

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TESIS

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE
DOS VARIEDADES DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) APLICANDO
ESTIÉRCOLES COMPOSTADOS CON MICROORGANISMOS
EFICIENTES EN CONDICIONES DE HUAYLLAPATA – SANTO
TOMÁS**

PRESENTADO POR:

Br. EDY LUIS SIVANA PEÑA

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO AGROPECUARIO**

ASESOR:

MSC. JULIO CÉSAR HUAMÁN TAPARA

CUSCO – PERÚ

2026



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor JULIO CESAR HUAMAN TAPARA
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO
AGRONÓMICO DE DOS VARIETADES DE CEBOLLA (Allium cepa L.)
APLICANDO ESTIÉRCOL COMPOSTADO CON MICROORGANISMOS
EFICIENTES EN CONDICIONES DE HUAYLLABATA - SANTO TOMÁS"

Presentado por: EDY LUIS SIVANA PEÑA DNI N° 72559894
presentado por: DNI N°:
Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERO AGROPECUARIO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 3 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de
Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 7 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	<u>X</u>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 31 de Julio de 2026


Firma

Post firma: JULIO CESAR HUAMAN TAPARA

Nro. de DNI: 23977257

ORCID del Asesor: 0000-0003-0479-9385

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.

2.

oid:27259:611542203

EDY LUIS SIVANA PEÑA.docx

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::27259:611542203

Fecha de entrega

31 jul 2026, 6:56 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

31 jul 2026, 7:22 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

EDY LUIS SIVANA PEÑA.docx

Tamaño del archivo

14.5 MB

145 páginas

30.309 palabras

159.181 caracteres

7% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- ▶ N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 6%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**
139 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.
-  **Texto oculto**
8 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A Dios por bendecirme y darme la oportunidad de compartir la vida con mis seres queridos, quienes son pilares fundamentales en mi camino, y de compartir la amistad con mis amigos, quienes son columnas fundamentales en mi vida.

A mis padres Mérida y Griseldo, por darme la vida y por entregarme su incansable e inquebrantable esfuerzo de darme siempre lo mejor y sobre todo por ser los autores de la motivación que necesito para lograr todos mis objetivos.

A mi hermana Melissa, que me inspira y apoya incondicionalmente en todo este proceso de mi mejora personal en el anhelo deseado que contribuyó al logro de mi propósito.

AGRADECIMIENTO

Mi más grande reconocimiento y agradecimiento a mi casa de estudios, la Universidad San Antonio Abad del Cusco, Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria, por haberme acogido durante mi etapa académica y profesional.

Extiendo mi agradecimiento a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria, filial Santo Tomás - Chumbivilcas, quienes, día a día, me llenaron de conocimientos y nuevas experiencias, por su tolerancia e innegable disposición a apoyarme en cada etapa y proceso de aprendizaje. Agradezco infinitamente el enriquecimiento intelectual que se me brindó para la formación de mi profesión para toda la vida.

Al M. Sc. Julio César Huamán Tapara, por su importante contribución en la realización de esta investigación, por su disposición de tiempo y sabiduría entregados en su condición de asesor y gestor de la conducción de este trabajo de investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	vii
RESUMEN	xii
INTRODUCCIÓN	1
I. PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO	2
1.1. Identificación del problema objeto de investigación	2
1.2. Planteamiento del problema	4
1.2.1. Problema general.....	4
1.2.2. Problemas específicos	4
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	5
2.1. Objetivos	5
2.1.1. Objetivo General	5
2.1.2. Objetivos específicos	5
2.2. Justificación	6
III. HIPOTESIS	7
3.1. Hipótesis General	7
3.2. Hipótesis Específicas.....	7
IV. MARCO TEÓRICO.....	8
4.1. Antecedentes a la investigación.....	8
4.2. Bases teóricas.....	12
4.2.1. Origen y Distribución.....	12
4.2.2. Taxonomía.....	13
4.2.3. Morfología (Características botánicas)	13
4.2.4. Ciclo vegetativo.....	17
4.2.5. Fenología del cultivo	19
4.2.6. Variedades.....	20
4.2.7. Importancia del cultivo	23
4.2.8. Usos del Cultivo	24
4.2.9. Requerimientos del Cultivo	25
4.2.10. Manejo agronómico.....	28
4.3. Fuentes orgánicas de origen animal para la fertilización agrícola	32
1.4. Microorganismos Eficientes (EM)	33
1.5. Composición de EM.....	33

