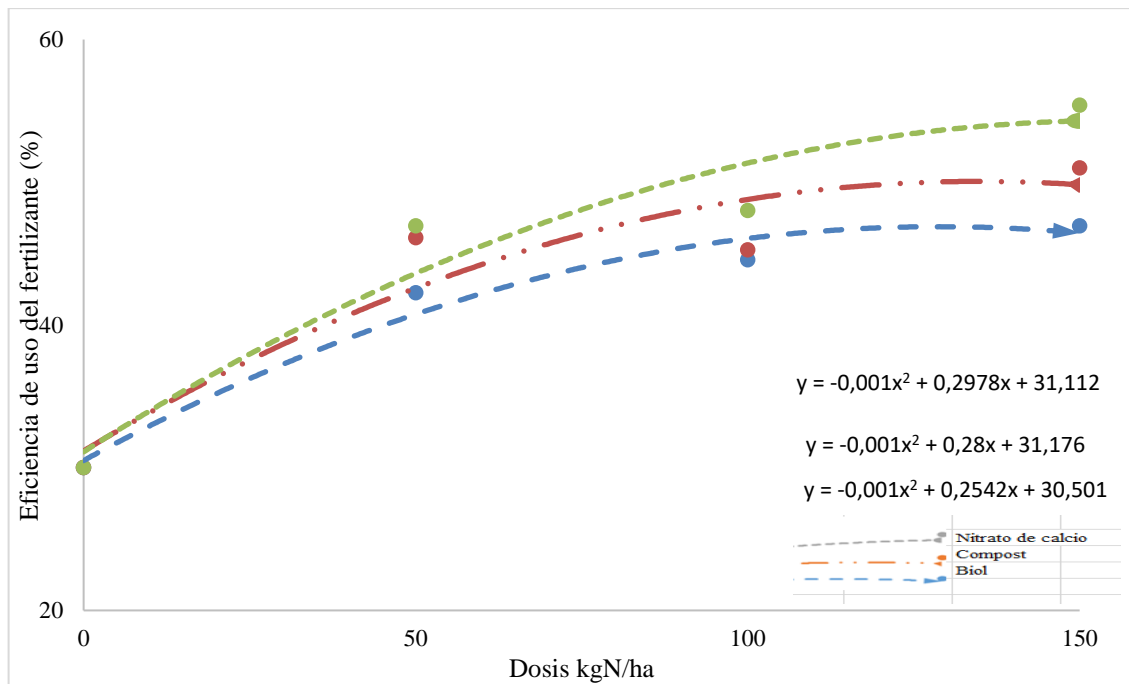
En la prueba LSD al 10% para la eficiencia en el uso de fertilizante (%) a diferentes fuentes de nitrógeno se presentan tres grupos: En el grupo “A” se ubica el Nitrato de calcio con una media de 60,69% de eficiencia, mientras que el grupo “B” se ubica el Compost con una media de 45,11% de eficiencia y en el grupo “C” el Biofol con una media de 30,94% de eficiencia.



**Gráfico 5-3:** Eficiencia de las fuentes de fertilizantes orgánicos en el cultivo de cebolla blanca.

Realizado por: Reino, N. 2022.





**Gráfico 6-3:** Eficiencia de las fuentes por dosis de fertilizantes orgánicos en el cultivo de cebolla blanca.

Realizado por: Reino, N. 2022.

### 3.5. Valor de reemplazo del fertilizante Compost en el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum L.*)

Se realizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilks para los residuos de la variable valor reemplazo y se encontró que son normales p-valor 0,0611. El análisis de varianza para el valor reemplazo de fertilizante, presento diferencias significancias en fuentes y dosis con un coeficiente de variación de 28,13%.

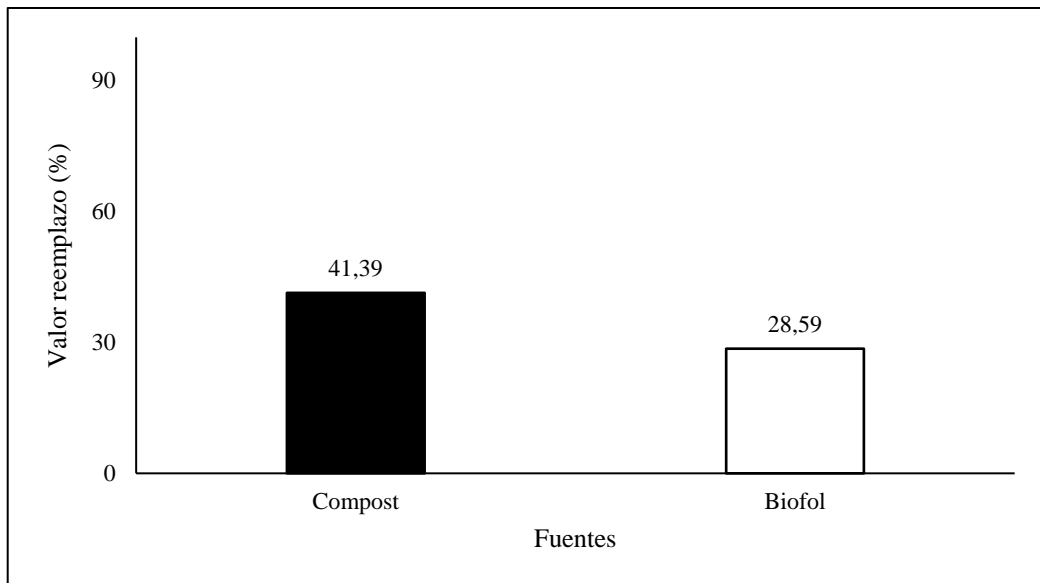
**Tabla 21-3:** Análisis de varianza para el valor reemplazo.

Tratamientos	gl	p-valor	Significancia
Fuentes	1	0,0173	**
Dosis	2	0,5252	*
Fuentes *Dosis	2	0,9446	ns
Error	12		
Total	17		
CV=28,13			

Realizado por: Reino, N. 2022.

**Nota: p-valor:** < 0,0001 a < 0,01 = \*\* (altamente significativo); > 0,1 a < 0,05 = \* (significativo); > 0,05 a < 0,10 = + (Significativo); > 0,1 = ns (no significativo)

En la prueba LSD al 10% para el valor reemplazo de fertilizantes a diferentes fuentes de nitrógeno se presentan dos grupos: En el grupo “A” se ubica el Compost con una media de 41,39% de eficiencia, mientras que el grupo “B” se ubica el Biol con una media de 28,59% de eficiencia.

