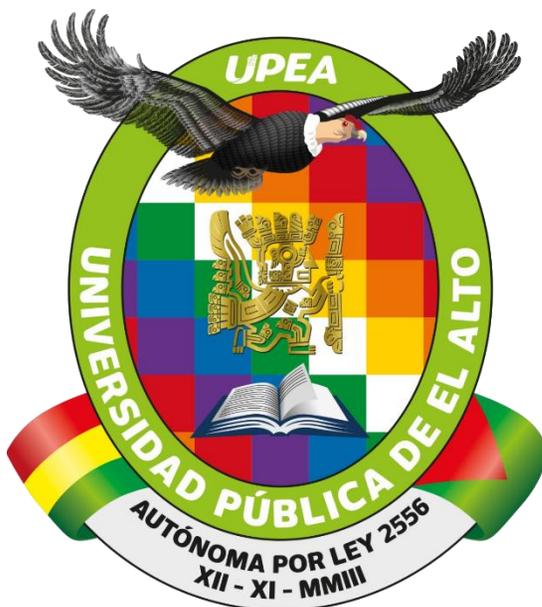


**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO  
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS  
VARIETADES DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) EN RESPUESTA A  
TRES ABONOS ORGÁNICOS EN LA COMUNIDAD CANTAPA,  
PROVINCIA LOS ANDES, DEPARTAMENTO LA PAZ.**

**Por:**

**Santos Lino Apaza Chura**

**EL ALTO – BOLIVIA**

**Mayo, 2025**

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO  
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

***EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIEDADES DE  
CEBOLLA (*Allium cepa* L.) EN RESPUESTA A TRES ABONOS ORGÁNICOS EN LA  
COMUNIDAD CANTAPA, PROVINCIA LOS ANDES, DEPARTAMENTO LA PAZ***

*Tesis de Grado presentado  
como requisito para optar el Título de  
Ingeniero Agrónomo*

**Santos Lino Apaza Chura**

**Asesores:**

M Sc. Lic. Ing. Ramiro Raúl Ochoa Torrez .....

**Tribunal Revisor:**

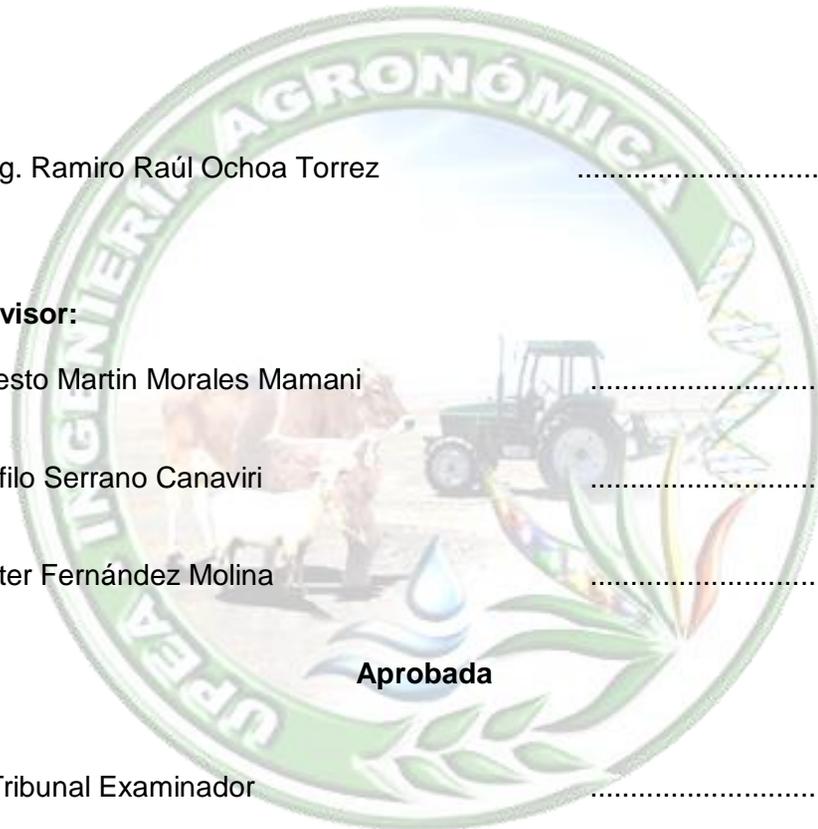
Lic. Ing. Ernesto Martin Morales Mamani .....

Lic. Ing. Teófilo Serrano Canaviri .....

Lic. Ing. Walter Fernández Molina .....

**Aprobada**

Presidente Tribunal Examinador .....



**DEDICATORIA:**

*Un sincero agradecimiento a DIOS también a mis queridos amados padres: Gerardo Apaza y Ana María chura por su apoyo.*

*En especial a mi esposa Julia Apaza y mis hijos Dilma, Anderson por todo su apoyo en momentos difíciles y por compartir siempre su confianza.*

*A mis hermanos: Emilio, Bertha y Mario por sus apoyo emocionalmente y ánimos*

## **AGRADECIMIENTOS**

El más profundo agradecimiento a la Universidad Pública de El Alto (UPEA) por haberme acogido y formado en sus aulas durante los años de estudio y el plantel docente por los conocimientos compartidos durante mi Carrera Universitaria.

Al Director de carrera al Lic. Ing. Daniel Condori Guarachi por su apoyo en el transcurso de mi investigación recibiendo un apoyo incondicional desde el inicio hasta finalizar mi Investigación.

Mi más sincero agradecimiento a mi asesor de tesis, al M. Sc. Ing. Ramiro Raúl Ochoa Torrez por su disposición de tiempo, apoyo y colaboración recibida para que se haga realidad esta investigación.

Un reconocimiento especial al tribunal revisor Lic. Ing. Ernesto Martin Morales Mamani, Lic. Ing. Teófilo Serrano Canaviri y Lic. Ing. Walter Fernández Molina, por las correcciones y sugerencias en cada una de las palabras escritas en este documento que han enriquecido el documento final.

Un agradecimiento muy especial a mi familia por brindarme su apoyo en todo momento. A mis compañeros los cuales me ayudaron en la realización de mi investigación.

## CONTENIDO

ÍNDICE DE TEMAS .....	i
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
ABREVIATURAS .....	x
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii

## ÍNDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos .....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Hipótesis .....	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Origen de cebolla.....	4
2.2. Importancia y valor nutritivo del cultivo de cebolla.....	4
2.3. Producción nacional.....	5
2.4. Descripción taxonómica y morfológica.....	6
2.5. Características botánicas. ....	6
2.6. Ciclo vegetativo de la cebolla.....	7
2.7. Variedades de cebolla .....	8
2.8. Factores que influyen en la formación del bulbo .....	9

2.9.	Exigencias edafoclimáticas.....	10
2.9.1.	Clima .....	10
2.9.2.	Fotoperiodo .....	10
2.9.3.	Humedad del suelo .....	10
2.9.4.	Suelo .....	11
2.9.5.	Riego .....	11
2.9.6.	Precipitación .....	11
2.9.7.	Requerimiento de nutrientes del cultivo de cebolla .....	11
2.10.	Abonos orgánicos .....	12
2.10.1.	Estiércol .....	13
2.10.2.	Ventajas y desventajas del estiércol .....	13
2.10.3.	Importancia de los abonos orgánicos.....	15
2.10.4.	Tipos de abonos orgánicos .....	15
2.10.5.	Características de estiércol de ovino .....	15
2.10.6.	Características de estiércol de bovino. ....	15
2.10.7.	Humus de lombriz. ....	16
2.10.8.	Comparación nutricional de los estiércoles de ovino, vacuno y humus de lombriz	16
2.10.9.	Dosis de abonos orgánicos. ....	16
2.11.	Manejo del cultivo de cebolla .....	17
2.11.1.	Almácigo .....	17
2.11.2.	Preparación del suelo .....	17
2.11.3.	Abonado.....	17
2.11.4.	Densidad de siembra.....	18
2.11.5.	Trasplante .....	18
2.11.6.	Deshierbe.....	18
2.11.7.	Aporque.....	19

2.11.8.	Doblamiento.....	19
2.11.9.	Cosecha.....	19
2.12.	Plagas y enfermedades del cultivo de cebolla.....	19
2.12.1.	Plagas en el cultivo de cebolla.....	20
2.12.2.	Enfermedades en el cultivo de cebolla.....	20
2.13.	Análisis económico.....	20
2.13.1.	Beneficio bruto.....	20
2.13.2.	Beneficio neto.....	20
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1.	Localización.....	22
3.1.1.	Ubicación geográfica.....	22
3.1.2.	Características edafoclimáticas.....	23
3.1.3.	Clima.....	23
3.1.4.	Suelo.....	23
3.1.5.	Flora.....	23
3.1.6.	Fauna.....	23
3.2.	Materiales.....	24
3.2.1.	Material de estudio.....	24
3.2.2.	Material de orgánico.....	24
3.2.3.	Material de escritorio.....	24
3.2.4.	Material de campo.....	25
3.3.	Metodología.....	25
3.3.1.	Procedimiento experimental.....	25
3.3.1.1.	Descomposición del estiércol de bovino.....	25
3.3.1.2.	Abono ovino.....	25
3.3.1.3.	Cosecha del humus de lombriz.....	25

3.3.1.4.	Preparación del sitio experimental .....	25
3.3.1.5.	Toma de muestra del suelo .....	26
3.3.1.6.	Incorporación de abonos orgánicos al suelo.....	26
3.3.2.	Labores culturales.....	26
3.3.2.1.	Trasplante .....	26
3.3.2.2.	Refalle.....	26
3.3.2.3.	Riego.....	27
3.3.2.4.	Desmalezado.....	27
3.3.2.5.	Aporque.....	27
3.3.2.6.	Cosecha.....	27
3.3.2.7.	Toma de datos.....	28
3.3.3.	Diseño experimental .....	28
3.3.4.	Factores de estudio .....	28
3.3.4.1.	Formulación de tratamientos .....	29
3.3.4.2.	Características del área experimental.....	29
3.3.5.	Variables de respuesta .....	30
3.3.5.1.	Altura de planta .....	30
3.3.5.2.	Número de hojas por planta .....	30
3.3.5.3.	Peso del bulbo a la cosecha.....	30
3.3.5.4.	Diámetro de bulbo a la cosecha.....	30
3.3.5.5.	Diámetro de falso tallo .....	30
3.3.5.6.	Rendimiento en t/ha y en kg/m <sup>2</sup> .....	30
3.3.6.	Análisis económico .....	31
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1.	Clima .....	33
4.1.1.	Temperatura .....	33

4.1.2.	Precipitación pluvial (mm) .....	34
4.1.3.	Análisis físico y químico de suelo.....	35
4.2.	Variables de respuesta .....	36
4.2.1.	Altura de la planta .....	36
4.2.2.	Número de hoja por planta .....	39
4.2.3.	Peso fresco del bulbo .....	41
4.2.4.	Diámetro del bulbo.....	44
4.2.5.	Diámetro de falso tallo .....	46
4.3.	Análisis económico .....	51
4.3.1.	<b>Beneficio bruto</b> .....	52
4.3.2.	Relación beneficio costo.....	52
5.	CONCLUSIONES .....	54
6.	RECOMENDACIONES.....	55
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	56
8.	ANEXOS .....	60

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Composición de la cebolla por 100 g de producto fresco.....	4
Cuadro 2.	Superficie, producción y rendimiento. ....	5
Cuadro 3.	Composición del estiércol (Guano) y humus de lombriz .....	16
Cuadro 4.	Análisis de físico del suelo.....	35
Cuadro 5.	Análisis químico de suelo .....	36
Cuadro 6.	Análisis de varianza de altura de planta (cm) del cultivo de cebolla .....	37
Cuadro 7.	Análisis comparativo Duncan de alturas de plantas para variedades .....	37
Cuadro 8.	Análisis comparativo Duncan de alturas de plantas para abonos .....	38
Cuadro 9.	Análisis de varianza de variable número de hojas.....	39
Cuadro 10.	Análisis comparativo Duncan de número de hojas para Variedades.....	40
Cuadro 11.	Análisis comparativo Duncan de numero de hojas para abonos .....	40
Cuadro 12.	Análisis de varianza de peso de bulbo (g) del cultivo de cebolla .....	42
Cuadro 13.	Análisis comparativo Duncan de peso del bulbo para Variedades .....	42
Cuadro 14.	Análisis comparativo Duncan de peso del bulbo para abonos.....	43
Cuadro 15.	Análisis de varianza de diámetro de bulbo (mm) del cultivo de cebolla .....	44
Cuadro 16.	Análisis de varianza de diámetro de bulbo (mm) del cultivo de cebolla .....	45
Cuadro 17.	Análisis de varianza de diámetro de bulbo (mm) del cultivo de cebolla .....	45
Cuadro 18.	Análisis de varianza diámetro de falso tallo (mm) del cultivo de cebolla ....	47
Cuadro 19.	Análisis de varianza de diámetro de tallo (mm) del cultivo de cebolla .....	47
Cuadro 20.	Análisis de varianza de diámetro de tallo (mm) del cultivo de cebolla .....	48
Cuadro 21.	Análisis de varianza de rendimiento (t/ha) del cultivo de cebolla .....	49
Cuadro 22.	Análisis de varianza de rendimiento (Rdto) para variedades. ....	50
Cuadro 23.	Análisis de varianza de rendimiento (Rdto) para abonos. ....	50
Cuadro 24.	Beneficio bruto .....	52
Cuadro 25.	Relación beneficio/costo.....	53



**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1.	Etapas de desarrollo de la cebolla .....	8
Figura 2.	Ubicación del área del estudios.....	22
Figura 3.	Temperaturas máximas y mínimas registrados en el periodo de estudio en 2022 y 2023 .....	33
Figura 4.	Precipitación durante el desarrollo del cultivo de cebolla 2022- 2023 .....	34
Figura 5.	Comparación de medias para altura de planta en la interacción entre variedades del cultivo de cebolla con diferentes abonos, ( $p < 0,05$ ).....	38
Figura 6.	Comparación de medias para número de hojas en la interacción abonos por variedad en el cultivo de cebolla ( $p < 0,05$ ).....	41
Figura 7.	Comparación de medias para peso de bulbo en la interacción abonos por variedad en el cultivo de cebolla ( $p < 0,05$ ).....	43
Figura 8.	Comparación de medias para diámetro de bulbo en la iteración entre variedades del cultivo de cebolla por diferentes abonos ( $p < 0,05$ ). .....	46
Figura 9.	Comparación de medias para de diámetro de falso tallo en la interacción entre variedades del cultivo de cebolla por diferentes abonos ( $p < 0,05$ ). .....	48
Figura 10.	Comparación de medias para rendimiento en la interacción entre variedades del cultivo de cebolla por diferentes abonos ( $p < 0,05$ ). .....	51

**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1.	Dados de temperatura .....	61
Anexo 2.	Croquis de experimento.....	61
Anexo 3.	Promedio de datos.....	62
Anexo 4.	Análisis de suelo .....	63
Anexo 5.	Costos de parcela experimental .....	64
Anexo 6.	Fotografías de producción de cebolla .....	67

**ABREVIATURAS**

Bs:	Bolivianos
Cm:	Centímetro
CPU:	Central Processing Unit
°C :	Centígrado
GPS:	Global Positioning System
g:	Gramos
Km:	Kilómetro
Msnm:	Metros sobre el nivel del mar
mm:	Milímetro
m <sup>2</sup> :	Metro cuadrado
P:	Fosforo
N:	Nitrógeno
K:	Potasio
pH:	Potencial de hidrogeno
ha:	Hectárea
kg:	Kilógramo
%:	Porcentaje
Σ:	Sumatoria

## RESUMEN

El cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) es una hortaliza de gran importancia a nivel mundial, ocupando el tercer lugar en superficie cosechada, solo después de la papa y el tomate, según la FAO (2014). La creciente demanda de cebollas ha motivado a los productores a buscar nuevas alternativas para mejorar los rendimientos, y una de estas estrategias involucra la aplicación de abonos orgánicos. Este enfoque de investigación refleja la importancia del cultivo de la cebolla y la búsqueda constante de estrategias efectivas para mejorar la productividad, con uso de abonos orgánicos y la elección adecuada de variedades para lograr resultados óptimos en el norte de La Paz. Es en este contexto que surge el estudio titulado "Evaluación del comportamiento agronómico de dos variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) en respuesta a tres abonos orgánicos en la comunidad cantapa provincia Los Andes departamento de La Paz". Los objetivos principales de este estudio es evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades de cebolla y calcular la relación beneficio-costos (B/C) de estas variedades en el cultivo de cebolla. El material biológico utilizado en el estudio consistió en dos variedades de cebolla: globosa, y perilla. Además, se incorporaron abonos orgánicos de vacuno, ovino y humus de lombriz. En términos del diseño experimental, se implementó un Diseño de Bloques al Azar con arreglo factorial. Este diseño contempla dos factores que son factor A variedades y factor B que son abonos los cuales forman de 8 tratamientos. En nuestra investigación se evaluaron altura de planta, número de hojas, peso fresco del bulbo a la cosecha, diámetro de bulbo, diámetro de falso tallo y el rendimiento de las variedades y por último beneficio costo; la variedad con mayor altura de la planta 72,71 es la variedad perilla; la mayor número de hojas fue la variedad perilla con 8,25 hojas por planta; en caso del peso fresco del bulbo con mayor peso es la variedad perilla 186,13 g ; el mayor diámetro de bulbo 73,70 mm que pertenece a la variedad perilla; el mayor diámetro de falso tallo 27,16 mm que pertenece a la variedad perilla. La variedad perilla con mayor rendimiento con uso de abono de ovino 67680 kg/ha y sigue el tratamiento T3 variedad globosa con abono de ovino 67336 kg/ha, el análisis económico por tratamiento determinó la variedad perilla y globosa de los tratamientos T6, T2 obtuvo el mayor beneficio costo esto permitió obtener mayor retorno económico invertido en B/C 2,44 por Bs 1 invertido se ganará Bs 1,44.

## ABSTRACT

The cultivation of onion (*Allium cepa* L.) is a vegetable of great importance worldwide, occupying third place in harvested area, only after potatoes and tomatoes, according to the FAO (2014). Given its relevance in the horticultural field, the cultivation of onion has traditionally been one of the most prominent in the country. The growing demand for onions has motivated producers to look for new alternatives to improve yields, and one of these strategies involves the application of organic fertilizers. This research approach reflects the continued importance of onion cultivation and the constant search for effective strategies to improve productivity, highlighting the relevance of nutrient application and the appropriate choice of varieties to achieve optimal results in the north of La Paz. It is in this context that the study entitled "Evaluation of the agronomic behavior of two varieties of onion (*Allium cepa* L.) in response to three organic fertilizers in the Cantapa community, province of Los Andes, department of La Paz" arises. The main objectives of this study is to evaluate the agronomic performance of two onion varieties and calculate the benefit-cost ratio (B/C) of these varieties in onion cultivation. The biological material used in the study consisted of two varieties of onion: globose and perilla. In addition, organic fertilizers from cattle, sheep and worm castings were incorporated. In terms of the experimental design, a Random Block Design with a factorial arrangement was implemented. This design contemplates two factors, which are factor A varieties and factor B, which are fertilizers, which form 8 treatments. In our research, plant height, number of leaves, fresh weight of the bulb at harvest, bulb diameter, false stem diameter and the performance of the varieties and finally cost benefit were evaluated; The variety with the highest plant height 72,71 is the perilla variety; The largest number of leaves was the perilla variety with 8.25 leaves per plant; In the case of the fresh weight of the bulb with the greatest weight, the perilla variety is 186,13 g; the largest bulb diameter 73,70 mm that belongs to the perilla variety; the largest diameter of false stem 27,16 mm that belongs to the perilla variety. The perilla variety with the highest yield with the use of sheep manure 67680 kg/ha and the treatment T3 follows the globose variety with sheep manure 67336 kg/ha, the economic analysis by treatment determined the perilla and globose variety of the treatment T6, T2 obtained The greater cost benefit allowed us to obtain a greater economic return invested in B/C 2,44 for Bs 1 invested, Bs 1,44 was earned.