	1.5.1. Beneficios y aplicaciones de EM	34
V.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	35
5.1.	Tipo de Investigación	35
5.2.	Ubicación temporal del experimento	35
	5.2.1. Ubicación del campo experimental.....	35
5.3.	Historial del área agrícola en Estudio	37
5.4.	Materiales equipos e insumos	37
	5.4.1. Materiales de trabajo.....	37
	5.4.2. Equipos y materiales de escritorio.....	38
	5.4.3. Abonos orgánicos	38
	5.4.4. Insumos.....	38
5.5.	Metodología.....	38
	5.5.1. Diseño Experimental	38
	5.5.2. Tratamientos	41
	5.5.3. Descripción de los tratamientos en estudio	42
5.6.	Características del campo experimental	44
5.7.	Muestreo de análisis de suelo	47
5.8.	Conducción del experimento	52
	5.8.1. Evaluaciones de variables.....	59
5.9.	Variables e indicadores	64
	5.9.1. Variables independientes.....	64
	5.9.2. Variables dependientes.....	65
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	67
6.1.	Altura de planta (cm)	67
6.2.	Diámetro del bulbo (cm)	77
6.3.	Peso de bulbo (gr.)	86
6.4.	Rendimiento por unidad experimental	97
6.5.	Rendimiento t/ha	108
VII.	CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.....	120
7.1.	Conclusiones	120
7.2.	Sugerencias	121
VIII.	REFERENCIA	122
IX.	ANEXOS	129

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Características de la cebolla variedad Roja Hortus.</i>	21
Tabla 2. <i>Características de la cebolla variedad Cristal White Wax.</i>	23
Tabla 3. <i>Descripción nutricional de la cebolla fresca (por cada 100 gramos).</i>	24
Tabla 4. <i>Historial del campo experimental.</i>	37
Tabla 5. <i>Combinación de descripción de tratamientos.</i>	41
Tabla 6. <i>Análisis de fertilidad de estiércol de vacuno compostados con microorganismos eficientes(EM).</i>	42
Tabla 7. <i>Análisis de fertilidad de estiércol de cuy compostados con microorganismos eficientes (EM).</i>	43
Tabla 8. <i>Análisis de fertilidad de estiércoles de ovino compostados con microorganismos eficientes (EM).</i>	43
Tabla 9. <i>Resultados del análisis físico – químico del análisis de suelo.</i>	47
Tabla 10. <i>Balance de nutrientes en el cultivo de cebolla.</i>	49
Tabla 11. <i>Dosis de estiércoles compostado con EM aplicados en los tratamientos.</i>	51
Tabla 12. <i>Operacionalización de variables estudiadas.</i>	66
Tabla 13. <i>Efecto de los estiércoles compostados con microorganismos eficientes en la altura de la planta de cebolla.</i>	67
Tabla 14. <i>ANVA para altura de planta (cm).</i>	68
Tabla 15. <i>Prueba de Tukey para las combinaciones de variedades por estiércol compostado con EM para altura de planta (cm).</i>	69
Tabla 16. <i>Prueba Tukey variedades de cebolla para altura de planta (cm).</i>	72
Tabla 17. <i>Prueba Tukey de estiércoles compostados con microorganismos eficientes para la altura de planta en (cm).</i>	73
Tabla 18. <i>ANVA auxiliar estimación de efectos simples de variedades por estiércoles compostados con EM para altura de planta en (cm).</i>	75
Tabla 19. <i>Diámetro del bulbo de la planta en (cm).</i>	77
Tabla 20. <i>ANVA para el diámetro del bulbo en planta (cm).</i>	78
Tabla 21. <i>Prueba de Tukey para las combinaciones de variedades por estiércol compostado con EM para el diámetro del bulbo en (cm).</i>	79
Tabla 22. <i>Prueba Tukey variedades de cebolla para diámetro de bulbo planta (cm).</i>	81
Tabla 23. <i>Prueba Tukey estiércoles compostados con EM para diámetro de bulbo de planta en (cm).</i>	83
Tabla 24. <i>ANVA auxiliar variedades de cebolla x estiércol compostados con</i>	