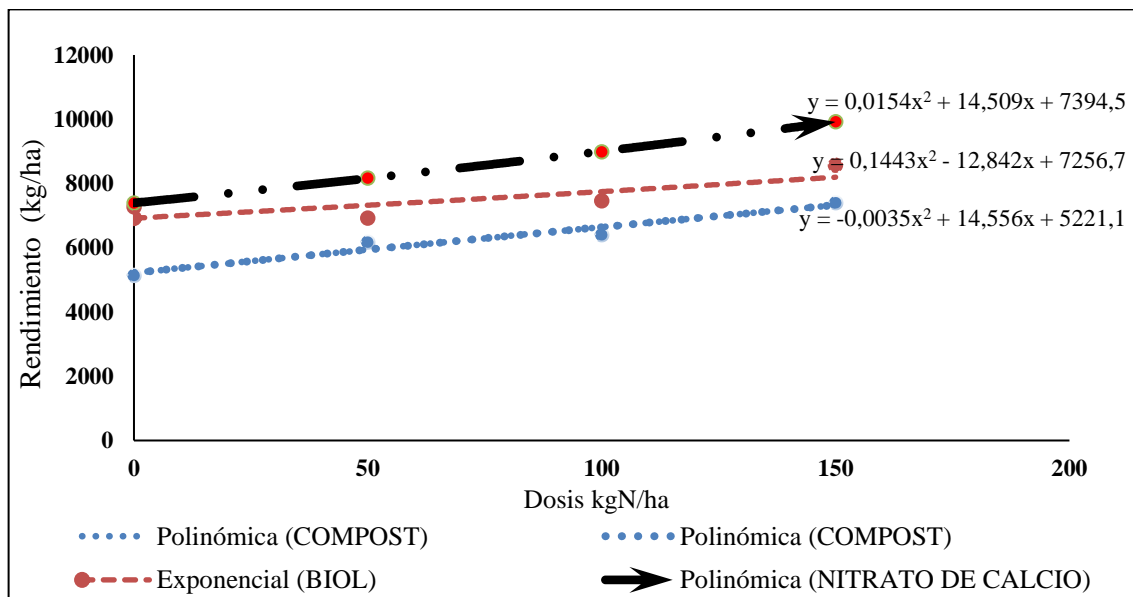


**Gráfico 7-3:** Eficiencia de las fuentes de fertilizantes orgánicos en el cultivo de cebolla blanca.

Realizado por: Reino, N. 2022.

### 3.6. Óptimo agrícola en el rendimiento de cebolla blanca en t/ha

En la prueba de significancia de LSD al 10% para las fuentes en el rendimiento del cultivo de cebolla blanca, se estableció lo siguiente.



**Gráfico 8-3:** Rendimiento.

Realizado por: Reino, N. 2022.

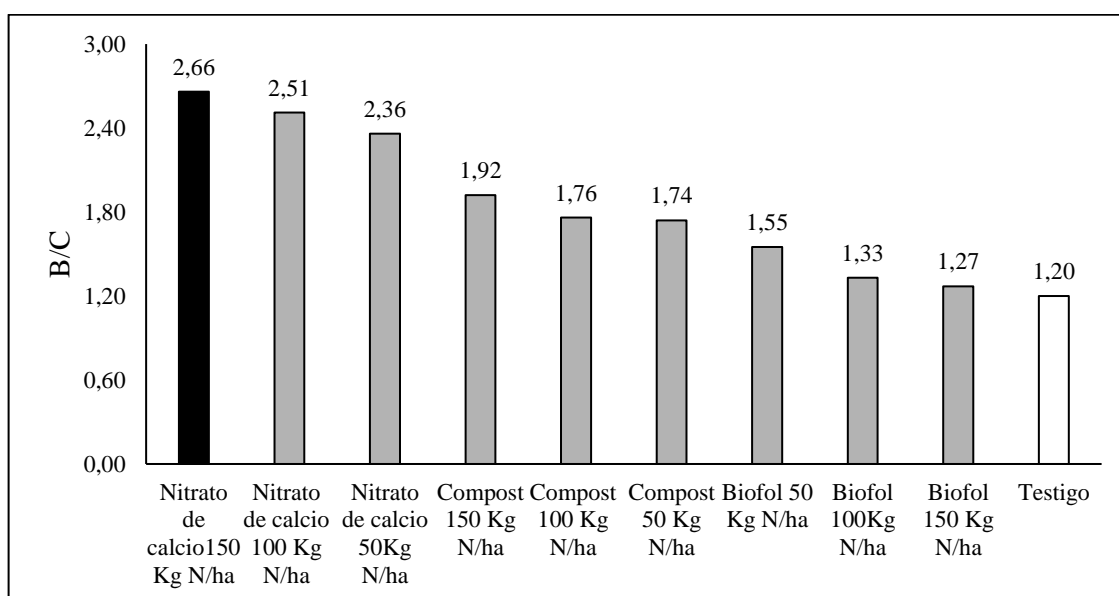
El óptimo agrícola en el rendimiento de cebolla blanca (*Allium fistulosum* L.) (tabla 20-3) para el compost fue con una dosis de 2079,43 kg /ha obtenido un rendimiento de 35,48 t/ha, para el nitrato de calcio su optima agrícola fue con la dosis de 471,07kg /ha con un rendimiento de 17,6t/ha.

**Tabla 22-3:** Valor del optimo agrícola.

Fuente	Ecuación	Kg N/ha óptimo (x)	Rendimiento óptimo t/ha (y)
Compost	$Y=-0,0035x^2 + 14,556x + 5221,1$	2079,43	35,48
Nitrato de calcio	$Y=0,0154x^2 + 14,509x + 7394,5$	471,07	17,6

Realizado por: Reino, N. 2022.

### 3.7. Análisis de la relación beneficio /costo



**Gráfico 9-3:** Relación beneficio/costo de la cebolla blanca.

Realizado por: Reino, N. 2022.

En el análisis económico (Gráfica 9-3) se observa que el tratamiento con mejor resultado fue el nitrato de calcio con una dosis de 150kg/ha con un beneficio costo de **2,66 USD**, recuperando el dólar invertido y obteniendo una ganancia de 1.66 dólares. y el tratamiento con menor beneficio fue el biol con **1,20 USD**, la aplicación de nitrato de calcio eleva los costos de producción, su rentabilidad es compensada con los rendimientos obtenidos.

Las ganancias obtenidas con la aplicación de abonos orgánicos son importantes ya que mejoran la economía de los agricultores. De esta manera obteniendo productos limpios de agroquímicos peligrosos para la salud de los agricultores y consumidores.

**Tabla 23-3:** Relación beneficio-costo del cultivo de cebolla blanca.

Dosis	B/C
Nitrato de calcio 150 kgN/ha	2,66
Nitrato de calcio 100 kgN/ha	2,51
Nitrato de calcio 150 kgN/ha	2,36
Compost 150 kgN/ha	1,92
Compost 100 kgN/ha	1,76
Compost 50 kgN/ha	1,74
Biol 50 kgN/ha	1,55
Biol 100 kgN/ha	1,33
Biol 150 kgN/ha	1,27
Testigo	1,2

Realizado por: Reino, N. 2022.

## DISCUSIONES

### Valor de reemplazo del fertilizante

El porcentaje del valor reemplazo del fertilizante compost es de 41,39%, demostrando la eficiencia del compost en el cultivo de cebolla blanca ya que en el compost es un abono rico en nutrientes (véase tabla 1-1), contribuyendo en la absorción de sustancias reguladoras del crecimiento, es fuente y almacén de nutrientes aumentando el contenido en macro y micronutrientes.