## 1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de las hortalizas se constituye en un importante alimento humano porque son ricas en vitaminas y sales minerales. Precisamente la cebolla dentro de este grupo, se encuentra a nivel mundial como una de las hortalizas más antiguas de mayor consumo alimenticio en la dieta diaria de las familias. En el altiplano Boliviano una de las pocas especies de producción a secano, es decir en época de lluvia, es el cultivo de cebolla. (Baldivia. 2011),

La cebolla es de mucha importancia dentro del grupo de las hortalizas, tanto en lo económico, como en la social, puesto que se constituye en una especie de amplio uso en la alimentación humana.

Según FAO (2014), el mayor productor de cebolla a nivel mundial es China, con un total de 22,66 millones de toneladas en los años 2011 y 2012 por tal razón China e India lideran la lista de los mayores productores de cebolla, con 27,36% y 19,68% respectivamente de la producción total de cebolla a nivel mundial. Sin embargo, Bolivia no figura dentro de los países más productores del mundo, por lo tanto, ahora el desafío de producir cebolla es mayor para llegar a esa meta.

En Bolivia la producción de la cebolla se concentra generalmente en la zona de los valles y zonas altas del altiplano, donde existe épocas marcadas durante el periodo otoño – invierno y otra en primavera – verano y con variedades e híbridos rojas y rosadas solamente. y no así variedades amarillas o blancas que requieren factores de temperatura y fotoperiodo óptimo para su crecimiento y desarrollo (INE y MDRyT, 2020).

En el Altiplano entre los abonos más utilizados como fuente de nutrientes para los cultivos son el estiércol de ovino y vacuno. Este abono tiene vital importancia en la producción de cebolla, ya que este determina el tamaño del bulbo. Además mejoran las propiedades físicas - químicas y biológicas del suelo. De esta manera, la producción de los cultivos requiere de insumos que no causen efectos adversos al suelo por esta razón el uso del estiércol ovino y de ganado vacuno se adecua a métodos enmarcados dentro de la producción orgánica y su aporte al cultivo es fundamental no solo en su desarrollo sino también en la adecuación del cultivo al momento del trasplante. (Garro, 2016).

Esta visión productiva establece métodos que permiten un aporte al sistema suelo planta sin provocar efectos adversos y retroactivos en el suelo, si más bien mejorando las características y factores del suelo. En este sentido la utilización del estiércol ovino, vacuno es de gran aporte al suelo y la planta, por con siguiente, al desarrollo del cultivo brindando además mejores significativas e integrales al suelo.

### **1.1. Planteamiento del problema**

La producción convencional que ocasiona contaminación y degradación de suelos, por lo general no es producida de manera orgánica, debido a los fertilizantes químicos que se emplean, que por su fácil adquisición y aplicación, el agricultor opta para la producción de sus hortalizas, que causa la degradación de suelo y alteración del PH. Además el desconocimiento de rendimiento en el sector.

Las principales dificultades que impiden una mayor producción son los factores, como falta de nutrientes, factores climáticos adversos (heladas – sequías) y la falta de variedades precoces y con amplia adaptabilidad para las condiciones ambientales del altiplano. No se logra obtener bulbos de buena calidad para el consumo y para la comercialización, por ello los agricultores de la comunidad Cantapa, provincia Los Andes municipio de Laja están condicionados a la producción de forrajes, sin alternativa de producir hortalizas.

En el contexto del cultivo de cebolla en Bolivia, todavía se emplean prácticas tradicionales que incluyen densidades de siembra, riego y fertilización convencionales. Sin embargo, este enfoque resulta en largas y arduas jornadas de trabajo, y cuando escasea el agua, el desarrollo de las cebollas se ve comprometido.

En el sector del estudio, no son muy frecuentes encontrar antecedentes de investigaciones de cebolla con uso de diferentes abonos orgánicos, ni con sistema de riego por goteo.

### **1.2. Justificación**

En los últimos años se han buscado alternativas que estén apoyados en la tecnología actual para evitar el deterioro de nuestro ambiente y que contribuyan a la producción eficiente y de calidad; ya que los consumidores exigen un producto orgánico natural. Por tal motivo se realizará la fertilización orgánica en la producción de cebolla, con la aplicación de diferentes abono orgánico (estiércol de ovino, vacuno y humus de lombriz) para determinar un mayor desarrollo fenológico y rendimiento del cultivo, de una manera natural, aportando a la

disminución de la dependencia de los agricultores a los agro tóxicos comerciales que son de uso frecuente en los productores de hortalizas de nuestro altiplano boliviano. Para ello se plantea la evaluación de dos variedades de cebolla bajo 3 tipos de abono orgánico en la comunidad Cantapa.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

- Evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades de cebolla (*Allium cepa L.*) en respuesta a tres abonos orgánicos en la comunidad Cantapa, Provincia Los Andes, departamento La Paz.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades del cultivo de cebolla (*Allium cepa L.*) variedades globosa y perrilla.
- Analizar el rendimiento de dos variedades del cultivo de cebolla en respuesta a la aplicación de humus de lombriz, estiércol de bovino y ovino.
- Determinar el beneficio/costo del uso de abonos orgánicos en el cultivo de cebolla

### **1.4. Hipótesis**

**H<sub>0</sub>:** El comportamiento agronómico de dos variedades del cultivo de la cebolla en respuesta a tres tipos de abonos orgánicos no muestra diferencias significativas entre los tratamientos, en la comunidad de Cantapa.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Origen de cebolla

Según Maroto (1995), la cebolla es una planta originaria probablemente de Asia cuyo cultivo es conocido por el hombre desde hace varios miles de años siendo una hortaliza muy apreciada por los antiguos pobladores del Mediterráneo, en especial por las civilizaciones egipcias, que atribuían a la cebolla características alimenticias, propiedades curativas e incluso mágicas.

La principal fuente de origen de la cebolla es Asia Central y la costa mediterránea como centro secundario. En la Edad Media, los romanos llevaron su cultivo a los países mediterráneos, donde se criaron variedades con grandes bulbos, dando lugar a las variedades modernas. Las cebollas llegaron a Centroamérica desde los primeros pobladores (FTDA-Valles, 2006).

### 2.2. Importancia y valor nutritivo del cultivo de cebolla

La cebolla es más utilizada para mejorar el sabor de las comidas, y pueden consumirse en estado fresco, en conserva y deshidratadas. La cebolla aporta buena cantidad de vitaminas y aceites esenciales. Además, mencionan que el sabor característico de la cebolla se debe al sulfuro de alilo, la misma presente en los aceites volátiles de los jugos de la planta (Zabala y Ojeda, 1988).

**Cuadro 1. Composición de la cebolla por 100 g de producto fresco**

Componente	Unidad	Cebolla cabeza	Cebolla cola
Energía	kg	37	24
Humedad	g	90,02	92,92
Proteínas	g	0,96	1,64
Grasas	g	0,21	0,1
Carbohidratos	mg	8,99	4,79
Fibra cruda	mg	0,49	1,09
Vitamina A	mg	8	168
Vitamina B1	mg	0,04	0,06
Vitamina B2	mg	0,07	0,36
Vitamina C	mg	5	65

Fuente: Acapa y Alvarado (2012).

### 2.3. Producción nacional

FAO (2010), citado por Baldivia (2011), señala que en Bolivia, la producción de cebolla tiene una amplia gama de pisos ecológicos, ubicados en la región del altiplano en los departamentos de La Paz y Oruro a una altitud de 3800 a 4200 msnm; cabecera de valles en Potosí, Cochabamba y Chuquisaca, a una altitud entre los 2800 a 3200 msnm; valles y valles meso térmicos en Cochabamba, Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz. Debido a las condiciones climáticas, en Beni y Pando no cuentan con una producción considerable.

DAPRO (2020) indica, en Bolivia el cultivo de la cebolla se distingue entre la producción de cebolla de verdeo y la producción de cebolla en bulbo o seca, la producción nacional de cebolla en bulbo, comprende la mayor parte de la superficie cultivada. El área cosechada de cebolla en conjunto logró alcanzar 7,102 hectáreas en la campaña agrícola 2019-2019, algo menor a lo observado en la campaña anterior, pero que debido a una mejora en los rendimientos se logró incrementar los volúmenes de producción hasta alrededor de 89.98 mil toneladas en dicha campaña.

Según INE & MDRyT (2020), la distribución geográfica de la producción, las estimaciones conjuntas entre el Instituto Nacional de Estadística y el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, el departamento de Cochabamba es el mayor productor de cebolla a nivel nacional al haber alcanzado un volumen de producción de 37783,02 toneladas durante la campaña agrícola 2018-2019, seguido del departamento de Tarija que logró obtener una producción de 12914,63 toneladas en esta última campaña agrícola. Santa Cruz aparece como tercer productor de cebolla a nivel nacional con un volumen de producción de 9156,5 toneladas. La Paz ocupa penúltimo lugar, con una producción de 3567,57 toneladas.

**Cuadro 2. Superficie, producción y rendimiento.**

Detalle	Superficie (ha)	Producción (t)	Rendimiento (kg/ha)
Bolivia	7460,87	90235,44	12,094
Chuquisaca	1101,25	13468,83	12,231
La Paz	486,82	3567,57	7,328
Cochabamba	2716,66	37783,02	13,908
Oruro	764,89	10483,67	13,706
Potosí	402,34	2196,56	5,459
Tarija	1068,63	12914,63	12,085
Santa Cruz	761,75	9156,5	11,565
Beni	86,04	402,94	4,683
Pando	42,49	261,71	6,160

Fuente: Instituto Nacional de Estadística MDRyT.

## 2.4. Descripción taxonómica y morfológica.

Lemus (2009), señalan que de acuerdo con la taxonomía esta planta pertenece a:

Grupo: Angiosperma  
Clase: Monocotiledónea  
Subclase: Dialipétala  
Orden: Liliales  
Familia: Liliácea  
Género: *Allium*  
Especie: *Allium cepa* L.

## 2.5. Características botánicas.

Según FDTA- Valles (2007), la cebolla pertenece a la familia de las liliáceas. Es una planta herbácea y bianual. El primer año se cultiva para recolectar bulbo y el segundo año para obtener semilla, teniendo las siguientes características:

**a) Raíces.-** La planta de cebolla tiene un sistema radicular formado por raíces adventicias que es superficial y se extiende hasta una profundidad de 30 centímetros. Las raíces presentan pocos pelos absorbentes y esto determina una menor capacidad de absorción de la planta y mayores exigencias con respecto al balance de humedad del suelo.

**b) Tallo.-** Esta presentado por una masa aplastada llamada “Disco basal”, de entrenudos muy cortos, situado en la base del bulbo. El tallo verdadero o base del bulbo de la cebolla es marcadamente corto.

**c) Hojas.-** Las hojas de la cebolla son tubulares, puntudas en las partes superiores y ensanchadas en la parte central. Cada hoja consta de dos partes: limbo (hoja verdadera) y vaina cilíndrica y crece sucesivamente. De manera que cada hoja joven pasa por la vaina de la hoja ya crecida. Así, las vainas cilíndricas de las hojas se sitúan una dentro de otra, y de esta manera se forma el llamado falso tallo.

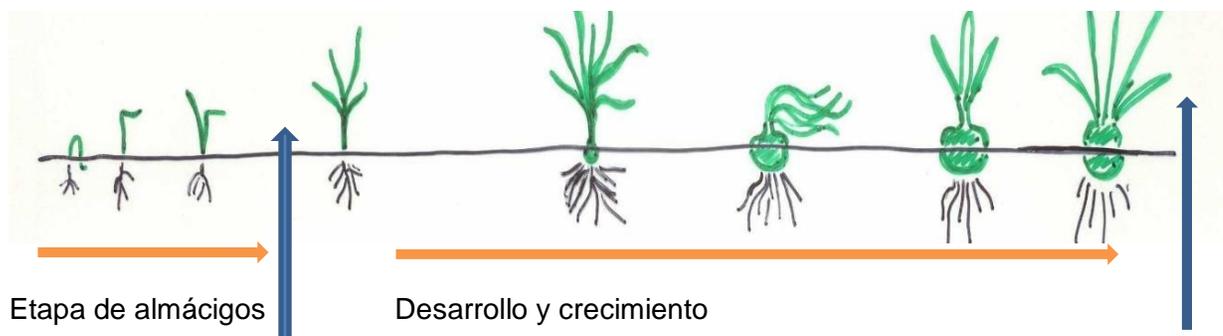
**d) Bulbo.-** Es el órgano donde se acumulan las sustancias nutritivas de reserva durante el primer año para dar lugar a la formación de la umbela y producción de semilla en el segundo año. Consta de un conjunto de vainas envolventes o escamas carnosas (catáfilas), yemas y tallo verdadero.

**e) Flores y semilla.-** La cebolla es una planta de polinización cruzada. En condiciones normales la floración tiene lugar en el segundo año de cultivo tras la emisión de los escapos florales, que llevan en un extremo superior una masa globosa o cónica recubierta por una bráctea membranosa blanquecina, que al rasgarse, da lugar a la aparición de una inflorescencia de tipo umbela simple, en la cual, según la variedad y el tiempo de su formación, se forman de 200 a 1000 flores que darán lugar a las semillas.

## **2.6. Ciclo vegetativo de la cebolla.**

En el ciclo vegetativo de la cebolla se distinguen cuatro fases: (FDTA- Valles, 2007):

- **Crecimiento herbáceo:** Comienza con la germinación, formándose un tallo muy corto, donde se inserta las raíces en el que se encuentran las células que dan lugar a las hojas. Durante esta fase tiene lugar el desarrollo de raíces y hojas.
- **Formación del bulbo:** Se inicia con la paralización del sistema vegetativo aéreo y la movilización y acumulación de las sustancias de reserva en las base de las hojas interiores, que a su vez se engrosan y dan lugar al bulbo. Durante este periodo tiene lugar la producción de azúcares que luego se acumulan en el bulbo. Se requiere fotoperiodos largos y, si la temperatura se eleva durante este proceso, esta fase se acorta.
- **Reposo vegetativo:** La dormancia de los bulbos tiene una duración que fluctúa entre pocos días a unos cuantos meses, dependiendo de la variedad. En general la dormancia se asocia a la precocidad de las variedades. De hecho, una cebolla tempranera tiene un periodo de dormancia de no más de un mes; las de media estación entre dos o tres meses y la tardía, más de cuatro meses. Una temperatura de 0 °C mantendrá la dormancia de las cebollas. Sin embargo, una vez que los bulbos han agotado su periodo de dormancia (dependiendo de la variedad), se produce la brotación de las hojas.
- **Reproducción sexual:** La reproducción sexual se realiza a través de semillas. Estas se producen en el segundo año del cultivo. Gracias a las sustancias de reserva acumuladas, meristemo apical del disco desarrolladas en un tallo floral, localizándose en su parte terminal una flor compuesta de muchas flores pequeñas a manera de umbela o paraguas.



**Figura 1. Etapas de desarrollo de la cebolla**

## 2.7. Variedades de cebolla

Las variedades de cebolla son numerosas y presentan bulbos de diversas formas y colores, además pueden ser clasificadas desde diferentes puntos de vista.

A Bolivia se introdujo desde Perú, la Arequipeña roja, primer eco tipo de la red Creole en Sud América, con larga trayectoria en la región de Lousiana que a su vez fue introducida del sur de Francia e Italia. La Red Creole o Arequipeña roja, se diseminó rápidamente por las zonas hortícolas de Bolivia. De ahí se origina la Mizqueña, Criolla Rosada, Vinteña, Caramarqueña, Bola de toro, etc. (FDTA- Valles, 2007).

Desde el punto de vista técnico, la clasificación está dada por el fotoperiodo, o sea, el número de horas de luz necesario para formar los bulbos; en nuestro medio, los materiales (variedades o híbridos) recomendados son los de días cortos e intermedios (SENA, 2010). En función al fotoperiodo las cebollas se clasifican en:

- **Variedades de día Corto**, son aquellas variedades que necesitan 11 horas luz para un buen desarrollo del bulbo (PNS, 2006).  
Las variedades de días cortos bulbifican cuando el día tiene 11,5 a 13 horas luz. Entre estas variedades tenemos: Mizqueña, Camaneja, Rio tinto, Valencianita precoz, Savannah Sweet, Granex 33, Century, Pegasus, Arequipeña (FDTA-Valles, 2007).
- **Variedades de día intermedio**, son aquellas variedades que necesitan 13 horas luz para un buen desarrollo del bulbo. Las variedades de días intermedios bulbifican cuando el día tiene 13 a 14 horas luz. Entre estas variedades tenemos: Rosada criolla, Perilla, San Juanina, Bola de toro, Sivan, Matahari, (FDTA-Valles, 2007).

- **Varietades de día largo**, son aquellas variedades que necesitan más de 14 horas luz para un buen desarrollo del bulbo (PNS, 2006).  
En Bolivia, las horas luz alcanzan su día más largo el 21 de diciembre (13,4 horas) y el día más corto el 21 de junio (11,5 horas) (FDTA-Valles, 2007).

## 2.8. Factores que influyen en la formación del bulbo

Según Maroto (1995), Los factores que influyen en la formación de bulbo en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) son:

- **Fotoperiodo**, La formación de bulbos en la cebolla requiere la incidencia de fotoperiodos largos. Con fotoperiodos cortos no hay formación de bulbos sino que la planta solo forma raíces y hojas.
- **Temperatura**, Con fotoperiodos largos, la incidencia de temperaturas altas acelera la formación de bulbos, mientras que las temperaturas bajas la retrasan, pudiendo inducir la floración prematura. La acción de las bajas temperaturas sobre plantas muy pequeñas no inducen la floración, pero en plantas de mayor tamaño puede provocar la inducción floral, incluso prematura.
- **Luminosidad**, Una fuerte incidencia luminosa incrementa el peso de los diversos órganos de la cebolla, pero a partir de un cierto valor los bulbos siguen aumentando en peso y no así los órganos restantes.
- **Ácido indol acético**, Se cree que la formación de bulbos puede estar regida por mecanismos de naturaleza hormonal, aunque todavía no se conoce con exactitud. Se sabe, por ejemplo que el ácido indol acético tiene algún efecto estimulante en la formación del bulbo.
- **Ácido giberélico**, los bulbos maduros una vez recolectados experimenta una cierta latencia. Las temperaturas extremas (altas o bajas) pueden prolongar la latencia, mientras que las temperatura medias pueden acortarla induciendo la brotación. La aplicación de ácido giberélico, puede acortar asimismo la latencia (Maroto, 1995).
- **Tamaño de la plántula**, pueden tener una cierta influencia en la formación de los bulbos de cebolla.
- **Densidad de la plantación**, a mayores densidades de plantación la formación de bulbos y su maduración es rápida que a densidades bajas, lo que puede estar relacionado con un agotamiento temprano de contenidos en nitratos de los suelos.