<i>microorganismos eficientes, para diámetro de bulbo de planta en (cm).</i>	85
Tabla 25. <i>Peso del bulbo en planta (gr.)</i>	86
Tabla 26. <i>ANVA para peso de bulbo en planta (gr.)</i>	87
Tabla 27. <i>Prueba Tukey para las combinaciones variedades por estiércol compostado con EM para peso bulbo planta en (gr.)</i>	88
Tabla 28. <i>Prueba Tukey de la variedad de cebolla por peso del bulbo de la planta (gr.)</i>	91
Tabla 29. <i>Prueba Tukey estiércol compostado con EM para peso de bulbo de planta en (gr.)</i>	93
Tabla 30. <i>ANVA auxiliar variedades x estiércol compostado con EM y estiércol compostado con EM para las variedades esto para la variable peso de bulbo en gr.</i>	95
Tabla 31. <i>Rendimiento en kg/8m²</i>	97
Tabla 32 <i>ANVA para peso en kg/8m²</i>	98
Tabla 33 <i>Prueba Tukey para las combinaciones de variedades por estiércoles compostados con EM para kg/8m²</i>	99
Tabla 34. <i>Prueba de Tukey rendimiento peso en kg/8m²</i>	102
Tabla 35. <i>Prueba Tukey estiércoles compostados con EM para peso en kg/8m²</i>	103
Tabla 36 <i>ANVA auxiliar variedades x estiércol compostados y estiércoles compostados con EM*variedades</i>	106
Tabla 37 <i>Rendimiento t/ha</i>	108
Tabla 38 <i>ANVA para rendimiento en t/ha</i>	109
Tabla 39 <i>Prueba Tukey para las combinaciones de variedades por estiércol compostado con EM de peso en t/ha</i>	110
Tabla 40 <i>Prueba de Tukey rendimiento por peso en t/ha</i>	114
Tabla 41 <i>Prueba de Tukey: estiércoles compostados con microorganismos eficientes en función del peso en t/ha</i>	115
Tabla 42. <i>ANVA auxiliar variedades x estiércol compostados y estiércoles compostados con EM* variedades</i>	117

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1	<i>Proceso de compostado de estiércoles con EM</i>	53
Fotografía 2	<i>Almacigado de semilla de las dos variedades de cebolla</i>	54
Fotografía 3	<i>Preparación del terreno o campo experimental</i>	55
Fotografía 4	<i>Trazado del campo experimental</i>	56
Fotografía 6	<i>Apertura de surcos, trasplante e incorporación de estiércol descompuesto con EM</i>	57
Fotografía 7	<i>Labor de deshierbe del campo experimental</i>	58
Fotografía 8	<i>Labores de pisoteo de la cebolla</i>	59
Fotografía 9	<i>Evaluación de altura en planta cm.</i>	60
Fotografía 10	<i>Evaluación de diámetro del bulbo en cm</i>	61
Fotografía 11	<i>Evaluación de peso de bulbo en gr.</i>	62
Fotografía 12	<i>Peso total área neta por tratamiento.</i>	63
Fotografía 13	<i>Producción de cebolla var. Cristal White Wax.</i>	64
Fotografía 14	<i>Preparación del terreno con tiro animal</i>	132
Fotografía 15	<i>Pesado de estiércol descompuesto EM</i>	132
Fotografía 16	<i>Vista panorámica del campo experimental</i>	133
Fotografía 17	<i>Desarrollo de las variedades de cebolla</i>	133