Jensen (2013, p. 2), en su sección de libro titulada “*Animal Manure Fertiliser Value, Crop Utilisation and Soil Quality Impacts*”, explica que el valor de reemplazo es utilizado para determinar la cantidad de estiércol, o abono orgánico, es necesario para obtener los mismos rendimientos que se presenta con un fertilizante mineral. Indicando que los abonos orgánicos muestran un valor reemplazo superior al 100%.

El porcentaje del valor reemplazo para el compost es de 41,39%, esto nos demuestra que, se necesita 100 kg de N de compost, para reemplazar a 41,39 kg de Nitrato de calcio a diferencia del biol con una eficiencia de 28,59%.

### Eficiencia del uso de fertilizante

El nitrato de calcio fue el fertilizante que obtuvo mayor eficiencia de absorción 60,69% a comparación del compost que su absorción fue de 45,11% y el biol con una eficiencia de 30,94%.

La eficiencia de un fertilizante está relacionada por las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y por lo tanto podemos aprovechar de manera eficiente el contenido nutricional total que posee un fertilizante.

Roca (2018, p. 3), menciona que el compost es un aliado importante en la nutrición del suelo por su contenido de materia orgánica y al incorporarse al suelo eleva el contenido de micro y macronutrientes del suelo, gracias a que forman coloides orgánicos ocasionando un aumento de retención de nitrógeno en forma de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), impidiendo que se pierda por lixiviación.

En nuestro ensayo de cebolla blanca (*Allium fistulosum* L.), el fertilizante compost que mejor respondió con buenas características agronómicas de esta manera aprovechando sus nutrientes que están presentes en el suelo.

### **Efectos de la aplicación de compost y biol en el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum* L.).**

Dentro de las características agronómicas, los tratamientos utilizados han tenido un fuerte impacto, durante el ensayo.

El mejor rendimiento t/ha de cebolla blanca, se obtuvieron con el tratamiento Nitrato de calcio  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  con una media de 8,2 t/ha, seguido del tratamiento Biol con 7,5 t/ha, Compost 6,2 t/ha.

El nitrógeno, nos ayuda a mejorar las características fenológicas de las plantas en el cultivo, es un elemento que se necesita en grandes cantidades para un óptimo aprovechamiento de este lo cual implica grandes costos de producción, pero debido a su importancia se vuelve necesario su utilización (Benimeli et al., 2019, pp. 3-7).

Bataller (2014, p. 70), menciona que el calcio es el elemento clave responsable de aumentar el grosor de la pared celular e incrementar la firmeza de los tallos, además retarda la senescencia en hojas duraderas capaces de continuar el proceso de la fotosíntesis, un menor estrés hídrico y una mayor fortaleza ante el ataque de plagas y enfermedades por esta razón por la cual se produjo un mayor incremento de peso en los macollos de cebolla blanca.

Los tratamientos que presentaron mayor número de tallos son el Compost y el Nitrato de calcio  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  con una media de 122,5 tallos/planta y con un número menor el tratamiento Biol con 110,75 tallos/planta, pero estadísticamente no siendo diferentes sin embargo a partir de un tallo puede formarse hasta 3 tallos cada dos meses. Dado que el compost es un abono orgánico obtenido

de una mezcla de restos vegetales, estiércol de animales y poseer un elevado contenido de Nitrógeno.

Suquilanda (2007, p. 191), menciona que este abono mejora la estructura del suelo al favorecer la formación y estabilización de los agregados mejorando el espacio poroso del suelo cual favorece el movimiento del agua y del aire, así como la penetración de las raíces y por ende ayuda a la asimilación rápida de los nutrientes hacia la planta.

El Nitrógeno es un macroelemento importante para la nutrición de la planta, ya que favorece la multiplicación celular y estimula el crecimiento. El calcio participa en la división y extensión celular, estabiliza la pared celular y membranas, evitando la ruptura de los tallos al momento de la cosecha. Los síntomas por la deficiencia de calcio aparecen primero en las hojas y tejidos jóvenes produciendo un crecimiento deficiente afectando la calidad. En la cebolla blanca lo importante es el macollamiento; mientras el número de tallos sea menor, el diámetro será mayor y cuando el número de tallos sea mayor el diámetro será menor; motivo por el cual no debe sobrepasar la fecha de cosecha ya que los tallos comenzarán a dividirse formando macollos de menor diámetro (Freire, 2015).

Los tratamientos con mayor peso por planta es el Nitrato de calcio  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , con una media de 1,17 kg/planta, los otros tratamientos Biol y Compost están en promedios de 1,06 kg/planta y 1,05 kg/planta respectivamente, con niveles adecuados de nutrición se puede mejorar el peso y el número de tallos. (Castellanos, 1999, pp. 9-10) señala que la cebolla tiene un rendimiento entre 1,8 y 2,2 kg/planta (pesajes en lotes cosechados), dependiendo de las condiciones del manejo y del periodo vegetativo del cultivo.

### **Análisis funcional**

El análisis funcional mediante el óptimo agrícola, indica la cantidad de Nitrógeno necesario para llegar al rendimiento óptimo del cultivo, de esta manera, para el compost se utilizó, una dosis de 2079 kg/ha obtenido un rendimiento de 35,5 t/ha, para el biol su óptimo agrícola fue con la dosis de 44,49 kg/ha obtenido un rendimiento 6,8 t/ha y para el nitrato de calcio su óptimo agrícola fue con la dosis de 471,07 kg/ha con un rendimiento de 17,6t/ha.

Se aprecia que, para el nitrato de calcio, se necesita una menor cantidad de kilogramos de nitrógeno para obtener un mayor rendimiento, en esto influye la composición fisicoquímica, de cada abono y fertilizante.

Lo que se consigue con la aplicación del óptimo agrícola, es encontrar el punto, en el cual se obtiene el máximo rendimiento posible, con las condiciones de agroclimáticas que tenga el ensayo.

En el caso de nuestro ensayo, se determina la cantidad de nitrógeno necesario para una óptima producción, teniendo en cuenta las condiciones agroclimáticas propias del sector.

### **Relación beneficio/costo**

Al evaluar la aplicación de tres tratamientos: Compost, Biol y Nitrato de calcio, desde el punto de vista económico, el mejor tratamiento fue el Nitrato de calcio con una dosis de 150 kg/ha con un valor de 2,66 USD, lo cual indica que por cada dólar que se invierte, se recupera el dólar invertido y se gana adicionalmente \$1,66.

De esta manera se puede apreciar que es recomendable utilizar el fertilizante nitrato de calcio como una alternativa que mejora los índices productivos en diferentes áreas de producción.