- **Varietades**, Las variedades de larga duración necesitan días más largos que las variedades que maduran rápidamente. El inicio del proceso de crecimiento de bulbo será mínimo hasta que las temperaturas diarias promedien los 15 C. Para que este proceso se inicie, es requisito alcanzar los mínimos de temperatura y longitud del día, exigidos por la variedad en particular (Llerena y Pardo, 1984)

## **2.9. Exigencias edafoclimáticas**

### **2.9.1. Clima**

Maroto (1995), afirma que es una planta resistente al frío, aunque para la formación y maduración de los bulbos, requiere temperaturas altas y fotoperiodos largos. La temperatura mínima es de 5°C y la temperatura óptima de crecimiento entre 12 y 23 °C.

Según SEMIAGRO, citado por Salas (2023), indica que para el crecimiento se requiere entre 18 y 25 °C. No obstante, se cultiva en diversos climas para los cuales existen variedades adaptadas a las diferentes condiciones. La mejor calidad y el óptimo crecimiento se obtienen con temperaturas frías durante las primeras etapas y más cálidas cerca de la madurez.

### **2.9.2. Fotoperiodo**

Asimismo Zabala y Ojeda (1988), afirman que la cebolla es una planta de días largos. Para lograr un proceso estable de inducción del bulbo, se necesitan 20 días continuos con las horas de luz necesarias para un cultivar determinado. Para el crecimiento normal del sistema de hojas y plantas en general, es necesaria la luz intensa.

### **2.9.3. Humedad del suelo**

La humedad del suelo no ha de sobrepasar el 80% de la capacidad de campo, porque la cebolla no soporta suelo sobre humedecido. En suelos demasiado húmedos las hojas de la cebolla se hacen muy tiernas y amarillentas, y son fácilmente atacadas por enfermedades provocadas por hongos. Sobre todo, es perjudicial para la cebolla la alta humedad del aire, las plantas son atacadas más fáciles y simultáneamente por las enfermedades fungosas. Por eso, para siembra de la cebolla han de destinarse campos relativamente altos y buena aireación (Porcura, 2003).

#### **2.9.4. Suelo**

La cebolla se desarrolla muy bien en suelos francos, franco arcillosos, franco limosos, de topografía plana y con suficiente contenido de materia orgánica. El pH del suelo afecta en la calidad del bulbo de la cebolla; en suelos ligeros a moderadamente ácidos se produce una cebolla con bulbo de sabor ácido fuerte; en cambio en suelos alcalinos se produce un bulbo de sabor agradable y comible en estado crudo (Villarroel, 1988).

En terrenos pedregosos, poco profundos, mal labrados y en los arenosos pobres, los bulbos no se desarrollan bien y adquieren un sabor fuerte. Es muy sensible al exceso de humedad y medianamente sensible a la acidez (Romay, 2016).

#### **2.9.5. Riego**

La cebolla, como todas las hortalizas demandan agua de forma permanente y abundante, el agua no debe ser salina y debe tener calidad microbiológica. En Bolivia se aplican dos sistemas de riego para la producción de cebolla, por gravedad y presurizado. El riego por gravedad es el más utilizado con aguas provenientes de fuentes superficiales como atajadas, vertientes, ríos o pozos excavados y también de pozos profundos. Los cultivos de exportación utilizan sistemas presurizados como goteo y aspersión (FDTA- Valles, 2007).

#### **2.9.6. Precipitación**

Para EDA, (2003), los niveles de precipitación adecuados para el cultivo de la cebolla se ubican en un rango que va de los 800 a 1200 mm por año, aunque también se desarrollan fuera de este rango, pero con rendimientos inferiores.

#### **2.9.7. Requerimiento de nutrientes del cultivo de cebolla**

Según FDTA-Valles (2007), la cebolla tiene un sistema radicular poco desarrollado y de suficiente capacidad de absorción. No obstante, extrae gran cantidad de sustancias nutritivas durante el periodo en que se desarrolla el follaje. Todo eso exige que el suelo este muy bien provisto de sustancias nutritivas fácilmente absorbibles de manera que durante el periodo de crecimiento intensivo, las plantas no sufran escases de elementos.

- **Nitrógeno**, Cuando se realiza análisis de suelo valores de nitrógeno totales (Nt) que se encuentran por debajo de 600 ppm, se considera bajos; entre 600 y 1000 son considerados medios y por encima de 1000 altos. El exceso de nitrógeno da lugar a

bulbos poco turgentes y con escaso periodo de almacenaje, por lo tanto, si se aplica nitrógeno después de los 60 días del trasplante en zonas de valles, o después de 80 días después del trasplante en zonas del altiplano.

- **Fosforo**, En caso de fósforo disponible (Pd), los valores menores a 3,5 ppm se consideran bajo; de 3,6 a 8 ppm medios, y superiores a 8 ppm altos. Las deficiencias de fosforo se observan en el desarrollo lento de las plantas, retraso en la madurez y un porcentaje elevado de plantas con cuellos delgados. Las hojas presentan una coloración bronceada o amarillenta.
- **Potasio**, en cuanto al potasio disponible (Kd), generalmente en Bolivia los suelos están bien dotados. La aplicación adicional de este elemento se realizará principalmente en las almacigueras. Las cebollas necesitan bastante potasio, ya que favorece el desarrollo y la riqueza en azúcar del bulbo, favoreciendo también a la conservación. Antes de realizar la fertilización potásica, es importante analizar si el potasio existente en el suelo está en forma disponible.
- **Azufre**, Es el elemento que proporciona los compuestos aromáticos de las aliáceas (sulfuro de alilo). Suelos con bajo contenido de este elemento pueden dar lugar a cebolla poco pungentes. Esto puede corregirse utilizando como fuente nitrogenada sulfato de amonio.
- **Calcio**, El suministro de calcio no es por norma necesario, si el terreno responde a las exigencias naturales de la planta, en el caso de la cebolla, el calcio favorece al endurecimiento de las catáfilas y la resistencia de los bulbos al manipuleo.

## 2.10. Abonos orgánicos

FONAG (2010), indica que abonos de origen son los que se obtienen de la degradación y mineralización de materiales orgánicos (estiércoles, desechos de la cocina, pastos incorporados al suelo en estado verde, etc.) que se utilizan en suelos agrícolas con el propósito de activar e incrementar la actividad microbiana de la tierra, el abono es rico en materia orgánica, energía y microorganismos, pero bajo en elementos inorgánicos.

El estiércol es una fuente excelente de materia orgánica, pero es relativamente bajo en nutrientes. El valor del abono depende del tipo de animal, localidad de la dieta. La clase y la cantidad de cobertura usada, y la manera en que el abono es almacenado y aplicado. El abono de las aves y de las ovejas normalmente tienen mayor valor nutritivo que los abonos

de los caballos, de los cochinos o de la vacas. El sol, la lluvia constante reducen drásticamente el valor de estos estiércoles animales. Según Sánchez (2003).

Los resultados del análisis físico químico de tres tipos de estiércol bovino, ovino y camélido, demuestra que el estiércol de bovino tiene altos niveles de nitrógeno, fósforo y potasio total en comparación con el estiércol de ovino y camélidos. En lo que respecta a la materia orgánica es mayor al de ovino e inferior al de camélido. Según Sánchez (2003).

### **2.10.1. Estiércol**

Valdez (1995), indica que el estiércol es una mezcla de deyecciones animales con camas, variando en su composición ampliamente debido a factores tales como: clase de animal, edad condición e individualidad de los animales, alimento consumido, cama usada, manejo y almacenamiento del estiércol.

Al respecto Morales (1987) citado por tambo (2016), afirma que el estiércol es un desecho proveniente de las granjas pecuarias, los cuales se consideraron por mucho tiempo como un subproducto de gran valor, en la actualidad es recogido y usados con éxito en muchas partes del mundo. El valor de estos estiércoles depende de su contenido en nutrientes para las plantas (macro y micronutrientes) y su efectividad como agente conservador y constructor del suelo.

### **2.10.2. Ventajas y desventajas del estiércol**

Al respecto Yádodin (1986), citado por tambo (2016), describe las siguientes ventajas y desventajas del estiércol:

#### **a) Ventajas:**

- ❖ Los abonos orgánicos ejercen multilateral efecto sobre las propiedades agronómicas de los suelos y en caso de su utilización correcta elevan de manera atribuida a la cosecha de los cultivos agrícolas.
- ❖ Los abonos orgánicos al ser incorporados al suelo, sirve de fuente de nutrientes (macro y micronutrientes) indispensables para las plantas, por lo tanto estos abonos se denominan completos.
- ❖ El estiércol y otros abonos orgánicos son para las plantas no sólo fuente de sustancias nutritivas minerales, sino que también de anhídrido carbónico.

- ❖ Los abonos orgánicos son material energético y fuente nutritiva para los microorganismos del suelo. Además, tales abonos orgánicos como el estiércol y los excrementos son de por sí muy ricos en microflora, y junto con ellos entra al suelo gran cantidad de microorganismo, el estiércol intensifica en el suelo la actividad de las bacterias fijadoras de nitrógeno.
- ❖ Con la descomposición de estos abonos en el suelo se desprende mucho gas carbónico que satura el aire del suelo y la capa atmosférica adyacente a la tierra y como resultado mejora la nutrición aérea de las plantas.
- ❖ Favorece en el uso más eficiente del agua, mejorando la infiltración del agua en el suelo, reduce la pérdida del agua por evaporación del suelo, estimula el desarrollo de un sistema de raíces más profundo, por lo que ayuda a un mejor crecimiento y funcionamiento más eficaz de las raíces que aprovechan mejor el agua.
- ❖ Así mismo, crece la capacidad de adsorción y el grado de saturación del suelo con bases (Ca, K). se reduce algo de su acidez, disminuye la movilidad del aluminio, del hierro, del manganeso y aumenta la capacidad buffer del suelo.
- ❖ La materia nutritiva del estiércol y de los abonos minerales que se aplican en cantidad equivalente, es en la mayoría de los casos de igual valor para la cosecha de los cultivos.
- ❖ Gran parte de las sustancias nutritivas de los abonos orgánicos, incluyendo el estiércol, se hace asimilable para las plantas sólo a medida de su mineralización.

**b) Desventajas:**

- ❖ A diferencia de los fertilizantes minerales, los abonos orgánicos por el contenido de sustancias nutritivas son mucho menos concentrados.
- ❖ Con el empleo sólo de abonos orgánicos la correlación entre los nutrientes en ello puede ser no la que se necesita para el crecimiento y desarrollo normal de las plantas.
- ❖ Es necesario tener en cuenta que gran parte de las sustancias nutritivas de los abonos orgánicos, incluyendo el estiércol, se hace asimilable para las plantas sólo a medida de su mineralización.
- ❖ Los abonos orgánicos son poco transportables y conviene emplearlos mejor en los campos y lotes más cercanos a los establos.

### **2.10.3. Importancia de los abonos orgánicos**

Los abonos orgánicos calientan el suelo y favorecen el desarrollo de las raíces, principal vía de nutrición de plantas; en las tierras en donde no existen su presencia, el suelo se vuelve frío y de pésimas características para el crecimiento. Su uso es recomendable para toda clase de suelos, especialmente, para aquellos de bajo contenido en materias orgánicas, desgastados por efectos de la erosión y su utilización contribuye a regenerar suelos aptos para la agricultura (FONAG, 2010).

### **2.10.4. Tipos de abonos orgánicos**

Estos dependiendo de su procedencia, poseen diversos nutrientes y por lo general tienen altos contenidos de nitrógeno, entre ellos se encuentran los producidos por la ganadería, la avicultura, la porcicultura, cunicultura, capricultura y la ovicultura (boñiga, gallinaza, cerdaza, ovejaza, conejaza y cabraza) entre otros. Estos variarán con la especie animal, manejo y si procede de ganado estabulado o bien si se recoge en el campo o proviene solo de los momentos en que los animales permanecen en los corrales o la lechería (Garro, 2016).

### **2.10.5. Características de estiércol de ovino**

Para Machaca (2007), el estiércol de ovino es una mezcla de excrementos sólidos y líquidos de las ovejas razón por el cual comprenden materiales como pajas, pastizales, residuos de la cosecha, las principales ventajas de este abono, al incorporar al suelo aporta nutrientes, incrementa la retención de humedad y mejora la actividad biológica de suelo con el cual incrementa la productividad.

### **2.10.6. Características de estiércol de bovino.**

Las principales ventajas que se logra con la incorporación de estiércol bovino, es el aporte de nutrientes, incrementa la retención de humedad y mejora la actividad biológica con la cual incrementa la productividad del suelo. La materia orgánica es la más importante para determinar la productividad del suelo en forma sostenida, razón por la cual se convierte en el factor principal a ser considerada cuando se plantea un manejo ecológico del suelo (Guerrero, 1993).

### 2.10.7. Humus de lombriz.

Pérez, *et al.* (2008), citado por Condori. (2019), indican que el humus de lombriz es una fuente de abono utilizada en la producción de cultivos. Resulta de la recolección de deyecciones de lombrices, las cuales son mantenidas en criaderos acondicionados para tales fines, denominados camas lombriceras, es un sustrato estabilizado de gran uniformidad, contenido nutrimental y con una excelente estructura física, porosidad, aireación, drenaje y capacidad de retención de humedad.

INFOAGRO (s.f.), indica que el humus de lombriz es de color negruzco, granulado, homogéneo y con un olor agradable. El humus de lombriz es un fertilizante de primer orden, protege al suelo y aumenta la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas de forma equilibrada (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y boro).

### 2.10.8. Comparación nutricional de los estiércoles de ovino, vacuno y humus de lombriz

La comparación de nutrientes de los tres tipos de abonos en estado de estiércol (guano), se observa en siguiente cuadro en porcentaje.

**Cuadro 3. Composición del estiércol (Guano) y humus de lombriz**

Composición	Estiércol de vaca	Estiércol de ovino	Humus de lombriz
Nitrógeno %	0.80	35	3.0
Fosforo %	0,36	1,95	5,0
Potasio %	0,76	0,31	2,5
Calcio %	0,73	1,26	9,70
Magnesio %		1,16	1,42

Fuente: SEPAR 2004

### 2.10.9. Dosis de abonos orgánicos.

La cantidad a utilizar de estiércol depende del cultivo, el tipo de estiércol y del contenido de nutrientes del suelo. En suelos compactados, arcillosos o arenosos es recomendable aplicar 2,5 hasta 3,7 toneladas por hectárea. En terrenos con suelos francos se necesita la mitad de esas cantidades. Los estiércoles se deberán aplicar, mezclándolos bien con la tierra de la capa superficial del terreno (a una profundidad no mayor de 20 cm). Esto se debe a la necesidad de oxígeno del proceso de descomposición. La incorporación debe

realizarse cuando el suelo esté húmedo. También este abono se puede aplicar durante la siembra o el trasplante de los cultivos directamente al lado de las semillas o de las plantas. (Brechelt 2004).

## **2.11. Manejo del cultivo de cebolla**

### **2.11.1. Almacigo**

Según Meruvia (2003), la siembra de la cebolla puede hacerse de forma directa o en semillero para posterior trasplante, siendo el semillero la forma más empleada. La época de siembra varía según la variedad y del ciclo del cultivo.

El mismo autor considera que existen dos tipos de siembra: al voleo que es la más común y a chorrillo o en surcos. La importancia de la siembra en surcos, aparte del ahorro en semillas, radica en que las plantas son de mejor calidad, en su mayoría uniformes, además que el deshierbe resulta menos trabajoso al igual que el control de enfermedades. También señala que la siembra en surcos se realiza con una surcadora de un metro de ancho, con dientes que forman los surcos distanciados a 10 cm, utilizando para un metro de surco alrededor de 20 gramos de semilla, equivalente aproximadamente a 6000 semillas. Con esta forma de almacigos se utiliza 100 m<sup>2</sup> de almaciguera para una hectárea de cultivo, lo que equivale a 600.000 plantas.

### **2.11.2. Preparación del suelo**

La labor de preparación del terreno para la plantación definitiva debe iniciarse el día en que se siembra el almacigo. La profundidad efectiva del suelo mullido deberá tener 15 y 20 cm, con un cierto grado de humedad (FDTA Valles, 2007).

Para Sena (2010), el terreno debe ser preparado con anticipación: se debe realizar una arada profunda además del volcado para enterrar las semillas de hierbas establecidas en terreno, es aconsejable después de un par de días, realizar un riego profundo hasta inundarlo.

### **2.11.3. Abonado**

En suelos poco fértiles se producen cebollas que se conservan bien, pero su desarrollo es menor. Para obtener bulbos grandes se necesitan suelos bien fertilizados. La materia

orgánica es imprescindible en el cultivo de hortalizas; en Bolivia se recomienda de 10 a 20 toneladas por hectárea de estiércol de rumiantes o gallinaza (Meruvia, 2003).

#### **2.11.4. Densidad de siembra**

Según FAO (2012), la densidad de trasplante es de 15 a 20 cm entre filas y 10 cm entre plantas. La cebolla no puede cultivarse en forma asociada, debido a la gran cantidad de nutrientes que requiere para su desarrollo y por su corta distancia de plantación.

Utilizando unas distancias de siembra de 10 centímetros entre plantas y una separación entre hileras de 20 centímetros se obtienen 500.000 plantas por hectárea. Bajas densidades de plantas producen bajos rendimientos, debido al escaso número de bulbos medianos y grandes al momento de la cosecha; con densidades mayores se incrementa el número de bulbos pequeños y deformes (Sena, 2010).

#### **2.11.5. Trasplante**

Cuando las plantas han alcanzado su estado de desarrollo y vigor adecuado, se procede a su extracción para transportarlos a la parcela de producción. Se realiza cuando los plantines tienen entre 45 y 80 días. Un plantin adecuado para un buen trasplante tiene las siguientes características: de 3 a 4 hojas, grosor del falso tallo de 6 mm, sistema radicular largo de 2 cm, cabeza del bulbo recto, sin inicio de bulbificación longitud del plantin de 15 cm, follaje verde intenso (FDTA Valles, 2007).

#### **2.11.6. Deshierbe**

Para Villarroel (1988) citado por Quezada (2011), el control de malezas en la cebolla, se realiza mediante las labores de aporque: como esta hortaliza presenta un follaje delgado y erecto, no tiene la capacidad de competencia con las malezas; es por ello que resulta necesario realizar deshierbes manuales con mucha más frecuencia que en otros cultivos.

El manejo de malezas es indispensable para lograr una producción con rendimientos aceptables (FDTA Valles, 2007).

### **2.11.7. Aporque**

El aporque es una labor necesario en el cultivo de cebolla. Esta práctica tiende a incrementar el tamaño del bulbo, aumentando la aireación del suelo. Por eso es importante aflojar el suelo en terrenos con problemas de compactación (Villarroel, 1988).

### **2.11.8. Doblamiento**

Cuando la cebolla está destinada para la producción de bulbo, es recomendable realizar el doblado de las hojas por el cuello de la planta. Esta operación se la realiza, cuando la cebolla inicia su madurez fisiológica. Con el doblamiento de las hojas de la cebolla, se acelera la maduración del bulbo y se tiende a facilitar la cosecha, esta operación se realiza pisando el cuello de la cebolla con el pie (Sena, 2010).