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Características morfológicas de la cebolla (Allium cepa L.)</i>	14
<i>Figura 2. Etapas de desarrollo de la cebolla</i>	17
<i>Figura 3. Ubicación del campo experimental</i>	36
<i>Figura 4. Croquis de la unidad experimental (Parcela)</i>	45
<i>Figura 5. Croquis del campo experimental</i>	46
<i>Figura 6. Combinación de variedades por estiércol compostado con EM para altura de planta en (cm)</i>	71
<i>Figura 7. Variedades de cebolla según altura de planta (cm)</i>	72
<i>Figura 8. Estiércoles compostados con EM para altura de planta en (cm)</i>	74
<i>Figura 9. Interacción variedades por estiércoles descomposturas con EM para el diámetro de bulbo (cm)</i>	80
<i>Figura 10. Diámetro de bulbo en cm para las dos variedades</i>	82
<i>Figura 11. Estiércoles compostados con microorganismos eficientes para diámetro de bulbo planta en (cm)</i>	83
<i>Figura 12. Combinación para peso de bulbo en (gr)</i>	90
<i>Figura 13. Variedad de cebolla peso gr. de bulbo planta</i>	92
<i>Figura 14. Peso de bulbo en gr para estiércol descompuesto con EM</i>	94
<i>Figura 15. Combinación para peso en kg/8m²</i>	101
<i>Figura 16. Rendimiento de variedades de cebolla en kg/8m²</i>	103
<i>Figura 17. Peso de cebolla en kg/8m²</i>	105
<i>Figura 18. Combinación para peso en t/ha</i>	113
<i>Figura 19. Rendimiento en t/ha entre las variedades</i>	115
<i>Figura 20. Estiércoles compostados con microorganismos</i>	116

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

1. **EM** : Microorganismos eficientes
2. **EV** : Estiércol de vacuno
3. **EO** : Estiércol de ovino
4. **EC** : Estiércol de vacuno
5. **ALS** : Amplitud límite de significancia
6. **GL** : Grado de libertad
7. **SC** : Sumatoria cuadrado
8. **CM** : Cuadrado medio
9. **FC** : F calculada
10. **FT** : F tabulada
11. **CV** : Coeficiente de variabilidad
12. **ppm** : Partes por millón
13. **UE** : Unidad experimental
14. **MSNM** : Metros sobre el nivel del mar
15. **MO** : Materia orgánica
16. **CRU** : Coeficiente de rendimiento útil
17. **DBCA** : Diseño de bloques completos al azar

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo evaluar el comportamiento agronómico y el rendimiento de dos variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) mediante la aplicación de estiércoles de ovino (EO), estiércoles de vacuno (EV) y estiércoles de cuy (EC) compostados con microorganismos eficientes (EM), en condiciones del anexo Huayllapata, distrito de Santo Tomás, provincia Chumbivilcas, región Cusco.

Se empleó un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 14 tratamientos y 4 repeticiones. El Análisis de Varianza (ANVA) mostró que los factores Tratamiento, Variedad y estiércol con EM tuvieron un efecto altamente significativo ($p < 0.01$) sobre el rendimiento y el peso del bulbo.

El mayor rendimiento productivo fue de 17.79 t/ha, obtenido con el tratamiento Var. Roja*EC al 100% d.c. con EM, el cual fue estadísticamente superior al resto. Asimismo, el mejor peso de bulbo individual fue de 204.66 gr/bulbo (Var. Roja*EC al 100% d.c. con EM) y el tratamiento Var. Cristal White Wax*EV al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM obtuvo los resultados 12.74 t/ha y cuanto al peso de bulbo fue de 172.88 gr/bulbo (Var. Cristal White Wax*EO al 100% c. con EM). Los tratamientos con estiércoles compostados con EM fueron superiores al testigo (6.20 t/ha), lo que demuestra que este tipo de compost es una estrategia efectiva y rentable para incrementar la productividad de la cebolla. La Variedad Roja demostró un mayor potencial de rendimiento en las condiciones de Chumbivilcas.

Palabras Clave: Cebolla, Microorganismos eficientes, Estiércoles compostados, Rendimiento, Variedades de cebolla.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the agronomic performance and yield of two onion varieties (*Allium cepa* L.) through the application of sheep manure (SW), cattle manure (CW), and guinea pig manure (GM) composted with efficient microorganisms (EM), under the conditions of the Huayllapata annex, Santo Tomás district, Chumbivilcas province, Cusco region.

A Randomized Complete Block Design (RCBD) with 14 treatments and 4 replications was used. The Analysis of Variance (ANOVA) showed that the factors Treatment, Variety, and manure with EM had a highly significant effect ($p < 0.01$) on yield and bulb weight.