## CONCLUSIONES

- El valor reemplazo del compost presentó un valor de 41,39% de eficiencia, lo que nos indica que 100 kg de compost pueden reemplazar a 41,39 kg de nitrato de calcio.
- Para el valor reemplazo del biol un valor de 28,59% de eficiencia.
- El efecto de la aplicación de los abonos orgánicos se diferenció en todas las variables, para el rendimiento del cultivo identificando al nitrato de calcio con 8,6 t/ha con una dosis de 150 kg/ha el cual ayuda a mejorar las cualidades físicas y químicas en el cultivo, seguido del biol con 7,5 t/ha y al último el compost con 6,2 t/ha.
- El nitrato de calcio fue el fertilizante que alcanzó mayor eficiencia de absorción 60,69% a comparación del compost que su absorción fue de 45,11% y el biol con una eficiencia de 30,94%.
- El óptimo agrícola nos indica, que el nitrato de calcio, con una menor cantidad de nitrógeno aplicado, se pueden obtener mayores rendimientos, es así como, con 471,07 kg/ha, tenemos un rendimiento de 17,6 t/ha de cebolla blanca, siendo el compost con una dosis de 2079 kg/ha obtenido un rendimiento de 35,48 t/ha, para el biol su óptima agrícola fue con la dosis de 253,93 kg /ha obtenido un rendimiento 6,8t/ha
- El Nitrato de calcio presento una mayor relación beneficio costo con un valor de 2,66 USD, lo cual indica que por cada dólar que se invierta, se recupera el dólar invertido y se gana adicionalmente \$1,66.



## RECOMENDACIONES

- Aplicar la dosis correspondiente a 150 kgN/ha de Nitrato de calcio, debido a que fue el tratamiento que reportó los mejores resultados en la variable rendimiento de cebolla blanca (*Allium fistulosum* L.), debido a las propiedades nutrimentales que posee.
- Seguir investigando en este cultivo de gran importancia económica en nuestro país; utilizando diferentes fuentes y diferentes dosis de compost y de biol, para determinar si existen variaciones en el comportamiento agronómico o se mantiene con los resultados de esta investigación de esta manera mejorando las condiciones del suelo.
- Calibrar la dosis de nitrógeno, utilizando diferentes fuentes de nitrógeno mineral, de tal manera que se tenga la información para realizar fertilizaciones adecuadas para alcanzar los mejores rendimientos del cultivo de cebolla blanca

## BIBLIOGRAFÍA

**AGROLAB.** *Análisis de abonos orgánicos.* Quito-Ecuador: 2019. p. 10.

**BARCO, A.** *Manual Técnico del Cultivo de la Cebolla de Rama.* Bogotá-Colombia: 2009. pp. 7-13.

**BENIMELI, M., PLASENCIA, A., & CORBELLA, R.** *El Nitrógeno del suelo.* Ecuador: 2019. pp. 3-7. [Consulta: 12 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-catolica-sedes-sapientiae/suelos/el-nitrogeno-del-suelo-2019/12751686>.

**CASTELLANOS, Pedro.** *Cebolla rama.* [en línea]. Colombia: 1999. pp. 9-10. [Consulta: 12 diciembre 2020]. Disponible en: [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_si2/Manejo integrado de cultivo%0A de cebolla de rama o larga.pdf%0A](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/Manejo%20integrado%20de%20cultivo%20de%20cebolla%20de%20rama%20o%20larga.pdf).

**CERÓN, L.; & ARISTIZÁBAL, F.,** "Dinámica del ciclo del nitrógeno y fósforo en los suelos". *Revista colombia*, vol. XIV, nº 14 (2012), (Colombia). pp. 285-295.

**CÍA, M.** *Fertilizantes hidrosolubles.* [en línea]. Perú: 2018. p. 4. [Consulta: 19 diciembre 2020]. Disponible en: [https://www.molicom.com.pe/molinos/web/secciones/producto\\_detalle.php?idcat=8 &idprod=40#](https://www.molicom.com.pe/molinos/web/secciones/producto_detalle.php?idcat=8&idprod=40#).

**CORPOICA,** "La cebolla de rama o cebolla junca (*Allium fistulosum*), una hortaliza de gran importancia en la alimentación humana". *Dane* [en línea], 2015, (Colombia) (35), p. 6. [Consulta: 19 diciembre 2020]. Disponible en: [http://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol\\_Insumos\\_may\\_2015.pdf](http://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_may_2015.pdf)

**DÍAZ, M.** *Materia Orgánica* [en línea]. Cuba: 2010. p. 3. [Consulta: 13 diciembre 2020]. Disponible en: [http://www.actaf.co.cu/index.php?option=com\\_mtree&task=att\\_download&link\\_id%0A=45&cf\\_id=24.%0A](http://www.actaf.co.cu/index.php?option=com_mtree&task=att_download&link_id%0A=45&cf_id=24.%0A).

**DOSAL, M., & VILLANUEVA, M.** *Curvas de calibración en los métodos analíticos* [en línea]. México: 2008. p. 6. [Consulta: 19 diciembre 2020]. Disponible en: [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/CURVASDECALIBRACION\\_23498.p df](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/CURVASDECALIBRACION_23498.p df).

**ESPINOSA JACHO, Karina Elizabeth.** Elaboración de un abono orgánico a base de desechos del procesamiento del Brócoli (*Brassica oleracea itálica*), para disminuir la dependencia de productos químicos artificiales [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. 2011. p. 13. [Consulta: 19 diciembre 2020]. Disponible en:<http://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1760/1/SBQ18%20Ref.3402.pdf>

**FABARA, J.** *Importancia de los cultivos Hortícolas en Ecuador*. Quito-Ecuador, 2005. pp. 45-50.

**FAO.** "Horticultura Científica e Industrial". *Horticultura*, (2002), (Zaragoza-Acribia) p. 54.

**FERMAGRI.** *Nitrato de calcio* [en línea]. 2017. p. 2. [Consulta: 18 diciembre 2020]. Disponible en: <http://www.fermagri.com/nitrato-de-calcio-adp.html>.

**FREIRE BENAVIDES, Diego Armando.** Efecto de ecojambi en el rendimiento y en la incidencia de enfermedades en el cultivo de cebolla de rama (*Allium fistulosum L.*) [en línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. 2015. pp. 31-33. [Consulta: 18 diciembre 2020]. Disponible en: [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18286/1/Tesis-105 Ingeniería Agronómica - CD 342.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18286/1/Tesis-105%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20CD%20342.pdf).

**GÓMEZ, Roberto.** Respuesta de Dos Híbridos de Cebolla Colorada (*Allium cepa L.*), a Ocho Fertilizaciones Órgano Minerales y dos Láminas de Riego (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. 2002. p. 100.

**GÓMEZ, Víctor.** "El Calcio y su asimilación por parte de las plantas". *Dialnet* [en línea], 2014, (España) 1 (125), p. 70. [Consulta: 18 diciembre 2020]. ISSN 1889-5158. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4813146>.

**HOLDRIEDGE, L.** *Ecología basada en zonas de vida*. San José-Costa Rica: IICA, 1982, p. 216.

**IICA.** *Instituto Interamericano de Corporación para la Agricultura* [en línea]. Ecuador: 2003. p. 2. [Consulta: 12 diciembre 2020]. Disponible en: [http://www.iica.com.gov.ec/Cebolla de Rama](http://www.iica.com.gov.ec/Cebolla%20de%20Rama).

**INIAP.** *Análisis de abonos orgánicos*. Quito-Ecuador: 2017. p. 11.

**INFOAGRO.** *Infoagro*. [en línea]. Ecuador: 2012. p.4. [Consulta: 15 diciembre 2021].  
Disponible en: <http://www.infoagro.com/documentos/cultivo-de-cebolla-blanca>.