### **2.11.9. Cosecha**

Se debe cosechar cuando los bulbos están bien desarrollados. Hojas erectas con ablandamiento del cuello y doblada en un 70 – 80 % del total de plantación. Salida de los bulbos de la tierra, conocida con el productor como el “cabeceo”. Tamaño del bulbo, según la variedad, varía de 1 a 4 pulgadas de diámetro. En nuestro país la forma de recolección de los frutos de cebolla se realiza en forma manual (Torrez, 1998).

Según López (2001), se realiza la cosecha de acuerdo al propósito, es decir si se trata de cebolla verde, la cosecha se realiza de 45 a 90 días posteriores al trasplante y de 90 a 150 días para los bulbos maduros, dependiendo de la variedad. Los bulbos están maduros cuando los tejidos del cuello empiezan a ablandarse y las hojas empiezan a doblarse hacia el suelo. Es decir con un 20 % de las plantas en esta situación.

## **2.12. Plagas y enfermedades del cultivo de cebolla**

Entre las principales plagas y enfermedades del cultivo; hongos, nematodos e insectos, así como su sintomatología es importante su reconocimiento para un manejo fitosanitario óptimo. Su presencia se manifiesta desde los inicios de la germinación en almacigo, transitando por el desarrollo hasta incluso después de la maduración y cosecha del mismo. Las condiciones climáticas que favorecen al desarrollo de la enfermedad son: temperatura media diaria superior a los 8 grados centígrados y humedad relativa del aire mayor al 80 %

con presencia de agua sobre las hojas (condensaciones del agua sobre las hojas por periodos prolongados), debido a nieblas, rocíos o lloviznas (Genta et al., 1991).

### **2.12.1. Plagas en el cultivo de cebolla**

El cultivo de cebolla puede presentar las siguientes plagas Junta y León, (2010).

- Minador
- Polilla de la cebolla
- Escarabajo de la cebolla
- Trips

### **2.12.2. Enfermedades en el cultivo de cebolla**

Junta y León, (2010), Las enfermedades que pueden presentar el cultivo de cebolla

Son:

- Mildiu
- Mancha púrpura (*Alternaria porri.*)
- Pudrición blanca
- Raíz rosada (*Pyrenochaeta terrestres*)
- Carbón de la cebolla (*Urocystis cepulae Frost*)
- Antracnosis de la cebolla (*Colletotrichum circinans*)

## **2.13. Análisis económico**

### **2.13.1. Beneficio bruto**

Álvarez y Chang (1990), citado por Choque (2005), señala que el ingreso o beneficio de la producción resulta de la multiplicación de la cantidad producida de un bien por su precio de venta, el resultado obtenido de esta manera se denomina beneficio bruto (BB) o ingreso bruto.

### **2.13.2. Beneficio neto**

El beneficio neto o ingreso neto, el cual es la ganancia obtenida de la actividad o proyecto realizado y está dado por el beneficio bruto (BB) menos los costos totales variables (CT) de producción; que son los capitales que varían cada gestión agrícola.

**a) Costos totales variables (CT)**

Es la adición de todos los costos variables de capital como semilla, estiércol, transporte, yunta, mano de obra y otros.

**b) Relación beneficio/costo (B/C)**

Mokate (1998), citado por Choque (2005), menciona que la relación beneficio/costo (B/C) muestra la cantidad de dinero actualizado que recibirá el proyecto por cada unidad monetaria invertida. Se estima dividiendo el beneficio bruto (BB) entre el costo total (CT), donde: Beneficio/Costo.

$$B/C = TCV / BN$$

Donde:

$B/C$  = Beneficio Costo

$TCV$  = Total de costos variables

$BN$  = Beneficio Neto

$$BB = R * P$$

Donde:

$BB$  = Beneficio Bruto

$R$  = Rendimiento

$P$  = Precio

$$BN = BB - TCV$$

Donde:

$BN$  = Beneficio Neto

$BB$  = Beneficio Bruto

$TCV$  = Total de costos variables



### **3.1.2. Características edafoclimáticas**

#### **3.1.3. Clima**

El clima de la comunidad Cantapa es característico del altiplano, es seco y frío con una temperatura media anual de 7,17 °C, máxima media 15,9 °C, temperatura mínima de -0,4 °C humedad relativa de 53,3% donde la mayor precipitación se registra en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo; de mayo a septiembre es la época seca y la precipitación media anual es de 447,79 mm. Sin embargo, existen riesgos climáticos como heladas esporádicas, granizos intempestivos, inundaciones y sequías inesperadas en ciertos periodos (GAML, 2020).

#### **3.1.4. Suelo**

La comunidad Cantapa perteneciente al municipio de Laja, se encuentran dentro la sub cuenca del Altiplano Norte, El relieve del territorio se encuentra compuesto por serranías altas y planicies. El paisaje formado por sedimentos cuaternarios aluviales llamado complejo y está constituido por limos, arenas y gravas, con moderados contenido de materia orgánica (GAML, 2020).

#### **3.1.5. Flora**

La zona de estudio presenta alta variedad y composición florística con especies vegetales, mayormente herbáceas, pajonales y escasamente arbustivas como la t'ola, entre las principales se mencionan las siguientes: paja, muña muña, supu t'ola, añahuaya, cebadilla de montaña, iru jichu, pasto crespillo, sewenca, chiji, sillu sillu, totorilla, ichu, y etc. (GAML. 2020).

#### **3.1.6. Fauna**

Existe una variada fauna en el municipio, las especies aquí mencionadas corresponden a las más visualizadas por los pobladores, son las siguientes, liebre, zorrino, cuy silvestre, ratón, zorro, águila, búho, leqe leqe, carpintero del altiplano, perdiz, pato silvestre (GAML, 2020).

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Material de estudio**

Para la presente investigación se utilizaron dos variedades de cebolla, variedad globosa y perilla, las cuales proceden de los valles de Cochabamba del Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas (CNPSH). Con un fotoperiodo de día intermedio de ciclo productivo es de 150 a 180 días (FDTA-Valles, 2007).

**Variedad Perilla:** Es de polinización abierta, su ciclo productivo es de 150 a 180 días, con un fotoperiodo de día intermedio, Porte de las hojas erectas de color verde oscuro, el bulbo es de color rosado a morado, color de la pulpa rosada, catáfila externa rosada, forma cónica, grado de pungencia muy pungente (FDTA-Valles, 2007).

**Variedad globosa:** La elección de esta variedad el mercado demanda por su forma. Que esta variedad tiene la forma redonda la cual permite hacer mejor uso de bulbo de diferentes tamaños mediano a grande y el peso de cada bulbo logra alcanzar 200 g, la semilla tiene más de 90 % de germinación y 99,8 % de pureza por lo cual se considera una de las mejores del mercado.

La elección de estas dos variedades fue debido al alto valor comercial y al consumo que tienen en el mercado local y nacional, por su adaptabilidad, rusticidad y su buena productividad.

Se usaron plantines de buena calidad por su pureza, uniformidad y tamaño ideal para un adecuado trasplante.

### **3.2.2. Material de orgánico**

- Estiércol de bovino.
- Estiércol de ovino.
- Humus de lombriz californiana.

### **3.2.3. Material de escritorio**

- Computadora
- Marcadores
- Bolígrafos, lápices

- Planillas de datos
- Cartulinas
- Cuaderno de campo
- Calculadora
- Tijera

#### **3.2.4. Material de campo**

- Picota, pala, rastrillo, chontilla
- Estacas, lienzo
- Carretilla
- Flexómetro

### **3.3. Metodología**

#### **3.3.1. Procedimiento experimental**

##### **3.3.1.1. Descomposición del estiércol de bovino**

Se procedió amontonarlo el estiércol de bovino humedeciendo con agua, posteriormente se cubrió con agrofilm por tiempo de un mes, para su descomposición.

##### **3.3.1.2. Abono ovino**

El estiércol de ovino se procedió a recoger del corral de oveja humedeciendo con agua, posteriormente se cubrió con agrofilm por un tiempo de un mes, para su descomposición.

##### **3.3.1.3. Cosecha del humus de lombriz**

El humus de lombriz se realizó la cosecho en la misma granja donde se cuenta con un criadero de lombrices californianas, la cosecha se realizó de forma manual (Anexo 6, Fotografía 1), recolectando el humus húmedo de la parte inferior de la posa, posteriormente se procedió al secado del humus durante dos días

##### **3.3.1.4. Preparación del sitio experimental**

La preparación del terreno se realizó con la ayuda de un tractor agrícola, primeramente se inicia con la roturación del terreno (Anexo 6, Fotografía 2), dejando el suelo completamente

removido, luego se realizó el mullido para romper los terrones. Pasado dos días se realizó la nivelación del terreno de forma manual.

Terminada la preparación del terreno, se procedió a delimitar la parcela experimental de acuerdo al croquis, con la ayuda de una wincha métrica y una picota.

#### **3.3.1.5. Toma de muestra del suelo**

El muestreo se realizó en zig zag a 20 cm de profundidad las mismas se realizó mezclas homogéneas y cuarteadas hasta obtener muestra compuesta de 1kg de suelo que fue depositada en una bolsa plástica con su respectiva etiqueta que posteriormente se envió a Laboratorio Calidad Ambiental (LCA) Facultad de Ciencias Puras y Naturales, (UMSA).

#### **3.3.1.6. Incorporación de abonos orgánicos al suelo**

Se aplicó los abonos orgánicos a razón de 2 kg/m<sup>2</sup>, distribuidos de manera uniforme sobre cada unidad experimental (Anexo 6, Fotografía 3), posteriormente se procedió a mezclar con la ayuda de un rastrillo y picota a una profundidad de 15 a 20 cm.

### **3.3.2. Labores culturales**

#### **3.3.2.1. Trasplante**

Los platines de cebolla se compraron tres días antes del trasplante del centro nacional de semilla de Cochabamba. A los platines se realizó un corte en las raíces, y luego se realizó el trasplante de ambas variedades (Anexo 6, Fotografía 4). La distancia de trasplante entre plantas fue de 15 cm y entre surcos 25 cm.

Para el trasplante de cebolla se utilizó plantines que tenían un promedio de 15 a 20 cm de altura. Se trasplantó a una densidad de 25 cm entre surcos y 15 entre plantas. Las plántulas se depositaron en la parte media del surco, compactando suavemente para favorecer el contacto radicular con el suelo.

#### **3.3.2.2. Refalle.**

Esta labor se realizó a los 15 días después del trasplante, con la finalidad de reponer los plantines de cebolla muertos y más débiles en las unidades experimentales.

### **3.3.2.3. Riego.**

Esta actividad se realizó solo una vez culminada el trasplante se procedió a regar las parcelas para el prendimiento del cultivo, posteriormente no fue necesario el riego porque es la época lluvia que favorece para el crecimiento del cultivo.

### **3.3.2.4. Desmalezado.**

El primer deshierbe se realizó en forma manual utilizando chontilla a los 60 días después del trasplante, con la finalidad de eliminar las malezas (Anexo 6, Fotografía 5 y 6).

Las lluvias cayeron en el mes de diciembre, provocando el crecimiento de las plantas no deseadas sobre el campo experimental, por ello, a los 60 días del trasplante, cuando las malezas presentaban una altura aproximada de 5 a 8 cm se procedió al deshierbe de manera manual utilizando chontilla con la finalidad de eliminar malezas.

### **3.3.2.5. Aporque.**

El aporque se realizó en forma manual, utilizando chontilla a los 90 días después del trasplante, con el objetivo de favorecer la formación del bulbo.

El aporque se realizó en forma manual en dos oportunidades (Anexo 6, Fotografía 7 y 8), la primera inmediatamente después del deshierbe y la segunda a los 90 días del trasplante, cuando los bulbos se encontraban en pleno desarrollo.

### **3.3.2.6. Cosecha.**

La cosecha se realizó de manera manual cuando completo su ciclo vegetativo y formación del bulbo. La cosecha de la cebolla fue de manera manual, es decir a los 157 días del trasplante, cuando ha completado su ciclo vegetativo y formación del bulbo, al respecto López (2001), indica que los bulbos están maduros cuando los tejidos del cuello empiezan a ablandarse y las hojas se caen.

La fecha de la cosecha fue el 9 de mayo de 2023. Se cosecharon todos los bulbos de cada unidad experimental para efectos de evaluación de rendimiento, así mismo, por separado 15 cebollas marcados de cada unidad experimental para efectos de evaluación de las variables del ensayo siempre tomando en cuenta efectos de bordura.

### 3.3.2.7. Toma de datos.

Una de las actividades más importantes para el trabajo de investigación, se realizó la toma de datos de las variables de respuestas: altura de la planta, número de hojas, diámetro de tallo falso, se realizó cada dos semanas y el ultima toma de datos fue realizada a los 136 días de trasplante quiere decir antes de la cosecha que es de mucha importancia para el análisis de datos.

### 3.3.3. Diseño experimental

El presente estudio se realizó mediante el diseño Bloques al azar (DBA). Con arreglo bifactorial o de dos factores y tres tratamientos más 1 testigo que constará de tres bloques, teniendo el siguiente modelo lineal (Ochoa, 2009).

Por lo que el modelo lineal aditivo es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + a_i + y_j + ay_{ij} + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Una observación cualquiera de la variable de respuesta.

$\mu$  = Media poblacional.

$\beta_k$  = Efecto del k-esimo bloque

$a_i$  = Efecto del i-esimo nivel del factor A (Variedades de cebolla).

$y_j$  = Efecto de la j-esima nivel del factor B (abonos orgánicos).

$ay_{ij}$  = Efecto del i-esimo nivel del factor A, con el j-esimo nivel del factor B. (Interacción factor A \* factor B).

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental

### 3.3.4. Factores de estudio

Los factores de estudio fueron:

Factor A: Variedades

$a_1$  = Globosa

$a_2$  = Perilla

## Factor B: Abonos Orgánicos

$b_0$  = Sin Abono

$b_1$  = Abono de vacuno

$b_2$  = Abono de ovino

$b_3$  = Humus de lombriz

### 3.3.4.1. Formulación de tratamientos

$T_1$	=	$a_1b_0$	(Globosa Testigo 0 kg/m)
$T_2$	=	$a_1b_1$	(Globosa Estiércol de vacuno)
$T_3$	=	$a_1b_2$	(Globosa Estiércol de ovino)
$T_4$	=	$a_1b_3$	(Globosa Humus de lombriz)
$T_5$	=	$a_2b_0$	(Perilla Testigo)
$T_6$	=	$a_2b_1$	(Perilla Estiércol de vacuno)
$T_7$	=	$a_2b_2$	(Perilla Estiércol de ovino)
$T_8$	=	$a_2b_3$	(Perilla Humus de lombriz)

### 3.3.4.2. Características del área experimental

El croquis de campo se presenta en el (Anexo 2)

➤ Largo de unidad experimental:	9 m
➤ Ancho de unidad experimental:	1 m
➤ Área de unidad experimental:	9 m <sup>2</sup>
➤ N° de plantas por unidad experimental:	240 plantas
➤ N° de hileras por tratamiento:	4
➤ Distancia entre hileras o surco:	0,25 m
➤ Distancia entre plantas:	0,15 m
➤ N° de Tratamientos:	8
➤ N° de Bloques:	3
➤ Longitud de área de ensayo	28 m
➤ Ancho del área de ensayo	9 m
➤ Área total del ensayo:	252 m <sup>2</sup>

### **3.3.5. Variables de respuesta**

#### **3.3.5.1. Altura de planta**

La altura de planta se registró con ayuda de un flexómetro expresado en cm, desde la base del falso tallo hasta el ápice de la hoja más alta, para ello se identificaron 15 plantas marbeteadas en cada unidad experimental y se procedió a obtener el promedio. La toma de datos se hizo cada fecha 10 del mes con el fin de controlar mejor el desarrollo del cultivo en tiempo y espacio. Por lo último para esta variable se procedió a medir a los 136 días del trasplante.

#### **3.3.5.2. Número de hojas por planta**

Se determinó a través del conteo de las hojas de 15 plantas marbeteadas de cada unidad experimental, para esta variable no se tomaron en cuenta las plantas influenciadas por los efectos de borduras y cabeceras. El conteo del número de hojas se realizó manualmente para cada planta.

#### **3.3.5.3. Peso del bulbo a la cosecha**

Al momento de la cosecha se procedió a pesar el bulbo, previamente cortando las hojas del falso tallo se tomó 15 plantas por unidad experimental medidos en gramos.

#### **3.3.5.4. Diámetro de bulbo a la cosecha**

El diámetro del bulbo se midió al centro del bulbo y con la ayuda de un calibrador vernier se procedió a medir las 15 plantas marbeteadas por unidad experimental y dicha medida se realizó una vez finalizando el ciclo del cultivo al momento de la cosecha.

#### **3.3.5.5. Diámetro de falso tallo**

Se procedió a medir, al momento de la cosecha con calibrador vernier, alrededor del perímetro correspondiente a la parte superior del bulbo y la parte inferior del falso tallo; Los resultados se expresaran en milímetros.

#### **3.3.5.6. Rendimiento en t/ha y en kg/m<sup>2</sup>**

Para la evaluación del rendimiento, se pesó el total de las plantas cosechadas por unidad experimental y se extrapolo a t/ha, (Mayta, 2021), usando la siguiente formula:

$$Rdto = X * \frac{10000}{A}$$

Dónde:

Rdto = Rendimiento (t/ha).

X = Peso de cebolla del área cosechada (t).

A = Área cosechada (ha).

### 3.3.6. Análisis económico

El análisis económico realizado según lo formulado por PERRIN (1979). Donde se menciona que es esencial realizar un análisis económico, porque nos permite considerar cuál de los tratamientos merece mayor investigación y cual podríamos recomendar, para ello se realizan los cálculos que se muestran en los siguientes puntos.

#### a) Beneficio bruto

El beneficio bruto llamado también ingreso bruto, representa la cantidad total de producto multiplicado por el precio de comercialización o precio del producto no incluye los costos de producción su ecuación esta daba de la siguiente manera:

$$BB = R * PP$$

Donde:

BB = Beneficio bruto (Bs)

R = Rendimiento (Bs)

PP = Precio del producto

#### b) Costos variables

Es la suma que varía de una alternativa a otra, relacionados con los insumos, mano de obra, maquinaria, utilizados en cada tratamiento, fertilizante, insecticidas, uso de maquinaria, jornales y transporte, relación proporcionada por Perrin (1979).

#### c) Costos fijos (CF)

Los costos fijos son aquellos costos que se mantienen para cada campaña de producción y que no están relacionados con la producción final. El costo fijo no se aumenta o disminuye la producción.