The highest yield was 17.79 t/ha, obtained with the Red variety*GM treatment at 100% composting with EM, which was statistically superior to the others. Furthermore, the best individual bulb weight was 204.66 g/bulb (Red variety*EC at 100% concentration with EM), and the treatment White Crystal Wax variety*EV at 50% concentration with EM + EC at 50% concentration with EM yielded 12.74 t/ha, with a bulb weight of 172.88 g/bulb (White Crystal Wax variety*EO at 100% concentration with EM). The treatments with composted manure containing EM were superior to the control (6.20 t/ha), demonstrating that composted manure with EM is an effective and cost-efficient strategy for increasing onion productivity. The Red variety showed greater yield potential under the conditions of Chumbivilcas.

Keywords: Onion, Efficient microorganisms, Composted manure, Yield, Onion varieties.

INTRODUCCIÓN

La cebolla (*Allium cepa* L.) es uno de los cultivos hortícolas de mayor importancia en las zonas altoandinas del Perú debido a su amplia demanda en el mercado y a su contribución en la alimentación humana. Su producción constituye una actividad económica relevante para los agricultores familiares, quienes buscan incrementar el rendimiento y la calidad del cultivo mediante alternativas sostenibles de manejo. En este contexto, el uso de abonos orgánicos representa una estrategia viable para mejorar las propiedades del suelo y favorecer el desarrollo de las plantas, contribuyendo a una agricultura más sostenible y rentable (Cuno Espetia, 2023).

El aumento en la crianza de cuyes, ganado vacuno y ovino en las zonas altoandinas genera una gran cantidad de estiércol, un recurso potencialmente valioso, pero no muy usado en la agricultura. Esta investigación busca aprovechar dicho recurso mediante su compostaje con microorganismos eficientes (EM), lo que podría mejorar tanto la fertilidad del suelo como el rendimiento de las cebollas.

La metodología de este estudio se basa en un diseño experimental que compara dos variedades de cebolla sometidas a diferentes tratamientos de fertilización orgánica. Los parámetros a evaluar incluyen el crecimiento, el desarrollo y el rendimiento del cultivo. Este enfoque está alineado con los principios de la agricultura orgánica y el manejo sostenible de cultivos, utilizando recursos locales para mejorar la productividad (Morocho y Leiva-Mora, 2019).

Los resultados de esta investigación proporcionarán información relevante sobre la eficacia del uso de estiércoles compostados con EM, contribuyendo al desarrollo de prácticas agrícolas más sostenibles y a la mejora de la rentabilidad para los agricultores locales. Asimismo, se espera que este estudio ofrezca una alternativa viable para el manejo de residuos ganaderos, promoviendo así una economía circular en la agricultura andina y mejorando la rentabilidad para los agricultores locales.

I. PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO

1.1. Identificación del problema objeto de investigación

La cebolla (*Allium cepa* L.) constituye una de las hortalizas de mayor importancia económica y alimentaria a nivel mundial debido a su alta demanda para consumo fresco e industrial. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la producción agrícola mundial continúa incrementándose gracias a mejoras en el rendimiento y al uso de tecnologías sostenibles, destacándose las hortalizas como cultivos estratégicos para la seguridad alimentaria (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2025).

En el Perú, la cebolla representa uno de los principales cultivos hortícolas de exportación, alcanzándose durante el año 2024 exportaciones superiores a 312 mil toneladas, con un incremento de 21 % respecto al año anterior, lo que evidencia su creciente importancia económica en el mercado nacional e internacional (Agraria., s. f.).

Asimismo, la producción nacional se concentra principalmente en la región Arequipa, la cual aporta aproximadamente el 76 % de la producción nacional de cebolla, consolidándose como la principal zona productora del país (Revista Lombriz., 2024).

Sin embargo, a pesar de la importancia productiva del cultivo, en muchas zonas altoandinas persisten limitaciones relacionadas con la baja fertilidad de los suelos, el uso excesivo de fertilizantes químicos, la disminución de materia orgánica y la escasa incorporación de tecnologías sostenibles para el manejo nutricional del cultivo. Estas condiciones generan reducciones en el crecimiento vegetativo, desarrollo del bulbo y rendimiento final de la cebolla, afectando la rentabilidad de los productores. En localidades rurales como Huayllapata, distrito de Santo Tomás, los agricultores emplean principalmente prácticas tradicionales de fertilización, muchas veces sin criterios técnicos que permitan optimizar la productividad ni conservar la calidad del suelo a largo plazo.