**INFOJARDÍN.** *Infojardín*. [en línea]. Ecuador: 2009. p.14. [Consulta: 15 enero 2022].  
Disponible en: <http://www.infojardin.com/documentos/manejo-de-plagas-enfermedades-cultivo-cebolla-blanca>.

**LARA, J.** *Compost*. Colombia, 2001, p. 50.

**PACHECO, A.** "Horticultura". *Lexus*, vol. 3, (1992), (México) p. 10.

**ROCA, A.** *Valoración agronómica del compost y factores limitantes* [en línea]. España: 2018. p. 4. [Consulta: 27 marzo 2022]. Disponible en: [https://infoagro.com/abonos/valoracion\\_agronomica\\_del\\_compost\\_y\\_factores\\_limitantes.htm](https://infoagro.com/abonos/valoracion_agronomica_del_compost_y_factores_limitantes.htm).

**RODRÍGUEZ ENRÍQUEZ, José Luis.** Efecto de tres niveles de fertilización química en dos variedades de cebolla de rama (*Allium fistulosum L.*) en El Ángel Carchi” [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica del Norte, El Ángel, Ecuador. 2008. p. 16. [Consulta: 13 diciembre 2020]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/262/2/03%20AGP%2059%20INFORMACION%20DE%20LA%20TESIS.pdf>

**ROMERO, M.** *Agricultura Ecológica* [en línea]. España: 2007. p. 6. [Consulta: 13 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.infoagro.com/>.

**SÁNCHEZ, P.** "Guía para Prácticas de Laboratorio y Campo". *Módulo Fitopatología*, vol. 1, (2010), (Cevallos-Ecuador) pp. 8-10.

**SOMMER, Sven; et al.** *Animal Manure Fertiliser Value, Crop Utilisation and Soil Quality Impacts*. New Delhi, India: John Wiley & Sons Ltd, 2013. p. 303.

**SUÁREZ, Alfonso; et al.** "Early sowing increases nitrogen uptake and yields of winter wheat grown with cattle slurry or mineral fertilizers". *The Journal of Agricultural Science*. (2018), (Reino Unido) p. 4.

**SUQUILANDA VALDIVIESO, Manuel.** *Manejo Agroecológico de suelos*. Quito-Ecuador: MAGAP, 2017. p. 191.

**TERRANOVA.** *Producción Agrícola.* Enciclopedia Agropecuaria. 2001. p. 22.

**TOALOMBO YUMBOPATIN, Martha Cristina.** Aplicación de abonos orgánicos líquidos tipo biol al cultivo de mora (*Rubus glaucus Benth*) [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. 2013. p. 27. [Consulta: 13 diciembre 2020]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/6490/1/Tesis-64%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20205.pdf>

**YARA.** *YaraMill* [en línea]. 2021. p. 2. [Consulta: 18 mayo 2021]. Disponible en: <http://www.yaraliva-tropicote.pdf>.

  
DBRA  
Ing. Cristian Castillo

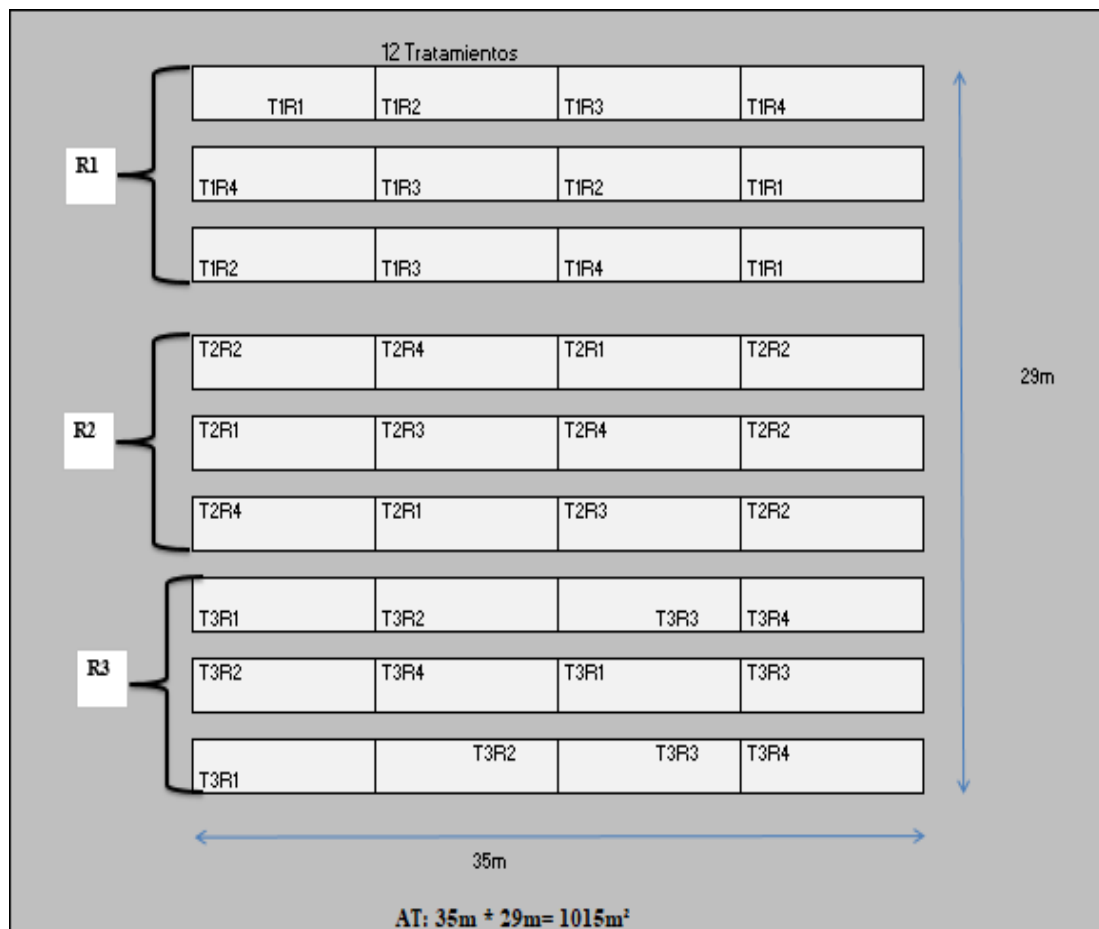


## ANEXOS

### ANEXO A: UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL.



### ANEXO B: ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL ENSAYO.



**ANEXO C: PRESUPUESTO PARA LA EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**

<b>COSTOS DIRECTOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1. Materiales de oficina</b>				
Hojas	Resma	2	3	6
Esferos	Unidad	5	0,35	1,75
Libreta de campo	Unidad	1	1	1
Impresiones	Unidad	150	0,02	30
Anillados	Unidad	5	2	10
<b>Materiales de campo Preparación del suelo e identificación del ensayo</b>				
<b>2. Mano de obra</b>				
Siembra de tallos	Jornal	4	15	60
<b>Preparación del terreno</b>				
Arada	Horas	2	12	24
Surcada	Horas	2	12	24
<b>Materiales y equipos</b>				
Piola	m	1	5	5
Estacas		76	0,10	7,60
Plástico color amarillo	m	1	1,50	1,50
Palillos de pincho	Palillos	9	1,50	13,50
Azadón	Azadón	2	12	24
Bomba	Bomba	1	60	60
<b>Fertilizantes</b>				
Nitrato de calcio	Kg	1	32	32
Compost- Ecu	Kg	9	5	45
Biofol- Ecu	Caneca	5	10	50
Mano de obra	Jornal	3	15	45
<b>Labores culturales</b>				
Deshierba	Jornal	2	15	30
Fertilización	Jornal	2	15	30
Control fitosanitario	Jornal	1	15	15