**d) Costos totales (CT)**

El costo total es la suma de los costos fijos y los costos variables, sirve para determinar el monto total que se ha realizado en producción. Su ecuación esta de la siguiente manera:

$$\mathbf{CP = CV + CF}$$

Donde:

CP = Costos totales de producción

CV = Costos variables

CF = Costos fijos

**e) Beneficio Neto (BN)**

El beneficio neto es la diferencia de beneficio bruto de la producción, menos los costos de producción (CP).

$$\mathbf{BN = BB - CP}$$

Donde:

BN = Beneficios Netos (Bs)

BB = Beneficios Brutos (Bs)

CP = Costos de producción (Bs)

**f) Relación beneficio/costo (B/C)**

Fue calculado de acuerdo al CATIE (1994) relación indica el retorno de obtenido por cada unidad monetaria invertida, es decir, beneficio o ganancia por una moneda de boliviano invertido. Resulta de dividir el beneficio bruto del costo total.

$$\mathbf{BC = BB / CP}$$

Donde:

B/C = Beneficio costo (Bs)

BB = Beneficio Bruto (Bs)

CP = Costos de producción (Bs)

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

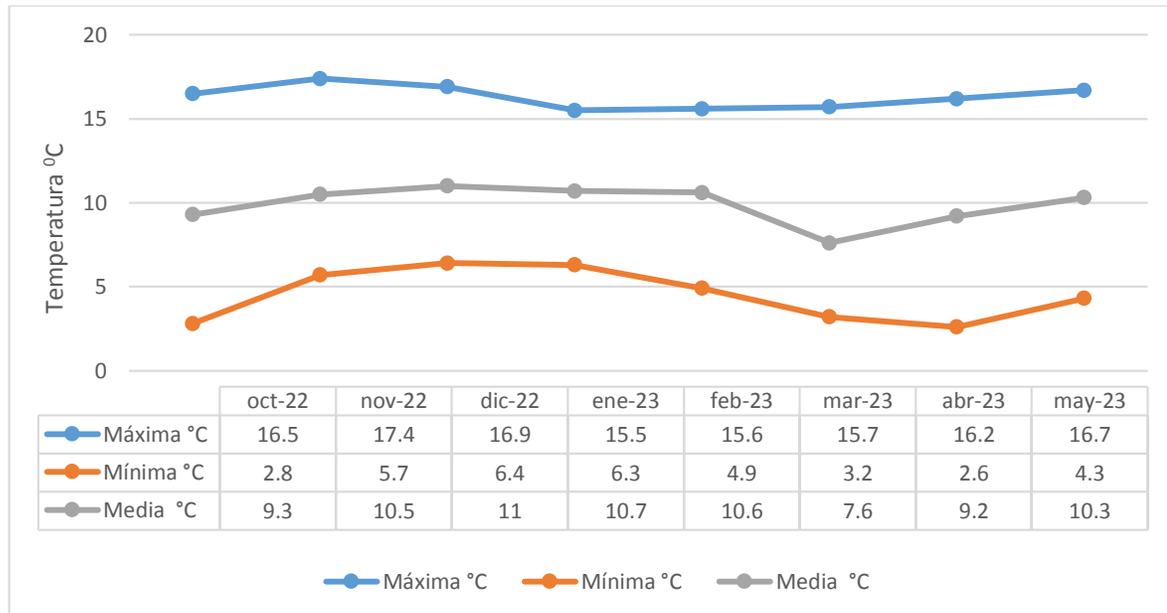
### 4.1. Clima

La información climática de mayor importancia que se consideró en el presente estudio realizado en la estación meteorológica más cercano a tres kilómetros que se encuentra en Comunidad vecino Sacacani fue: temperatura y precipitación, los cuales fueron analizados desde el momento de la siembra del cultivo. El municipio de Laja tiene un clima frío que es un lugar de la zona altiplánica que se aprecia factores climáticos como lluvias, frío y heladas.

#### 4.1.1. Temperatura

Durante el periodo de investigación las de mayor importancia que fueron consideradas son: temperatura máxima, temperatura mínima y temperatura media (Anexo 1).

En la Figura 3, se observa que la variación térmica fue mayor en el mes de noviembre alcanzando los valores 17,4 °C respectivamente, por otro lado, el valor más bajo se registró en el mes de abril con una temperatura de 2,6 °C, mientras que la temperatura promedio total registrada fue de 9,8 °C.



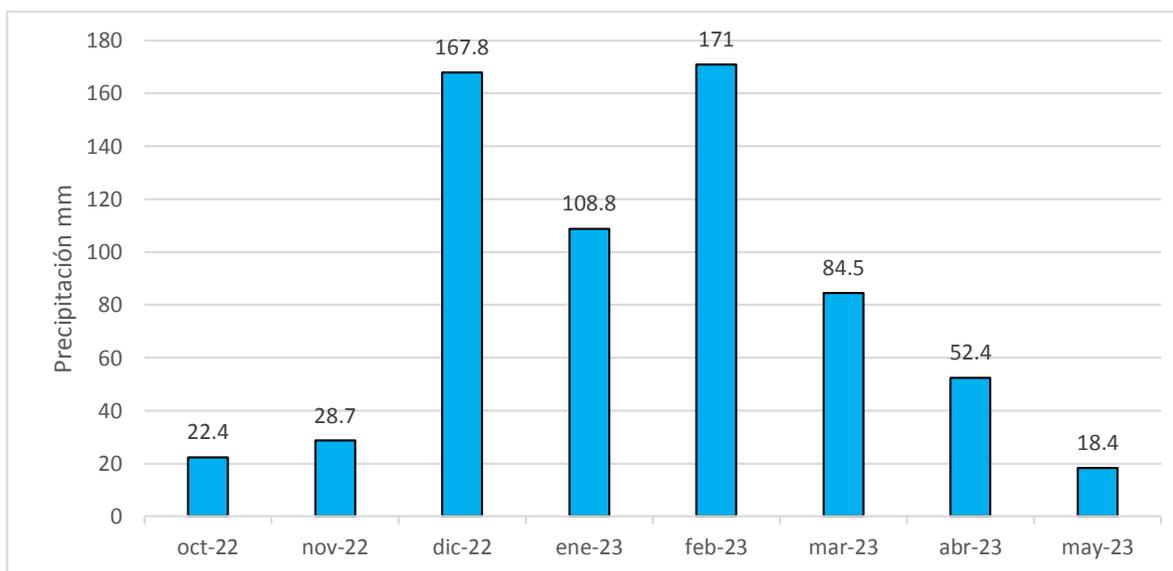
**Figura 3. Temperaturas máximas y mínimas registrados en el periodo de estudio en 2022 y 2023**

La temperatura registrada en el ensayo estuvo de acuerdo a lo requerido por el cultivo de cebolla, al respecto Maroto (1995), indica que la cebolla es una planta resistente al frío, aunque para la formación y maduración de los bulbos requiere temperatura alta y fotoperiodos largos, que requiere una temperatura mínima de 5 °C y la temperatura óptima entre 12 °C y 23 °C, así como en nuestra investigación, vemos la resistencia del cultivo de cebolla a bajas temperaturas.

#### 4.1.2. Precipitación pluvial (mm)

Durante el periodo de investigación las precipitaciones registradas en cada mes sucedieron con diferente intensidad como se observa en la Figura 4.

En la Figura 4, se aprecia las precipitaciones variadas, donde se observa que en el mes de febrero hubo una precipitación relativamente alta de 171 (mm), en comparación al otros meses hubo menor concentración de lluvias durante el ciclo del cultivo, esta situación se atribuye a las características climáticas propias del Altiplano Norte, donde esta época la precipitación es moderadamente buena.



**Figura 4. Precipitación durante el desarrollo del cultivo de cebolla 2022- 2023**

Según CIPCA (2009), la humedad es un factor que determina el adecuado desarrollo de las plantas y formación del bulbo. El exceso de humedad durante la formación de los bulbos afecta a la acumulación de sustancias nutritivas, mientras que la falta de la humedad (estrés hídrico) produce el cierre de estomas y la reducción de la fotosíntesis.

### 4.1.3. Análisis físico y químico de suelo

#### a) Análisis físico del suelo antes del trasplante

Se realizó un análisis físico del suelo obtenido de las muestras de la parcela experimental, en el Laboratorio de suelos LCA calidad ambiental, Facultad de Ciencias y Naturales Instituto de Ecología, UMSA (Anexo 4), también se muestra en el Cuadro 4. Se observa los resultados de las características físicas del suelo, el cual pertenece a una clase textural de Franco arcilloso (FY) con proporciones de 39 % de arena, 30 % de arcilla y 35 % de limo. Para el cultivo de cebolla es preferible un suelo arenoso a franco para su mejor desarrollo del bulbo (FDTA – Fundación valles, 2006). Sin embargo Maroto (1995), señala el cultivo de cebolla tan solo puede desarrollarse bien en suelos arcillosos si estos están convenientemente bien drenados.

**Cuadro 4. Análisis de físico del suelo**

Parámetros físicos de suelo	Resultados	Unidad
Arena	39	%
Limo	35	%
Arcilla	30	%
Clase textural	Franco Arcilloso	

#### b) Análisis químico del suelo

Se realizó un análisis de suelo químico obtenido de las muestras de la parcela experimental, en el Laboratorio de suelos LCA calidad ambiental, Facultad de ciencias y naturales instituto de ecología, UMSA, (Cuadro 5) y más detallado (Anexo 4).

En el cuadro 5, muestra los resultados de los análisis químico del suelo, mostrando un pH de 6,7 (Neutro), y una conductividad eléctrica de 1,0 pS/cm, los datos nos indica en límites de determinación de C.E. es bajo en concentraciones de salinidad, esto es apto para el cultivo de cebolla, Nitrógeno 0,0014 %, Fósforo 1,5 p/mg/kg, Potasio 0,0053 Cmol/kg y Materia orgánica 0,10 %, estos datos nos indican que este suelo de la parcela experimental es poco fértil (bajo en nutrientes) con nuestra investigación utilizando 20 tn/ha cubrimos el requerimiento del cultivo y se encuentra en los rangos aceptables. Por lo tanto para el cultivo de cebolla estas características del suelo son favorables, donde según Medina (2008), indica la cebolla se adapta bien a diferentes tipos de suelos, siempre que sean: suelos

fértiles y que tengan un buen drenaje, un pH de 6,0 a 7,0, suelos salinos no son buenos para el cultivo de la cebolla (1,5 mmhos/cm).

**Cuadro 5. Análisis químico de suelo**

Parámetros químicos de suelo	Límite de determinación	Unidad
Ph	6,7	
C E	1,0	pS/cm
Fosforo disponible	1.5	p/mg*kg-1
Nitrógeno total	0,0014	%
Potasio intercambiable	0,0053	Cmolc/kg
Materia orgánica	0,10	%

## 4.2. Variables de respuesta

### 4.2.1. Altura de la planta

El análisis de varianza de la altura de planta (Cuadro 6), muestra diferencias significativas entre bloques, esto puede ser a los condiciones del suelo y el pendiente del terreno, así mismo que tanto abonos como la variedad son altamente significativos es decir en caso de colocar diferentes abonos orgánicos influyeron positivamente en la altura de planta, con respecto a la variedad de la misma manera marca la diferencia, debido a la manifestación de las características morfológicas que presentan en la región ,por lo que es distinta su adaptación y respuesta al medio ambiente.

Por otra parte, en el cuadro nos permite observar para la altura de planta una respuesta no significativa entre las dos variedades de cebolla y diferentes abonos orgánicos no existe diferencia significativa la interacción nos indica que no existe una relación entre la variedad y abonos orgánicos incorporados por tratamiento.

Así mismo se puede señalar el valor de coeficiente de variación es de 3,91 % por lo cual entendemos que los datos son confiables siendo este inferior al 30%.

**Cuadro 6. Análisis de varianza de altura de planta (cm) del cultivo de cebolla**

FV	GL	SC	CM	F	p-valor
Bloque	2	109,64	54,82	7,87	0,0051 **
Variedad	1	659,40	659,40	94,69	<0,0001 **
Abonos	3	1385,48	461,83	66,32	<0,0001 **
Variedad*abonos	3	50,09	16,70	2,40	0,1117 ns
Error	14	97,49	6,96		
Total	23	2302,11			
CV (%)	3,91 %				

\*\* p < 0.01; NS: p > 0.05

En cuadro 7, se realizó prueba de Duncan en la altura de la planta, donde; se observa que la variedad Perilla obtuvo un mayor promedio de altura de 72,71 cm significativamente es diferente a los promedios en las variedad Globosa 62,22 cm que son dos grupos diferentes. Las diferencias obtenidas en la altura de la planta se podrían atribuirse a características fenológicas de los plantines en el momento del trasplante obtuvo ser una de las causas para el mayor desarrollo foliar de la perilla y menor altura de la globosa, puesto que las dos variedades, se trasplantaron en la misma fecha, pero se notó que los plantines de las variedad perilla, mostro mayor desarrollo que la globosas.

**Cuadro 7. Análisis comparativo Duncan de alturas de plantas para variedades**

Variedad	Promedio (cm)	Duncan (α = 5%)
Perilla	72,71	A
Globosa	62,22	B

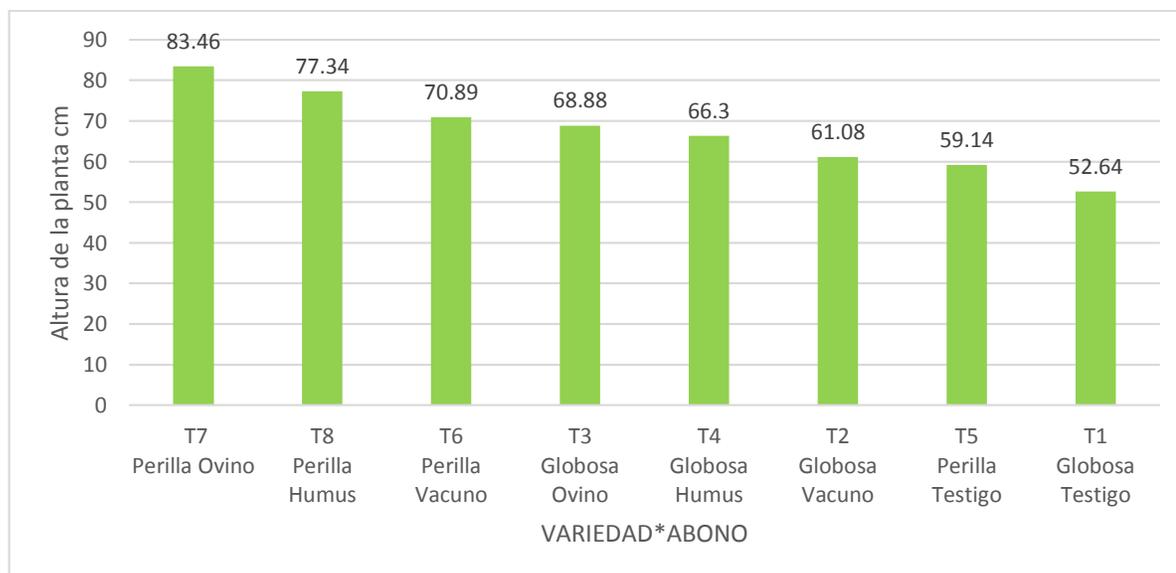
Según la prueba de Duncan (cuadro 8), observamos los abonos orgánicos en la variable altura de las plantas y apreciamos que el abono de ovino tiene un máximo desarrollo de altura de planta con 76,17 cm, presentando una superioridad con los demás abonos orgánicos, a continuación, está el abono humus de lombriz con un promedio de 71,82 cm, también se observa que el abono de vacuno con promedio de 65,98 cm y por último el testigo 55,89 cm el cual tiene menor altura, estas diferencias pueden deberse a la absorción de nutrientes (macro y micronutrientes). Al respecto Clemson (2004) indica, en su trabajo de investigación una ventaja de utilizar abono orgánico a base de limonita puede llegar a proveer una gran variedad de micronutrientes como hierro y zinc que por lo general no son

encontrados en los fertilizantes sintéticos, además que ayudan a mejorar la estructura del suelo al no tener compuestos dañinos para el mismo.

**Cuadro 8. Análisis comparativo Duncan de alturas de plantas para abonos**

Abonos	Promedio (cm)	Duncan ( $\alpha = 5\%$ )
Ovino	76,17	A
Humus	71,82	B
Vacuno	65,98	C
Testigo	55,89	D

En la Figura 5, observamos la interacción de los abonos por variedad en la altura de las plantas y apreciamos que el tratamiento T7 variedad perilla con abono de ovino tiene un máximo desarrollo de altura de planta con 83,46 cm, demostrando una superioridad con los demás tratamientos, a continuación, está el tratamiento T8 variedad perilla con abono de humus de lombriz con promedio de 77,34 cm respectivamente los restos de los tratamientos cuales tiene menor altura.



**Figura 5. Comparación de medias para altura de planta en la interacción entre variedades del cultivo de cebolla con diferentes abonos.**

En las medias de altura de planta, obtenidas en nuestra investigación se observa a la mayor altura de planta al T7 variedad perilla con abono de ovino con promedio más altos 83,46 cm. Quezada (2011) en su estudio niveles de materia orgánica en dos variedades de cebolla (arequipeña y Perilla) determino una reducción en el desarrollo de la altura de planta de 0,26 cm debido a que los ápices de las hojas tendieron a secar en todos los tratamientos.

También menciona que obtuvo resultados en altura de planta de 76,7 cm como promedio más alto, el cual superan a los resultados obtenidos en la presente investigación, sin embargo, Tambo (2016) los resultados en promedio en su investigación demuestran para altura de planta 61,42 cm, mientras Sánchez *et al.* (2022), en su investigación para la variable altura de la planta, encontró un valor de 84 cm de altura, que es superior al estudio presente.

#### 4.2.2. Número de hoja por planta

El análisis de varianza para número de hojas en el cultivo de cebolla (Cuadro 9), a un nivel de significancia del 5% se establece que para número de hojas existe diferencias significativas entre bloques, así mismo que tanto abonos como la variedad son altamente significativos es decir en caso colocar diferentes abonos orgánicos influyeron positivamente en número de hojas, con respecto a la variedad de la misma manera marca la deferencia

Sin embargo en el caso de la interacción de las variedades y abonos no hay una diferencia significativa. Así mismo se puede señalar el valor de coeficiente de variación es de 7,73% por lo cual entendemos que los datos son confiables siendo este inferior al 30%.

**Cuadro 9. Análisis de varianza de variable número de hojas**

FV	GL	SC	CM	F	p-valor
Bloque	2	3,08	1,54	4,39	0,0331 *
Variedad	1	8,17	8,17	23,25	0,0003 **
Abonos	3	31,67	10,56	30,06	<0,0001**
Variedad*Abonos	3	1,50	0,50	1,42	0,2777 ns
Error	14	4,92	0,3		
Total	23	49,33			
CV (%)	7,73 %				

\*p < 0,05; \*\* p < 0,01; ns: p > 0,05

En la cuadro 10, Para la prueba de Duncan de la variedad se tiene que la mejor media la variedad perilla logrando tener un valor de 8,25 hojas/planta que es diferente al otra variedad, mientras la variedad globosa solo alcanza 7,08 hojas/planta. Estas diferencias se podrían atribuirse a las características genéticos propios de cada variedad.