<b>Cosecha</b>				
Mano de obra	Jornal	3	15	45
Piola	Piola	1	6	6
Balanza	Balanza	1	15	15
Transporte	Vehículo	1	5	5
<b>Postcosecha</b>				
Molino		1	25	25
Fundas de papel		100	0,95	0,95
Fundas ziploc		100	3,50	3,50
Subtotal				615,80
Imprevistos 10%				61,580
Total				677,38

#### ANEXO D: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

ACTIVIDADES	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Semanas																								
Trazado de parcelas experimentales			X																					
Práctica de Fertilización				X				X				X												
Control de malezas			X					X				X												
Control Fitosanitario			X					X				X												
Rendimiento de plantas															X									
Número de tallos por metro cuadrado															X									
Peso del bulbo															X									
Clorofila en el tallo															X									
Análisis estadístico															X	X	X	X						
Presentación de resultados															X	X								
Elaboración del trabajo de titulación																X	X	X		X				
Defensa del trabajo de titulación																								X



**ANEXO E: TRAZADO DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES.**



**ANEXO F: IDENTIFICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.**



**ANEXO G: SELECCIÓN DE LAS PLANTAS DE LOS TRATAMIENTOS.**



**ANEXO H: ABONOS ORGÁNICOS E INORGÁNICO, NECESARIOS EN EL ENSAYO.**



**ANEXO I: LIMPIEZA DE LA PARCELA.**



**ANEXO J: APLICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES EN CADA PARCELA EXPERIMENTAL.**



**ANEXO K: IDENTIFICACIÓN DE LOS TALLOS DE LAS PLANTAS SELECCIONADAS.**



**ANEXO L: REGISTRO DE DATOS, NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA.**



**ANEXO M: COSECHA.**



**ANEXO N: CLASIFICACIÓN POR TRATAMIENTOS Y REPETICIONES.**



**ANEXO O: PESADO DE LOS TALLOS DE CADA TRATAMIENTO DEL ENSAYO.**



**ANEXO P: LIMPIEZA DE LA CEBOLLA BLANCA.**



**ANEXO Q: CORTE Y SECADO DE LA CEBOLLA BLANCA.**



**ANEXO R: SECADO, PESADO Y PROCESADO DE LA CEBOLLA BLANCA.**



## ANEXO S: PESADO E ETIQUETADO.



## ANEXO T: MÉTODO KJELDAHL.

### Método Kjeldahl

Se basa en la digestión de la muestra con una mezcla digestiva compuesta por ácido sulfúrico y la posterior destilación de la solución remanente con una solución básica. En la etapa de digestión al N orgánico se convierte a N mineral N-NH<sub>4</sub>. En la etapa de destilación, se utiliza una solución básica (Na OH 1+1) la cual convierte el amoníaco (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) gaseoso, que luego es arrastrado por una corriente de vapor de agua para ser recogida en una solución de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, con indicadores la cual es luego titulación con una solución de ácido sulfúrico de concentración conocida.

### *Protocolo a seguir para el Análisis del Nitrógeno Total*

- ✓ Pesar 0,100 g de muestra vaciarla en un tubo.
- ✓ Añadir 0,55g de mezcla de catalizador.
- ✓ Añadir 1,5 ml de ácido sulfúrico concentrado.
- ✓ Precalear el equipo digestor a 100 °C, colocar la canastilla con los tubos y paulatinamente ir subiendo la temperatura cada 20 minutos hasta la temperatura tope de 435°C. Revisar que la llave de agua este abierta para que se condensen los

- ✓ Observando que el digestado sea de color verde azulado, retirar entonces los tubos y dejar que se enfríe.
- ✓ Añadir con precaución alrededor de 10ml de agua destilada para disolver el residuo de sales formadas.
- ✓ Conectar el tubo al equipo de destilación y seleccionar el método Foliar 1.
- ✓ Revisar que la llave de agua este abierta para que pase por el refrigerante.
- ✓ Anotar el dato que genera el titulador para el respectivo cálculo.
- ✓ Antes de utilizar la unidad de destilación se debe encender para que se caliente y correr un test, ahí se encuentra listo para realizar la destilación de las muestras.

*Fórmula para calcular el porcentaje de nitrógeno amoniacal de la muestra.*

$$N\% = \frac{(V - B) * N + 14}{P * 10}$$

En donde:

V= Volumen del ácido sulfúrico utilizado para titular la muestra

B= Volumen del ácido sulfúrico utilizado en la titulación del blanco

N= Normalidad exacta del ácido sulfúrico

14= Peso equivalente del N

P= Peso de la muestra en gramos

10=Factor para convertir a porcentajes

## ANEXO U: ANÁLISIS DEL NITRÓGENO TOTAL.



**ANEXO V: RENDIMIENTO DEL CULTIVO.**

<b>RENDIMIENTO DEL CULTIVO Kg/ha</b>						
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>REPETICIONES</b>				<b>SUMA</b>	<b>MEDIA</b>
	<b>TESTIGO</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>		
COMPOST	15431,0039	18517,2047	192266,761	222064,562	448279,532	112069,883
BIOL	19723,3061	27456,5449	237672,934	222064,562	506917,347	126729,337
NITRATO DE CALCIO	22170,9826	24512,2384	269599,149	297623,271	613905,64	153476,41

**ANEXO W: PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN LSD AL 10% PARA EL RENDIMIENTO.**

<b>Tratamientos</b>			
<b>No.</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Media</b>	<b>Rango</b>
4	T3R4	86279,61	A
3	T2R3	76189,35	B
2	T1R2	70907,73	BC
1	Testigo	66020,26	C

**ANEXO X: NÚMERO DE TALLOS.**

<b>NÚMERO DE TALLOS unidades/planta</b>						
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>REPETICIONES</b>				<b>SUMA</b>	<b>MEDIA</b>
	<b>TESTIGO</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>		
T1	365	389	372	346	1472	368,5
T2	344	319	321	345	1329	332,5
T3	387	368	360	366	1481,00	367,00

**ANEXO Y: PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN LSD AL 10 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA.**

<b>Tratamientos</b>			
<b>No.</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Media</b>	<b>Rango</b>
1	Testigo	124,89	A
2	T2R2	122,11	A
3	T3R3	117,56	AB
4	T1R4	109,78	B