**Cuadro 10. Análisis comparativo Duncan de número de hojas para Variedades**

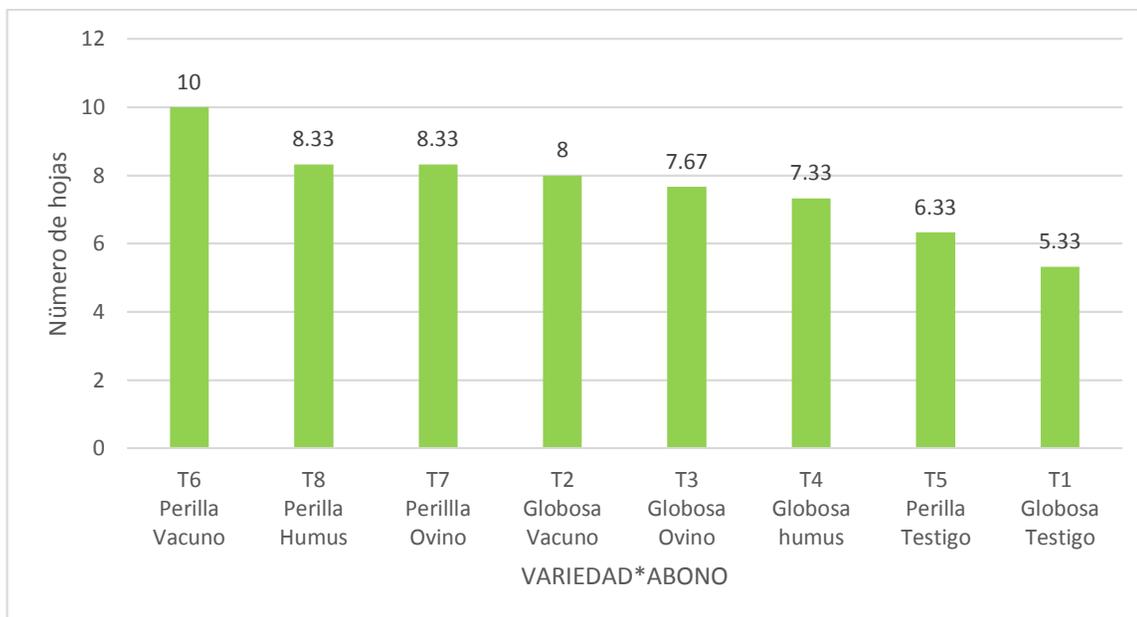
Variedad	Promedio (cm)	Duncan ( $\alpha = 5\%$ )
Perilla	8,25	A
Globosa	7,08	B

Para la prueba de Duncan (cuadro 11) de abonos se tiene tres grupos diferentes denotados con las letras A,B,C, que la mejor media de numero de hojas se da a una cantidad de 9 hojas/planta correspondiente al abono de vacuno, al primer grupo con la letra A, también podemos mencionar al segundo grupo B abono de ovino y humus de lombriz con medias de 8,00 y 7,83 hojas/planta de mientras los testigos los cuales no tuvieron abono con el menor desarrollo 5,83 hojas/planta que pertenece al tercer grupo con la letra C. Estas diferencias de abonos orgánicos se atribuyen a diferencias concentraciones de nutrientes y la alimentación que esta digerida por cada animal.

**Cuadro 11. Análisis comparativo Duncan de numero de hojas para abonos**

Abonos	Promedio (cm)	Duncan ( $\alpha = 5\%$ )
Vacuno	9,00	A
Ovino	8,00	B
Humus	7,83	B
Testigo	5,83	C

En la Figura 6, observamos en la interacción de los abonos por variedad en número de Hojas de las plantas y apreciamos que el T6 variedad perilla con abono de vacuno tiene promedio más altos de 10 hojas por planta, y en el T1 variedad globosa sin abono tiene los promedios más bajos, de 5,33 hojas por planta respectivamente.



**Figura 6. Comparación de medias para número de hojas en la interacción abonos por variedad en el cultivo de cebolla.**

En las medias, obtenidas en nuestra investigación se observa a la mayor número de hojas se observa al T6 variedad perilla con abono de vacuno con promedio más alto 10 hojas. Quezada (2011) se observa que existen diferencias significativas en el número de hojas entre las dos variedades, al igual que en la altura de planta, la variedad Perilla con un promedio de 7,33 hojas y la variedad navideña con un promedio de 8,81 hojas, este último con una mayor cantidad de hojas se encuentra en nuestro trabajo de investigación supera a este autor.

#### **4.2.3. Peso fresco del bulbo**

El análisis de varianza para el peso del bulbo de planta no muestra diferencias significativas entre bloques, esto puede ser a los condiciones suelo sin embargo, existe diferencias altamente significativas de peso de bulbo de planta entre variedades y abonos ( $p < 0.01$ ). Por otra parte la interacción variedad por abono tiene significancia. Observamos también que el valor del coeficiente de variación nos dio un 16,72 % por lo tanto entendemos que los datos son confiables siendo este inferior al 30%.

**Cuadro 12. Análisis de varianza de peso de bulbo (g) del cultivo de cebolla**

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Bloque	2	3,54	1,77	1,64	0,2291 ns
Variedad	1	29498,08	29498,08	27317,56	<0,0001 **
Abonos	3	32606,55	10868,85	10065,41	<0,0001**
Variedad*Abonos	3	1974,90	6580,30	6093,88	0,0095**
Error	14	15,12	1,08		
Total	23	81864,19			
CV (%)	16,72 %				

\*\* p < 0,01; ns: p > 0,05;

En la (cuadro 13), se realizó una prueba de Duncan en el peso de bulbo de la planta donde se observa dos grupos diferentes que la variedad Perilla obtuvo un mayor promedio de peso de bulbo con 186,13 g se denota con la letra A, y los promedios en las variedad globosa alcanzo 116,02 g. que es el segundo grupo B. se puede mencionar a diferencias de estos dos grupos serían los factores climáticos. Por su parte Guenkov *et al* citado por Medina (2008), resalta que existen diferentes factores climáticos que actúan en forma interactiva en la formación, desarrollo y maduración bulbo, en particular el fotoperiodo y la temperatura juegan papeles muy importantes con el desarrollo de la planta. El fotoperiodo ejerce su influencia en el follaje, mientras que los efectos de la temperatura se manifiestan en el follaje como en el bulbo, es por eso que la temperatura es un factor climático que tiene influencia directa con la formación del bulbo.

**Cuadro 13. Análisis comparativo Duncan de peso del bulbo para Variedades**

Variedad	Promedio (g)	Duncan ( $\alpha = 5\%$ )
Perilla	186,13	A
Globosa	116,02	B

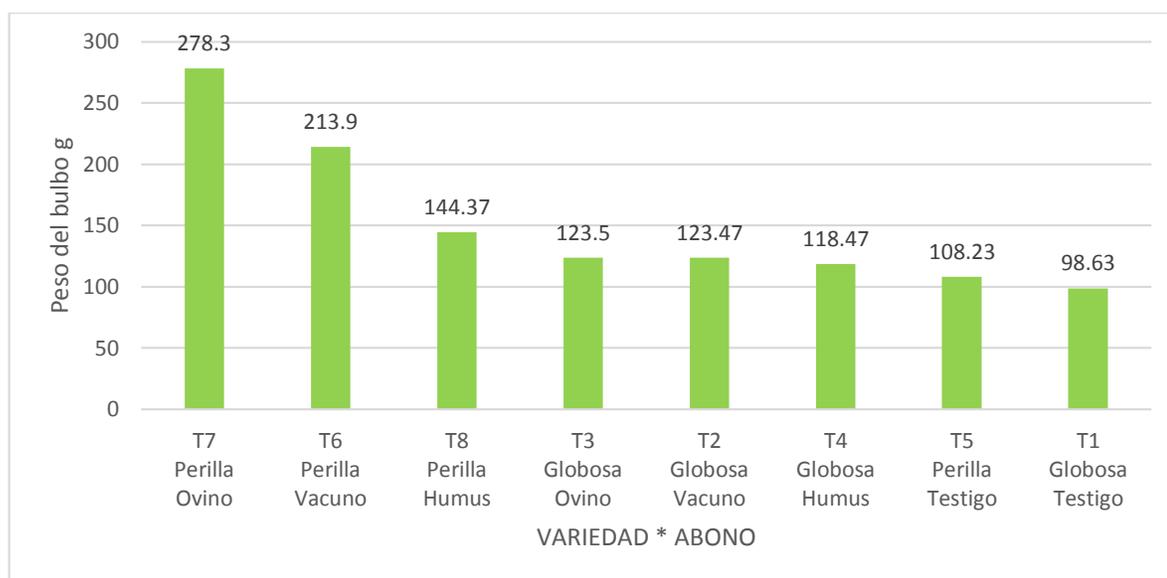
En la (cuadro 14), se realizó una comparación de promedios en los distintos abonos orgánicos, donde el peso del bulbo de la planta abono de ovino es el de mayor promedio con 200,75 gr seguido del abono de vacuno y humus de lombriz con promedios de 168,70 gr y 131,42 gr. Y por último tenemos al testigo con promedios de 103,43 gr. Por lo tanto, concluimos según la prueba de Duncan esto a pesar de tener una media diferente que es

cuatro grupos diferentes con las letras A, B, C, D. esto se atribuye al tener diferente concentración de nutrientes.

**Cuadro 14. Análisis comparativo Duncan de peso del bulbo para abonos**

Abonos	Promedio (g)	Duncan ( $\alpha = 5\%$ )
Ovino	200,75	A
Vacuno	168,70	B
Humus	131,42	C
Testigo	103,43	D

En la Figura 7, se realizó una prueba de Duncan en el peso de bulbo de la planta en la interacción de abonos por variedad, donde; se observa que el tratamiento T7 variedad perilla con abono de ovino tuvieron el mayor promedios de 278,3 g, seguidamente el tratamiento T6 variedad perilla con abono de vacuno 213,9 g respectivamente y el tratamiento T8, T3, T2, T4, T5, T1 de las variedades globosa perilla con diferentes abonos con mayor y menor dato obtuvieron un promedio de 144,37 y 98,63 g. respectivamente.



**Figura 7. Comparación de medias para peso de bulbo en la interacción abonos por variedad en el cultivo de cebolla ( $p < 0,05$ ).**

Se puede ostentar por la presencia de nutrientes especialmente macro y micronutrientes en el estiércol de ovino, asimismo a la frecuencia de lluvia durante el desarrollo del cultivo esta fue constante y favoreció al desarrollo de la bulbificación, otro factor importante pudiera

ser la característica de cada variedad respecto a su respuesta al fotoperiodo, pues que la variedad globosa son de día intermedio y la variedad perilla también son de día intermedio. Con relación a esta variable de respuesta, encontró un valor de 218,84 g, resultado que es inferior a nuestro estudio, pero no refleja en su rendimiento que varía entre 19,26 a 34,84 T/ha. Las diferencias pueden atribuirse a factores edáficos, épocas de siembra tipo de fertilizante utilizado. Según Zeballos (2001).

#### 4.2.4. Diámetro del bulbo

El análisis de varianza para el diámetro de bulbo en el cultivo de cebolla (Cuadro 15), a un nivel de significancia del 5% se establece que para diámetro de bulbo no existe diferencias significativas entre bloques, así mismo que tanto abonos como la variedad y la interacción de variedad por abono son altamente significativos es decir en caso colocar diferentes abonos orgánicos influyeron positivamente en diámetro de bulbo, con respecto a la variedad de la misma manera marca la deferencia

En caso de la interacción de las variedades y abonos hay una diferencia significativa. Así mismo se puede señalar el valor de coeficiente de variación es de 5,33% por lo cual entendemos que los datos son confiables siendo este inferior al 30%.

**Cuadro 15. Análisis de varianza de diámetro de bulbo (mm) del cultivo de cebolla**

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Bloque	2	0,06	0,03	0,32	0,7306 ns
Variedad	1	294,70	294,70	3388,75	<0,0001 **
Abonos	3	761,59	253,86	2919,17	<0,0001 **
Variedad*Abonos	3	106,50	35,50	408,23	0,0001 **
Error	14	1,22	0,09		
Total	23	1164,07			
CV (%)	5,33				

\*\* p < 0,01; ns: p > 0,05

En cuadro 16, Para la prueba de Duncan de la variedad se tiene que la mejor media de diámetro de bulbo corresponde a los tratamientos que tienen la variedad perilla logrando tener un valor de 73,70 mm, mientras la variedad globosa solo alcanza 66,69 mm Son dos grupos diferentes entre variedades. Choquehuanca (2016), ha obtenido resultados

diferentes sobre la variedad Criolla Rosada con mayor diámetro de bulbo de 6. 25 cm y la variedad con Globosa 5.62 cm, con menores diámetros aplicados con riego por goteo y riego superficial.

**Cuadro 16. Análisis de varianza de diámetro de bulbo (mm) del cultivo de cebolla**

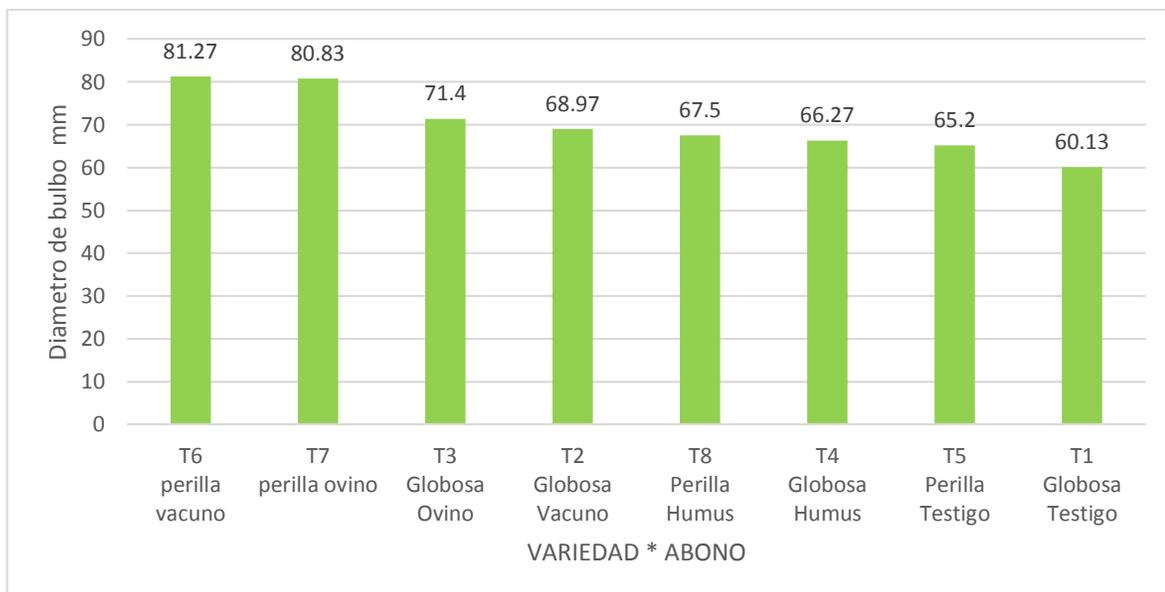
Variedad	Promedio (mm)	Duncan ( $\alpha = 5\%$ )
Perilla	73,70	A
Globosa	66,69	B

Para la prueba de Duncan (cuadro 17) se realizó una comparación de promedios en los distintos abonos orgánicos, donde el abono de ovino es el de mayor promedio con 76,12 mm, seguido del abono de vacuno con valor de 75,12 mm y humus de lombriz con promedios de 66,88 mm. Y por último tenemos al testigo con promedios de 62,67. Por lo tanto, concluimos según la prueba de Duncan esto a pesar de tener una media diferente que es cuatro grupos diferentes con las letras A, B, C, D. esto se atribuye al tener diferente concentración de nutrientes.

**Cuadro 17. Análisis de varianza de diámetro de bulbo (mm) del cultivo de cebolla**

Abonos	Promedio (mm)	Duncan ( $\alpha = 5\%$ )
Ovino	76,12	A
Vacuno	75,12	B
Humus	66,88	C
Testigo	62,67	D

En la Figura 8, se realizó la prueba de Duncan en el diámetro de bulbo de la planta en la interacción de abonos por variedad, donde; se observa que el tratamiento T6 de la variedad perilla con abono de vacuno tuvieron los mayores promedios de 81,27; seguidamente T7 variedad perilla con abono de ovino que alcanzo 80,83 mm. Y los tratamientos T3, T2, T8, T4, T5 y T1 de las variedades globosa perilla con mayor y menor dato obtuvieron un promedio de 71,4 y 60,13 mm respectivamente.



**Figura 8. Comparación de medias para diámetro de bulbo en la iteración entre variedades del cultivo de cebolla por diferentes abonos ( $p < 0,05$ ).**

Lo que se observa en variable de diámetro de bulbo con uso de diferentes abonos. Al respecto Torrez (1998), citado por casa (2011) señala en su experimento utilizado 15 qq de estiércol de ovino/ha, encontró valores en la variedad Arequipeña y Red Creole, poseen diámetros de bulbo de 5,41 y 4,62 cm respectivamente; evidenciando que la forma de los bulbos están dados por el material genético de cada variedad, valor que es inferior a los resultados de nuestro estudio. Las diferencias pueden ser debido a la calidad de estiércol del lugar, el tipo de suelo arcilloso que influye en la forma del bulbo, asimismo la frecuencia de lluvia durante su desarrollo.

Pero sin embargo, puede deberse a la genética propia de cada variedad en respuesta a los diferentes factores ambientales como la temperatura, el riego, la luz, el abonamiento con estiércol, el pH adecuado del suelo, el manejo oportuno del suelo, la textura franco arcilloso (Cori, 2003), los factores que favorecieron en la formación de los bulbos y la circulación del aire en el suelo.

#### 4.2.5. Diámetro de falso tallo

Para el análisis de varianza para diámetro de falso tallo en el cultivo de cebolla (Cuadro 18), a un nivel de significancia del 5% se establece que para diámetro de falso tallo no existe diferencias significativas entre bloques, así mismo que tanto abonos como la variedad son altamente significativos es decir en caso colocar diferentes abonos orgánicos influyeron

positivamente en diámetro de falso tallo, con respecto a la variedad de la misma manera marca la deferencia

En caso de la interacción de las variedades y abonos hay una diferencia altamente significativa. Así mismo se puede señalar el valor de coeficiente de variación es de 12,22% por lo cual entendemos que los datos son confiables siendo este inferior al 30%.

**Cuadro 18. Análisis de varianza diámetro de falso tallo (mm) del cultivo de cebolla**

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Bloque	2	0,24	0,12	2,07	0,1631 ns
Variedad	1	43,74	43,74	767,85	<0,0001 **
Abonos	3	66,16	22,05	387,15	<0,0001 **
Variedad*abonos	3	13,16	4,,39	77,03	0,0001 **
Error	14	0,80	0,06		
Total	23	124,10			
CV (%)	12,22%				

\*\* p < 0,01; ns: p > 0,05

En el (cuadro 19), Para la prueba de Duncan de la variedad se tiene dos grupos diferentes que la mejor media de diámetro falso tallo corresponde a los tratamientos que tienen la variedad perilla logrando tener un valor de 27,16 mm que esta denotado con la letra A, mientras el segundo grupo la variedad globosa solo alcanza 24,46 mm, Se denota con la letra B.