**ANEXO Z: PESO DE TALLOS POR PLANTA.**

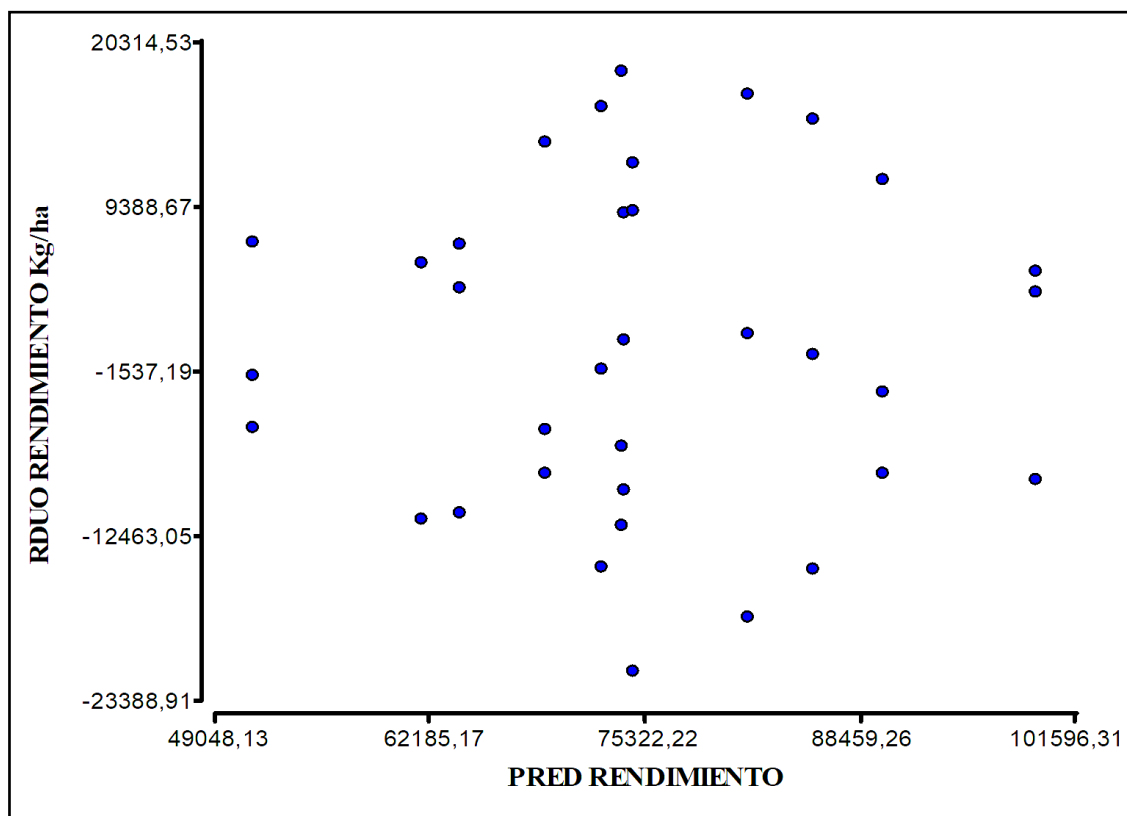
<b>PESO DE TALLOS POR PLANTA Kg</b>						
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>REPETICIONES</b>				<b>SUMA</b>	<b>MEDIA</b>
	<b>TESTIGO</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>		
T1	3	3,6	3,18	2,94	12,72	3,09
T2	3,04	3,3	3,14	3,35	12,83	3,22
T3	3,42	3,37	3,84	3,41	14,04	3,42



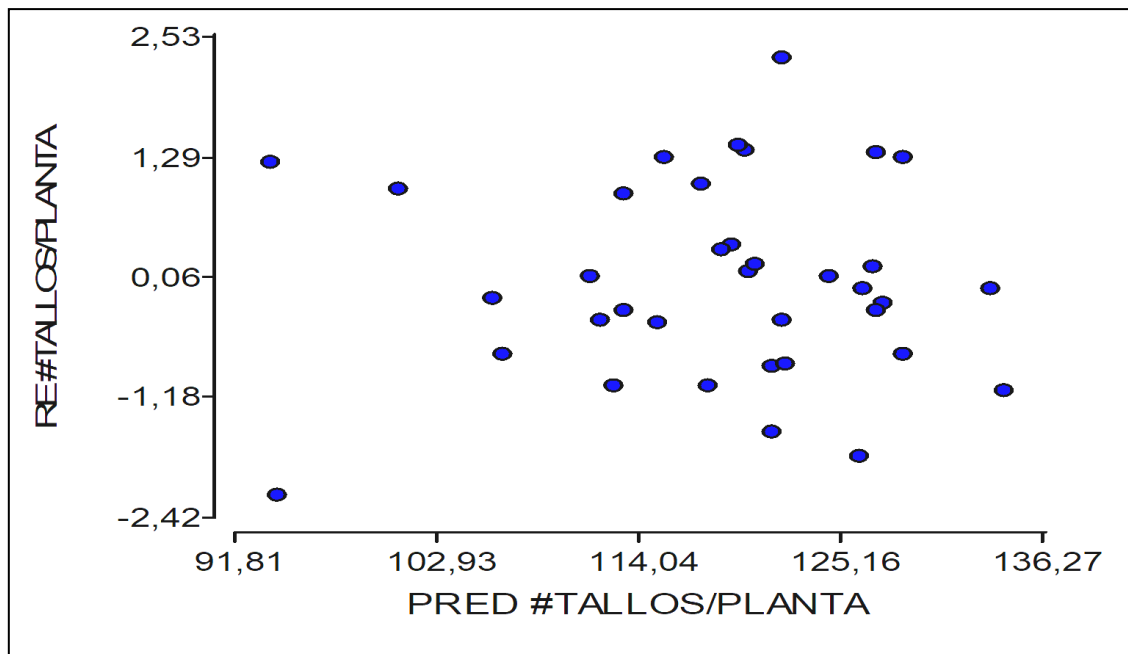
**ANEXO AA: PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN LSD AL 10 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO DE TALLOS POR PLANTA.**

<b>Tratamientos</b>			
<b>No.</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Media kg</b>	<b>Rango</b>
3	T3R3	1,14	A
2	T2R2	1,1	A
4	T1R4	1,06	A
1	Testigo	1,06	A

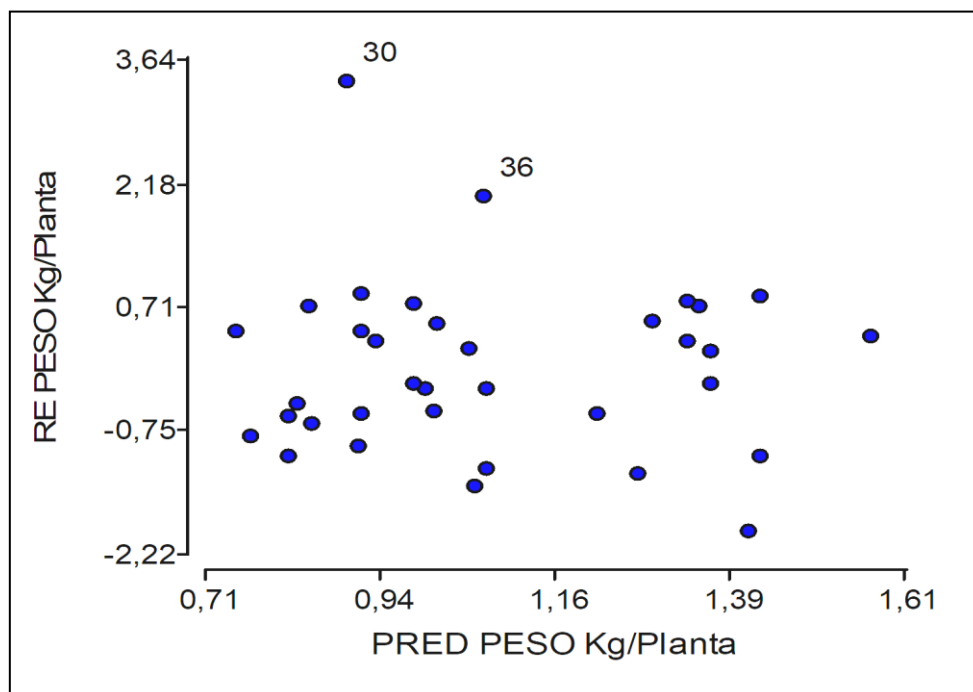
**ANEXO BB: DIAGRAMA DE DISPERSIÓN PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE CEBOLLA.**