**Cuadro 19. Análisis de varianza de diámetro de tallo (mm) del cultivo de cebolla**

Variedad	Promedio (mm)	Duncan ( $\alpha = 5\%$ )
Perilla	27,16	A
Globosa	24,46	B

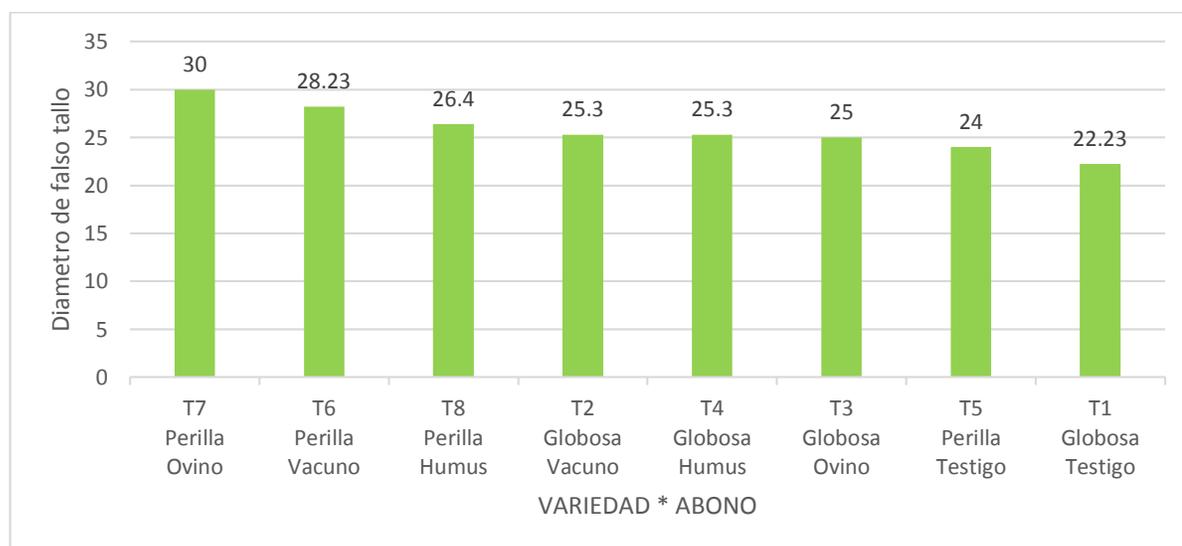
En la (cuadro 20), se realizó una comparación de promedios en los distintos abonos orgánicos, donde el abono de ovino es de mayor promedio con 27,50 mm seguido del abono de vacuno con promedio 26,77 mm y humus de lombriz con promedios de 25,85

mm. Y por último tenemos al testigo con promedios de 23,12. Por lo tanto, concluimos según la prueba de Duncan esto a pesar de tener una media diferente que es cuatro grupos diferentes con las letras A, B, C, D. esto se atribuye al tener diferente concentración de nutrientes.

**Cuadro 20. Análisis de varianza de diámetro de tallo (mm) del cultivo de cebolla**

Abonos	Promedio (mm)	Duncan ( $\alpha = 5\%$ )
Ovino	27,50	A
Vacuno	26,77	B
Humus	25,85	C
Testigo	23,12	D

En la Figura 9, se realizó una prueba de Duncan en el diámetro de falso tallo de la planta sobre la interacción de abonos por variedad, donde; se observa que el tratamiento T7 por la variedad perilla con abono de ovino presenta el mayor promedio de 30,00 mm, siguiendo a continuación el tratamiento T6 variedad perilla con abono de vacuno con un promedio de 28,23 mm y respectivamente los restos tratamientos los cuales tienen menor diámetro de falso tallo.



**Figura 9. Comparación de medias para de diámetro de falso tallo en la interacción entre variedades del cultivo de cebolla por diferentes abonos ( $p < 0,05$ ).**

En la variable, diámetro de falso tallo (mm) se dio mayor efecto entre variedades y abonos, así como Cruz (2013), realizó la evaluación agronómica de cebolla con tres tipos de abonos

orgánicos en el centro experimental de Cota Cota observa que el diámetro del falso tallo en el T1 abono ovino es de 3,07 cm siendo una diferencia significativa en comparación a los demás tratamientos, entre los T2, T3 y T4 donde se tienen los valores de 2,63, 2,45 y 2,29 cm, siendo apenas unos milímetros de diámetro la distancia que los separa uno de otro. Con estos datos semejan a lo nuestro trabajo de investigación.

Según Brewster (2008), citado por Cruz (2013) menciona que los cuellos pierden turgencia y se ablandan como producto de la senescencia, esto indica la etapa final del crecimiento del bulbo que concluye con la caída de la parte aérea, de acuerdo a los promedios, se observa que los tratamientos presentaron como máximo de 29,9 (mm) la media de 28,2 (mm) y la mínima de 25,1 (mm), con relación a otras investigaciones Cori (2004), con el abonamiento orgánico encontró los resultados en diámetro del tallo con 28,30 mm con la incorporación al 30 Mg\*ha de estiércol, que son inferiores a los resultados obtenidos.

#### 4.2.6. Rendimiento (t/ha)

El análisis de varianza realizado sobre rendimiento (t/ha) no muestra diferencias significativas entre bloques, sin embargo, existen diferencias altamente significativas en las variedades, abono y tenemos no significancia en la interacción de variedades por abonos ( $p > 0.01$ ). Se puede señalar el valor del coeficiente de variación con un 2,61 % por lo cual entendemos que los datos son confiables siendo este inferior al 30%.

**Cuadro 21. Análisis de varianza de rendimiento (t/ha) del cultivo de cebolla**

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Bloque	2	1,24	0,62	0,22	0,8071 ns
Variedad	1	192,67	192,67	67,44	<0,0001 **
Abonos	3	1012,24	337,41	118,10	<0,0001 **
Variedad*abonos	3	54,96	18,32	6,41	0,0059 ns
Error	14	40,00	2,86		
Total	23	1301,10			
CV (%)	2,61 %				

\*\*  $p < 0,01$ ; ns:  $p > 0,05$

En el cuadro 22. Se realizó la prueba de Duncan de la variable de rendimiento promedios (t/ha) donde se observa que la variedad perilla obtuvo un mayor promedio con 67,48 t/ha, los promedios en la variedad globosa 61,81 (t/ha) son dos grupos diferentes A, B. Las diferencias obtenidas en el rendimiento se podrían atribuirse a características genéticas

propios de cada variedad y los factores ambientales que tuvo en el lugar de estudio. Por otro lado, la humedad de suelo y el tipo de suelo fue un factor importante para el desarrollo de la planta generando condiciones adecuadas para la absorción de elementos nutritivos que se encuentra disponibles en el suelo.

**Cuadro 22. Análisis de varianza de rendimiento (Rdto) para variedades.**

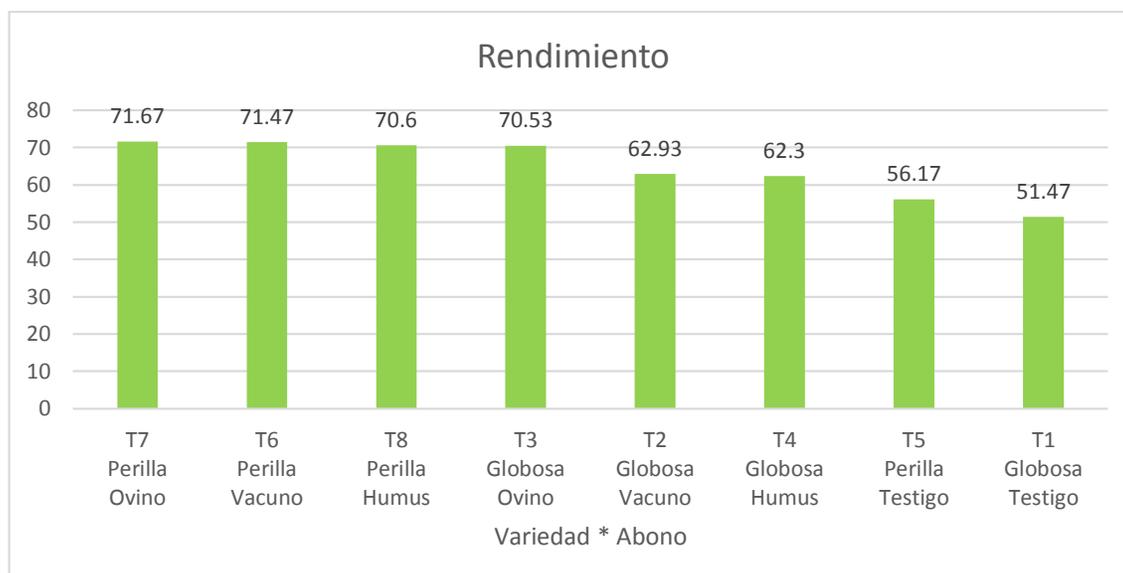
Variedad	Promedio (Rdto)	Duncan ( $\alpha = 5\%$ )
Perilla	67.48	A
Globosa	61.81	B

En cuadro 23, nos indica que el abono ovino es superior a los demás abonos en cuanto a rendimiento con un valor de 71,10 denominado con la letra A, seguidamente el abono de vacuno y humus de lombriz con valores de 67,20 y 66,45 denominados con la letra B, el último grupo es testigo sin la aplicación de abono con valor 53,82 con letra C. en todo el transcurso del análisis de datos en todo este documento siempre el abono de ovino obtuvo las mejores características de desarrollo agronómico, siendo coherente que forme también el mayor rendimiento .

**Cuadro 23. Análisis de varianza de rendimiento (Rdto) para abonos.**

Abonos	Promedio	Duncan ( $\alpha = 5\%$ )
Ovino	71,10	A
Vacuno	67,20	B
Humus	66.45	B
Testigo	53,82	C

En la Figura 10, se realizó una prueba de Duncan en el rendimiento (t/ha) en la interacción de abono por variedad donde se observa que el T7 por la variedad perilla con abono de ovino presenta el mayor promedio de 71,67, siguiendo a continuación el tratamiento T6 variedad perilla con abono de vacuno con un promedio de 71,47 y T8 variedad perilla con humus de lombriz con promedio de 70,6, respectivamente los restos tratamientos los cuales tienen menores promedios en el rendimiento.



**Figura 10. Comparación de medias para rendimiento en la interacción entre variedades del cultivo de cebolla por diferentes abonos.**

Los resultados obtenidos en la investigación presentaron un buen rendimiento tanto en las dos variedades y entre ellas también se presentan diferencias en los rendimientos, podrían atribuirse al carácter genético y a la adaptabilidad al factor ambiental de la zona, esto fue uno de los factores que determinó el rendimiento sobresaliente de la variedad.

Así mismo Choquehuanca (2016), nos indica que ha obtenido resultados sobre el rendimiento en donde la variedad rosada criolla con 25,29 t/ha es como el mejor resultado seguido por navideña 23,88 t/ha y por último se tiene a globosa con 20,92 t/ha estos resultados son muy bajos a comparación con los datos obtenidos de nuestra investigación. También Quispe (2010), ha obtenido un resultado muy bajo en variedad perilla con 16.01 t/ha.

#### **4.3. Análisis económico**

El análisis económico se realizó con los datos obtenidos en parcela experimental del campo con el fin de determinar que variedad de cebolla y tipos de abonos, tienen mejor comportamiento agronómico y mejor rendimiento para la producción.

Por lo general, el objetivo del agricultor está orientado en obtener el mayor beneficio económico con el cultivo que trabaje y a la vez obtener los mayores rendimientos, por lo cual en este sentido el análisis de costos de producción nos orienta a elegir las mejores

variedades y mejores tipos de abonos los cuales hayan alcanzado los mayores rendimientos como así también se obtengan más altos ingresos económicos.

#### 4.3.1. Beneficio bruto

El beneficio bruto se determinó multiplicando el rendimiento del cultivo en cuestión con el precio de la venta del mismo, en cuanto al precio del producto se consideró que es 4.0 Bs/kg obtenido de la venta del lugar. Por otra parte, el precio fue ajustado con respecto al Mercado de Viacha

**Cuadro 24. Beneficio bruto**

Tratamientos	Variedad	Rendimiento Promedio (kg/ha)	Rendimiento ajustado (5%)	Precio (Kg)	Total (Bs/ha)
T1	GLOBOSA	49980	47481	4,0	189924
T2	GLOBOSA	70880	67336	4,0	269344
T3	GLOBOSA	71953	68355	4,0	273421
T4	GLOBOSA	62839	59697	4,0	238788
T5	PERILLA	56460	53637	4,0	214548
T6	PERILLA	71242	67680	4,0	270720
T7	PERILLA	71991	68391	4,0	273566
T8	PERILLA	63950	60753	4,0	243010

En la tabla 24. Se puede apreciar que el mejor beneficio bruto obtuvo la variedad perilla con abono de ovino con un resultado de 273566 Bs/ha, seguida por la variedad globosa con abono de vacuno con un resultado de 273421 Bs/ha y con un valor más bajo la variedad globosa del testigo con un resultado de 189924 Bs/ha.

#### 4.3.2. Relación beneficio costo

Se entiende como la relación que existe entre los beneficios brutos y los costos totales, el valor resultante de la división nos indica la rentabilidad. La relación beneficio costo se muestra en la siguiente Cuadro 25.

**Cuadro 25. Relación beneficio/costo**

Tratamientos	Variedades	Beneficio bruto Bs/ha	Costos de producción total Bs/ha	Beneficio Neto	B/C
T1	GLOBOSA	189924	105290.37	84633.63	1,80
T2	GLOBOSA	269344	118490.37	150.853.63	2,27
T3	GLOBOSA	273566	111890.37	161674.63	2,44
T4	GLOBOSA	238788	125090.37	113697.63	1,90
T5	PERILLA	214548	105290.37	109257.63	2,03
T6	PERILLA	270720	118490.37	152229.63	2,28
T7	PERILLA	273421	111890.37	161530.63	2,44
T8	PERILLA	243010	125090.37	117919.63	1,94

En el cuadro 25, se observa los resultados obtenidos para la producción de cebolla el T3 (variedad globosa con abono ovino) y el T7 (variedad perilla con abono de ovino) obtuvieron un valor de Bs 2,44 esto nos quiere decir que por cada boliviano invertido se ganara Bs 1,44 siendo los más rentable entre los tratamientos. Se pudo evidenciar que el T4 y T8 (variedad globosa y variedad perilla ambos con humus de lombriz) obtuvo un valor menor de Bs 1,90 esto nos quiere decir que por cada boliviano invertido se ganara Bs 0,90 centavos siendo el menos rentable entre los tratamiento.

## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos establecidos y por los resultados expuestos anteriormente se llega a las siguientes conclusiones.

- En cuanto al comportamiento agronómico, la variedad perilla exhibió promedios superiores en varias variables. En detalle, la altura de la planta alcanzó los 72,71 cm, número de hojas por planta 8 hojas, el diámetro de falso tallo registró 27,16 mm, el bulbo presentó un diámetro de 73,70 mm, finalmente, el peso del bulbo promedió 186,13 g. Estos resultados indican lo destacado que es la variedad perilla en comparación variedades globosa.
- Comparación del rendimiento de variedades: La comparación del rendimiento de las dos variedades de cebolla, variedad perilla y variedad globosa, con diferentes abonos orgánicos lo más sobresaliente el abono de ovino mostró con la variedad perilla presentó un rendimiento significativamente superior en comparación con globosa, independientemente al abono de vacuno y humus de lombriz. Sin embargo, los resultados muestran que la variedad perilla tiene un mejor comportamiento agronómico evaluado y una mayor respuesta al uso del abono de ovino. Por otro lado, la aplicación de abonos ovino, vacuno y humus de 2 kg/m<sup>2</sup> resultaron en un incremento progresivo del rendimiento, siendo el abono de ovino el que mostró los mejores resultados, tanto en términos de altura de planta como en diámetro de bulbo y peso fresco bulbo.
- El mejor rendimiento de la planta que presentó el T3 (globosa con abono de ovino) con 719537 kg/ha, juntamente con el T7 (perilla con abono de ovino) con valor de 71991 kg/ha mientras los testigo obtuvo 49980 kg/ha y 56460 kg/ha.
- Finalmente se concluye, en los costos de producción que el tratamiento T3 y T7 logra obtener los mejores beneficios costo alcanzando Bs. 2,44, pero en relación a lo invertido por cada boliviano invertido se llegaría a recuperar Bs. 1,44 este tratamiento corresponde al uso de abonos orgánicos de ovino y de las variedades perilla y globosa.

## 6. RECOMENDACIONES

En base a los objetivos, resultados y conclusiones del presente trabajo, se pueden formular las siguientes recomendaciones:

- Desde la perspectiva económica, se recomienda la aplicación de abonos orgánicos que existe en campo para incorporar al suelo en uso variedad perilla y globosa, ya que este demostró generar mayores ingresos económicos en el estudio.
- Se recomienda que la aplicación de abono orgánico de ovino con la variedad de perrilla con dosis de  $2\text{kg/m}^2$  (20 t/ha).
- Realizar la experimentación comparando abonos orgánicos y fertilizantes químicos para observar la respuesta del cultivo de cebolla a estos factores de estudio.
- Los plantines de cebolla responden oportunamente a suelos bien removidos, con buenos niveles de abonamiento y riego permanente que evite el estrés durante su prendimiento en las siguientes dos semanas y considerando de manera objetiva la época, es por eso que se recomienda siempre tener en consideración cada uno de los puntos expuestos ya que una deficiencia puede causar un daño irreparable al cultivo.
- Asimismo, se recomienda difundir los resultados de este estudio en las comunidades circundantes del altiplano norte. Compartir estos hallazgos puede ser beneficioso para los agricultores locales al proporcionarles información valiosa sobre las prácticas agronómicas más efectivas, fomentando así una producción más eficiente y sostenible de cebolla. La comunicación de estos resultados puede realizarse a través de eventos comunitarios, talleres o cualquier otro medio que sea accesible.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acapa, H y Alvarado 2012 Conpendido Agropecuario Ed. Cautin ,Marielle. La Paz-Bolivia p 85.
- Casas, Q. J. S. 2011. Evaluación de rendimiento de dos variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) a diferentes niveles de abono orgánico bajo riego por surco en la localidad de Ajlla municipio de Achacachi. Tesis Ingeniero en Agronomía La Paz-Bolivia Universidad Mayor de San Andrés. 126 p.
- CNPSH, 2009. <http://www.ine.gob.bo/indice/general.aspx?codigo=40104>
- Baldivia C S. 2011 Efecto de biol y niveles de estiércol de ovino en el comportamiento productivo de la *cebolla (Allium Cepa L.)* variedad rosada criolla en la Comunidad de Kasa Achuta. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía UMSA. La Paz, Bolivia. p 110
- Condori, I 2019. Evaluación de la producción de forraje hidropónico en cebada (*Hordeum vulgare*) a diferentes dosis de caldo de humus de lombriz en la Estación experimental de Patacamaya. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía UMSA. La Paz, Bolivia. p 170.
- Cori, W. 2003. Abonamiento orgánico en variedades de Cebolla (*Allium cepa* L.) bajo riego por goteo en la localidad de escoma provincia Camacho La Paz. Tesis Ing. Agr. La Paz - Bolivia. Facultad de Agronomía-UMSA. 73,74, 77, 89 p.
- CIMMYT. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, Mx (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F., México: CIMMYT. 79 pp.
- CIPCA. 2009. (Centro de Investigación y Promoción del Campesinado). Manual de cebolla. *In.* 2009a. Agricultura sostenible: N° 9. p. 42.
- Cruz, F. M. 2013. Evaluación agronómica de la cebolla (*Allium cepa* L.) con tres tipos de abonos orgánicos en el Centro Experimental de Cota Cota. Tesis de Grado, UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 76-82 p.