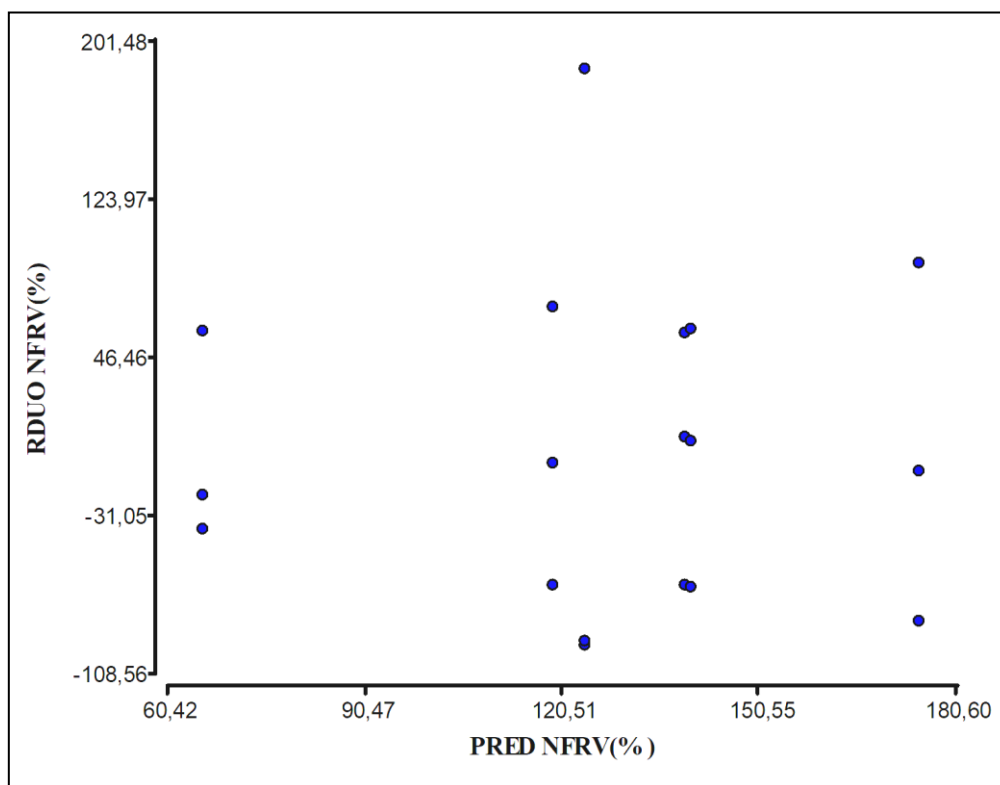
**ANEXO CC:** DIAGRAMA DE DISPERSIÓN PARA LA VARIABLE NÚMERO DE TALLOS DEL CULTIVO DE CEBOLLA.



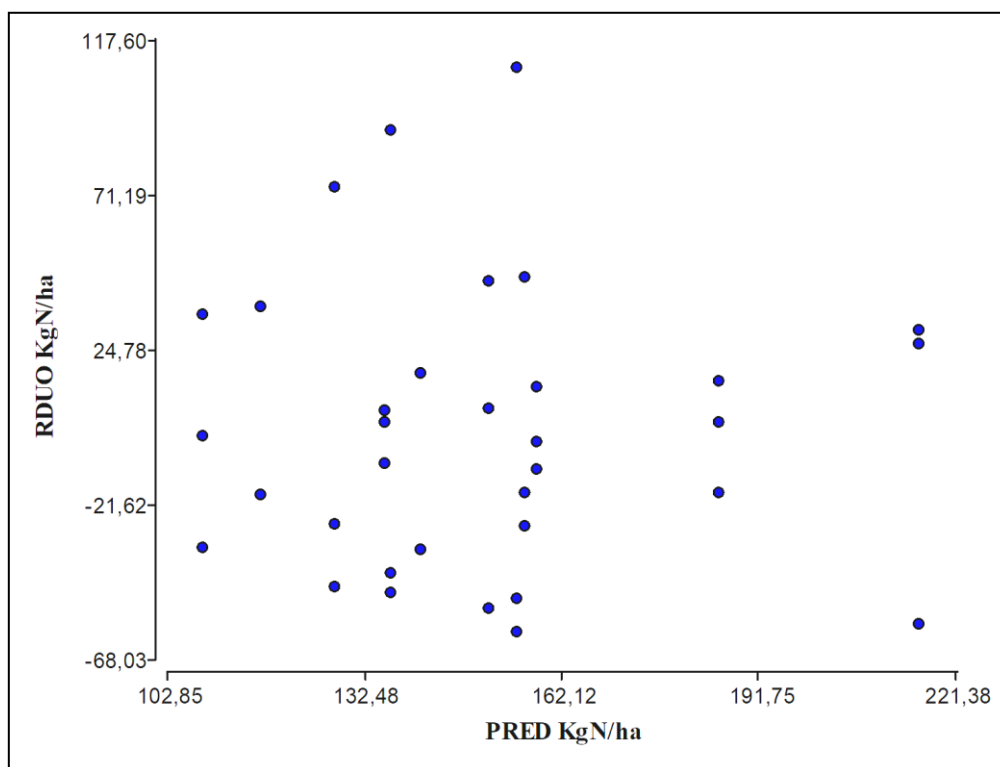
**ANEXO DD:** DIAGRAMA DE DISPERSIÓN PARA LA VARIABLE PESO DE TALLOS DEL CULTIVO DE CEBOLLA.



**ANEXO EE:** DIAGRAMA DE DISPERSIÓN PARA LA VARIABLE VALOR REEMPLAZO.



**ANEXO FF:** DIAGRAMA DE DISPERSIÓN PARA LA VARIABLE NITRÓGENO ABSORBIDO (KG/HA).





**esPOCH**

**Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 21 / 09 / 2022

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Nataly Silvana Reino Huaraca
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Recursos Naturales
<b>Carrera:</b> Agronomía
<b>Título a optar:</b> Ingeniera Agrónoma
<b>f. responsable:</b> Ing. Cristian Fernando Castillo Ruíz

  
Ing. Cristian Castillo



1596-DBRA-UTP-2022