- DAPRO. 2020. Dirección de Análisis Productivo. Informe Estadístico de la Cebolla. Consultado 8 de noviembre de 2023. Disponible en [https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/BI\\_21022020ba0a3\\_InformeEstadisticoCebolla2020.pdf](https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/BI_21022020ba0a3_InformeEstadisticoCebolla2020.pdf)
- Earth, G. 2024. Coordenadas geográficas de comunidad cantapa. Consultado el 14 de junio de 2024. Disponible en [https://earth.google.com/web/search/la+camino\\*desaguadero@16.52451893,68.30792795,3902.03907969a,899.52439265d,30.00039646y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCS2skZLFzDAEZxtj9mMIDDAGUi79PzCVHAIW4O\\_cNzEVHAMikKJwoCiExOUljUEdQTW1FRWhldjNWNW9ITWIWRFFxVG0yZTFsTmwgAQ](https://earth.google.com/web/search/la+camino*desaguadero@16.52451893,68.30792795,3902.03907969a,899.52439265d,30.00039646y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCS2skZLFzDAEZxtj9mMIDDAGUi79PzCVHAIW4O_cNzEVHAMikKJwoCiExOUljUEdQTW1FRWhldjNWNW9ITWIWRFFxVG0yZTFsTmwgAQ). <http://earth.google.com>.
- FAO, 2010 EL CULTIVO DE LA CEBOLLA. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/cebolla.htm>
- FAO. 2012. Producción poscosecha, procesamiento y comercialización de Ajo, Cebolla y Tomate. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO ed. Santiago Chile, 180 p.
- FAO. 2014. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Roma - Italia, 126 p.
- FDTA-Valles. 2006. Manual de cultivo de cebolla. Cochabamba Bolivia, 93 p.
- FDTA-Valles. 2007 Fundación para el Desarrollo Tecnológico de los Valles (Manual de Cultivo de Cebolla) Cochabamba – Bolivia 13, 16, 17,19 p.
- FONAG- Fondo para la protección de agua, 2010. Abonos orgánicos, Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. Edición: FONAG. Pp.52-59 consultado el 22 de agosto de 2022. Disponible en <http://www.fonag.org.ec>.
- GAML, 2020. Gobierno autónomo municipal de laja. Plan territorial de desarrollo integral. (PTDI- 2020). La Paz – Bolivia.
- GARRO J. Y ALFARO, 2016. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnológica Agropecuaria. Ediciones: INTA. P. 20-21 consultado el 19 agosto del 2022. Disponible en <http://www.mag.go.cr>.

- Guerrero, A., 1993. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ed. Mundi Prensa. Madrid – España. Pp. 1 – 44.
- INFOAGRO. s. f. Lombricompuesto, Vermicompuesto o Humus de Lombriz. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras; Biblioteca Agropecuaria Nacional “Martín Cárdenas”. La Paz, Bolivia.
- Lemus D., Lemus I., 2009. Mejoramiento Genético de la Cebolla. Instituto de investigación Hortícolas “Liliana Dimitrova” p 49.
- LOPEZ, T. M. (2001). Horticultura. Primera reimpresión. Editorial Trillas. México. 386 pp.
- INFOAGRO, 2010. Cebolla, Cebollas, Cebolla temprana, Cebolla tardía (*Allium cepa*). Publicado en: Boletín de Infojardin. Disponible en: <http://fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/cebollas-cebolla-tempran-cebollatarida-allium-cepa.htm>.
- Machaca S,F. 2007. Efecto de niveles de estiércol ovino en el rendimiento de variedades de apio, bajo ambiente protegido en el municipio de El Alto. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía UMSA. La Paz, Bolivia. p 12-14
- Maroto, B. J. 1995. Horticultura herbácea especial. Consultado 4 de agosto de 2024. Disponible <https://agris.fao.org/search/en/providers/122625/records/6472496353aa8c8963050860>
- Meruvia, M.P. 2003. Manual del cultivo de Cebolla. Enflext Ltda. Fax.: 5277552 Telf.: 5277593. Oruro, Bolivia. 11-13 p.
- MDRyT. 2020. Informe Estadístico de la Cebolla. Place Published. Disponible en [https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/BI\\_21022020ba0a3\\_InformeEstadisticoCebolla2020.pdf](https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/BI_21022020ba0a3_InformeEstadisticoCebolla2020.pdf)
- Ochoa, R. 2009. Diseños Experimentales. 1ª ed. La Paz, Bolivia, PP 151- 175
- Perez, A.; Cespedes, C.; Nuñez, P. 2008. Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en república dominicana Investigadores. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Avenida Imbert #5, Las Carolinas, La Vega, República Dominicana.

- Porcura, C. J. L. 2003. Manejo integrado de la cebolla (*Allium cepa* L.). Área de producción de los cultivos de la chancillería de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Generalitat Valenciana. Valenciana. España <http://www.gencat.es/>
- Quelali, M. L. 2001. Efecto de la fertilización química en tres variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) en la región de Carabuco provincia Camacho La Paz. Tesis Ingeniero Agrónomo. La Paz - Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía. 90 p.
- Quezada, M. 2011. Evaluación del efecto de los diferentes niveles de materia orgánica en el comportamiento agronómico de dos variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) en la comunidad de Khasa Achuta del departamento de La Paz. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. UMSA Facultad de Agronomía. 13 - 15 p.
- Sanchez, H. (2001). Fertilización química-orgánica, bajo tres densidades de siembra en el cultivo de cebolla en la localidad de Mallasa Provincia Murillo. Tesis de Grado UMSA. Facultad de agronomía. La Paz-Bolivia. 90 pp.
- Sena, 2010. Curado y Almacenamiento de Cebolla de Bulbo. Proyecto "Mejoramiento de la competitividad de la cebolla de bulbo en el departamento de Cundinamarca, a través de la producción limpia, tecnologías de curado y almacenamiento". Fondo nacional de Fomento Hortofrutícola. Asohofrucol. Cundinamarca, Colombia. 38 p.
- Tambo, L. D. 2016. Efecto de niveles de biol bovino en dos variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) con riego complementario, en la Estación Experimental De Choquenaira, Viacha-La Paz. Tesis Ingeniero Agrónomo. Viacha-La Paz - Bolivia. Facultad de Agronomía-UMSA. 159 p.
- Torrez, S.W. 1998. Comportamiento Agronómico de seis variedades de cebolla, provincia Aroma. Tesis. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 20 p
- Villarroel, A. J. 1988. Horticultura en Valles de Cochabamba. UMSS. AGRUCO. Serie Técnica. Edición Agruco. Cochabamba, Bolivia. 75-82 p.
- Zabala, L. y Ojeda, L. 1998. Fitotecnia especial.

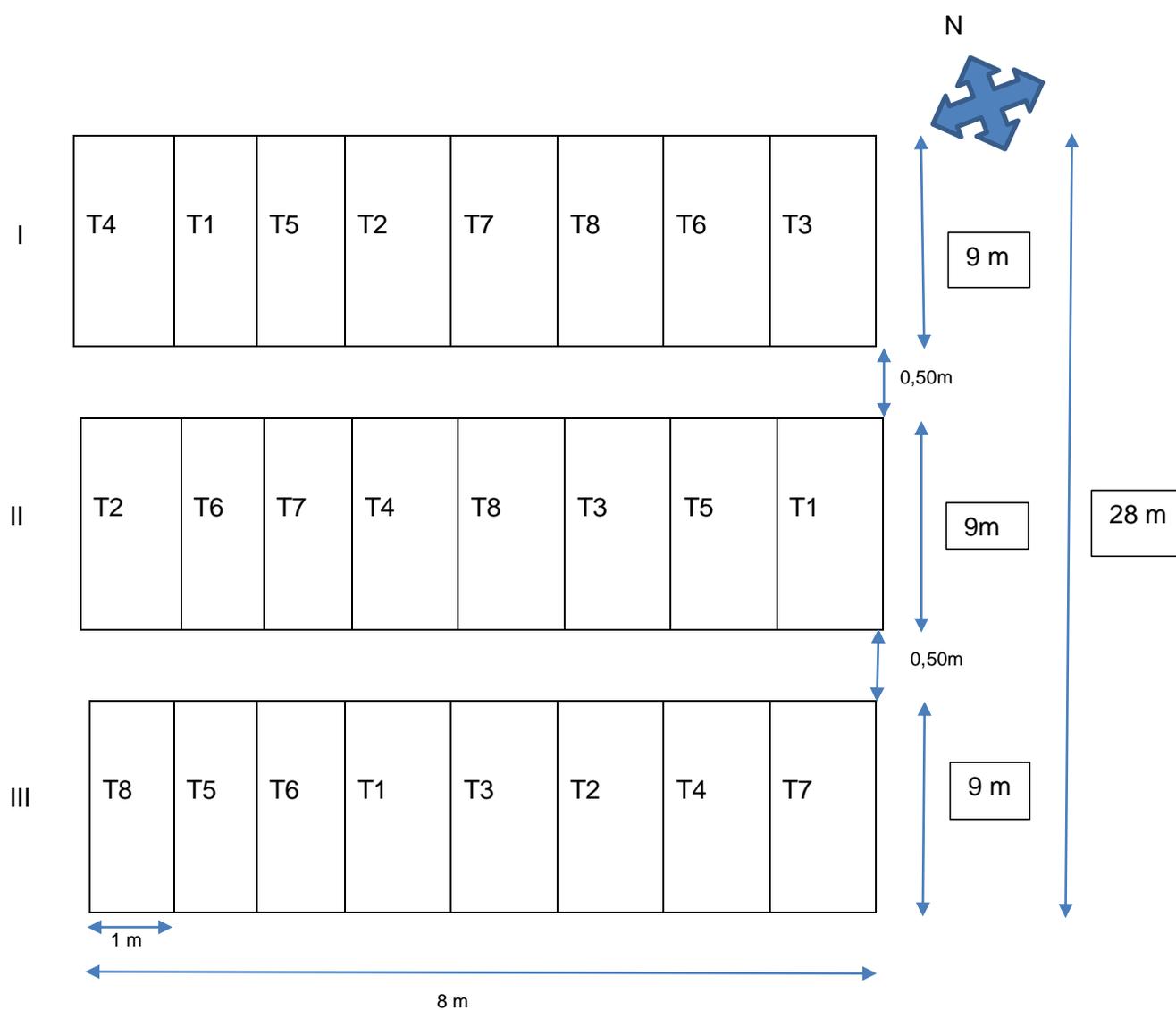
## **8. ANEXOS**

### Anexo 1. Datos de temperatura

Meses	Máxima °C	Mínima °C	Media °C
Oct-22	16,5	2,8	9,3
Nov-22	17,4	5,7	10,5
Dic-22	16,9	6,4	11
Ene-23	15,5	6,3	10,7
Feb-23	15,6	4,9	10,6
Mar-23	15,7	3,2	7,6
Abr-23	16,2	2,6	9,2
May-23	16,7	4,3	10,3

Fuente: SENAMHI 2023

### Anexo 2. Croquis de experimento



**Anexo 3. Promedio de datos**

TRAT	BLOQ	VARIEDAD	ABONOS	A P	N H	P B	D B	D F T	Rdto
T1	1	GLOBOSA	TESTIGO	52.13	5	98.2	60.2	21.9	56.2
T2	1	GLOBOSA	VACUNO	63.54	8	123.5	68.8	25.5	62.2
T3	1	GLOBOSA	OVINO	72.05	7	123.4	71.4	25	69.6
T4	1	GLOBOSA	HUMUS	66.93	7	118.6	66	25.3	62.2
T5	1	PERILLA	TESTIGO	62.89	6	108.3	65.2	24	56.2
T6	1	PERILLA	VACUNO	74.55	10	214.1	81.6	28.2	71.1
T7	1	PERILLA	OVINO	82.42	8	275	80.9	30.2	70.7
T8	1	PERILLA	HUMUS	80.51	7	144.2	67.3	26.6	69.8
T1	2	GLOBOSA	TESTIGO	54.52	5	99	59.7	22.2	49.9
T2	2	GLOBOSA	VACUNO	58.2	8	123.4	69.4	25.2	63.9
T3	2	GLOBOSA	OVINO	69.08	7	123.4	71.5	25	71.2
T4	2	GLOBOSA	HUMUS	65.2	7	117.6	66.2	25.2	62.8
T5	2	PERILLA	TESTIGO	59.5	7	108.2	65.2	24	56.4
T6	2	PERILLA	VACUNO	71.5	10	213.9	80.8	27.9	71.9
T7	2	PERILLA	OVINO	86.45	8	278.9	80.7	30	71.9
T8	2	PERILLA	HUMUS	76.5	9	143.4	67.7	25.9	70.8
T1	3	GLOBOSA	TESTIGO	51.26	6	98.7	60.5	22.6	48.3
T2	3	GLOBOSA	VACUNO	56.5	8	123.6	68.7	25.2	62.7
T3	3	GLOBOSA	OVINO	65.5	9	123.6	71.3	25	70.8
T4	3	GLOBOSA	HUMUS	60.77	8	119.2	66.6	25.4	61.9
T5	3	PERILLA	TESTIGO	55.03	6	108.2	65.2	24	55.9
T6	3	PERILLA	VACUNO	66.61	10	213.7	81.4	28.6	71.4
T7	3	PERILLA	OVINO	81.5	9	280.2	80.9	29.8	72.4
T8	3	PERILLA	HUMUS	75.02	9	145.5	67.5	26.7	71.2

Trat. = Tratamiento; Bloq. = Bloque; Var. = Variedades; AP. = Altura de la planta; NH.= Numero de hojas; PB. = Peso del bulbo; DB = Diámetro de bulbo; DFT.= Diámetro de falso tallo; Rdto = Rendimiento.

## Anexo 4. Análisis de suelos

Universidad Mayor de San Andrés  
Facultad de Ciencias Puras y Naturales  
Instituto de Ecología  
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: SI7/22

Página I de I

### INFORME DE ENSAYO DE SUELOS SI7/22

<p>Cliente: Solicitante Dirección del cliente: Procedencia de la muestra</p> <p>Punto de muestreo: Responsable del muestreo. Fecha de muestreo: Hora de muestreo Fecha de recepción de la muestra Fecha de ejecución del ensayo: Caracterización de la muestra Tipo de muestra; Envase Código LCA: Código original de muestra:</p>	<p><b>AGRONOMÍA - UPEA</b> Univ. Santos Lino Apaza Chura, SN Comunidad Cantapa Provincia: Los Andes Departamento: La Paz <b>Cebolla 1</b> Univ. Santos Lino Apaza Chura 01 de octubre de 2022 01 de octubre de 2022 Del 01 al 20 de octubre. 2022 Suelo Horizonte A Simple Bolsa Nylon 17-1 C -1 Suelo</p>
--	--

#### Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	H -1 Suelo 17-1
pH acuoso	ISRIC 4		1 -4	6.7
Conductividad eléctrica	ASPT6	pS/cm	1.0	554
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg-1	1.5	17
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,55
Carbón orgánico	ISRIC 5	%	0,060	3.1
Materia orgánica	ISRIC 5	%	0,10	5,3
Sodio intercambiable	ISRIC 9	cmolo/kg	0,00083	0,99
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolo/kg	0,0053	0,92
Calcio intercambiable	ISRIC 9	cmolo/kg	0,016	9,5
Magnesio intercambiable	ISRIC 9	cmolo/kg	0,00083	5,2
Acidez intercambiable	ISRIC 11	cmolo/kg	0,050	< 0,050
Carbonatos	ISRIC 13-61	Cualitativo		Ausente
Textura				
Arena	DIN 18 123	%	2.5	39
Limo	DIN 18 123	%	1.1	35
Arcilla	DIN 18 123	%	1.1	30
Clase textural	DIN 18 123			Franco Arcilloso

- International Sai, Reference and Information Center (ISRIC)  
- Análisis de Suelos > Plantas tropicales (ASTP)

<sup>B</sup> Les resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.

\* La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

CC: Anlivo  
JCMC

  
Ing. Jaime Chincheros Paniagua  
Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental



Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf/Fax: 2772522  
Casilla Correo Central ;0077, La Paz - Bolivia

## Anexo 5. Costos de parcela experimental

Para los tratamientos T1,T5.

Detalle	Unidad	Cantidad	P/u	P/St
Preparación de terreno				
Arada	Hr/tractor	1	50	50
Rastra	Hr/tractor	1	40	40
Mano de obra				
Siembra	jornal	2	80	160
Refallado	jornal	1	80	80
Labores culturales				
Deshierbe	jornal	2	50	100
Riego	jornal	3	10	30
Aporque	jornal	2	80	160
Cosecha				
Recojo	jornal	1	100	100
Traslado	jornal	1	30	30
Insumos				
Semillas o plantines	arroba	4	70	280
Abono de ovino	Kg	0	0	0
Abono de vacuno	Kg	0	0	0
Humus de lombriz	Kg	0	0	0
SUMATORIA				1000
IMPREVISTOS AL 5%				52,5
TOTAL				1052

**Para tratamientos T2, T6.**

<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P/u</b>	<b>P/St</b>
<b>Preparación de terreno</b>				
Arada	Hr/tractor	1	50	50
Rastra	Hr/tractor	1	40	40
<b>Mano de obra</b>				
Siembra	jornal	2	80	160
Refallado	jornal	1	80	80
<b>Labores culturales</b>				
Deshierbe	jornal	2	50	100
Riego	jornal	3	10	30
Aporque	jornal	2	80	160
<b>Cosecha</b>				
Recojo	jornal	1	100	100
Traslado	jornal	1	30	30
<b>Insumos</b>				
Semillas o plantines	arroba	4	70	280
Abono de ovino	Kg	54	1	54
Abono de vacuno	Kg	54	1	54
Humus de lombriz	Kg	0	0	0
<b>SUMATORIA</b>				<b>1125</b>
<b>IMPREVISTOS AL 5%</b>				<b>59</b>
<b>TOTAL</b>				<b>1184</b>

**Para los tratamientos T4, T8.**

<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P/u</b>	<b>P/St</b>
<b>Preparación de terreno</b>				
Arada	Hr/tractor	1	50	50
Rastra	Hr/tractor	1	40	40
<b>Mano de obra</b>				
Siembra	jornal	2	80	160
Refallado	jornal	1	40	40
<b>Labores culturales</b>				
Deshierbe	jornal	2	50	100
Riego	jornal	3	10	30
Aporque	jornal	2	80	160
<b>Cosecha</b>				
Recojo	jornal	1	100	100
Traslado	jornal	1	30	30
<b>Insumos</b>				
Semillas o plantines	arroba	4	70	280
Abono de ovino	Kg	0	0	0
Abono de vacuno	Kg	0	0	0
Humus de lombriz	Kg	54	5	270
<b>SUMATORIA</b>				<b>187</b>
<b>IMPREVISTOS AL 5%</b>				<b>63</b>
<b>TOTAL</b>				<b>1250</b>

## Anexo 6. Fotografías de producción de cebolla



Fotografía 1: Cosecha de humus de lombriz californiana de forma manual en la misma granja.



Fotografía 2: Preparación de terreno con tractor agrícola



Fotografía 3: Incorporación de abonos orgánicos a parcela experimental.



Fotografía 4: Trasplante de la cebolla en las parcelas de investigación de forma manual.



5



6

Fotografía 5 y 6: Malezas dentro de la parcela y se realizó el desmalezado.



7



8

Fotografías 7 y 8: Aporque de las cebollas para la formación de bulbo se realizó de forma manual con un chontilla.



Fotografía 9: Última toma de datos de altura de planta



Fotografía 10: Cosecha por tratamiento para peso del bulbo, diámetro de falso tallo y diámetro de bulbo



Fotografía 11: peso de bulbo



fotografía 12: medición de falso tallo