Diversas investigaciones recientes han demostrado que los estiércoles compostados enriquecidos con microorganismos eficientes mejoran la disponibilidad de nutrientes, la actividad microbiológica del suelo y el desarrollo agronómico de los cultivos hortícolas.

(Mamani Lima, 2023) reportó rendimientos de hasta 16,55 t/ha utilizando humus enriquecido con microorganismos eficientes en cebolla roja, mientras que (Gutiérrez Sánchez, 2017) obtuvo rendimientos superiores a 60 t/ha mediante la aplicación de estiércol tratado con microorganismos eficientes. No obstante, existe escasa información científica sobre el comportamiento agronómico de variedades de cebolla bajo la aplicación de estiércoles compostados con microorganismos eficientes en condiciones altoandinas de Chumbivilcas, particularmente en Huayllapata.

En consecuencia, el problema de investigación radica en el limitado conocimiento sobre la respuesta agronómica de diferentes variedades de cebolla frente al uso de estiércoles compostados enriquecidos con microorganismos eficientes, situación que dificulta la identificación de alternativas sostenibles para incrementar el rendimiento y mejorar la fertilidad del suelo. Frente a esta problemática surge la necesidad de evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades de cebolla aplicando estiércoles compostados con microorganismos eficientes, con la finalidad de generar información técnica que contribuya al desarrollo de sistemas de producción más sostenibles y eficientes en las condiciones agroecológicas de Huayllapata – Santo Tomás.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

¿De qué manera la aplicación de estiércoles compostados con microorganismos eficientes influye en el comportamiento agronómico de dos variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) en condiciones agroecológicas de Huayllapata – Santo Tomás?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuál es el efecto de los estiércoles compostados con microorganismos eficientes sobre las características de crecimiento y desarrollo agronómico (altura de planta, número de hojas, diámetro del pseudotallo y diámetro de bulbo) de dos variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) en condiciones de Huayllapata – Santo Tomás?
2. ¿Cuál de las dos variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) presenta el mayor rendimiento y mejor comportamiento agronómico al ser fertilizada con estiércoles compostados enriquecidos con microorganismos eficientes en condiciones de Huayllapata – Santo Tomás?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivos

2.1.1. *Objetivo General*

Evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) mediante la aplicación de estiércoles compostados con microorganismos eficientes en condiciones de Huayllapata – Santo Tomás.

2.1.2. *Objetivos específicos*

1. Determinar el efecto de los estiércoles compostados con microorganismos eficientes sobre las características de crecimiento y desarrollo agronómico de dos variedades de cebolla (*Allium cepa* L.), mediante la evaluación de la altura de planta, número de hojas, diámetro del pseudotallo y diámetro del bulbo en condiciones de Huayllapata – Santo Tomás.
2. Comparar el rendimiento y comportamiento agronómico de dos variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) fertilizadas con estiércoles compostados enriquecidos con microorganismos eficientes, a fin de identificar la variedad con mejor respuesta productiva en condiciones de Huayllapata – Santo Tomás.

2.2. Justificación

La presente investigación sobre el comportamiento agronómico de dos variedades de cebolla en el anexo Huayllapata, distrito Santo Tomás, provincia Chumbivilcas, región Cusco, con el uso de estiércol compostado con microorganismos eficientes, es crucial para enfrentar varios retos en la agricultura local. La cebolla es un cultivo fundamental tanto económicamente como nutricionalmente en la región, pero su producción se ve afectada por prácticas agrícolas deficientes y un manejo inadecuado de los recursos disponibles.

Este estudio propone una solución innovadora al aprovechar el estiércol animal local y convertirlo en un recurso valioso a través del compostaje con microorganismos eficientes. Este enfoque no solo mejora la fertilidad del suelo y aumenta la productividad del cultivo, sino que también fomenta la sostenibilidad ambiental al disminuir la necesidad de fertilizantes químicos.

Además, la investigación tiene como objetivo desarrollar tecnologías adaptadas a las condiciones específicas de Huayllapata, lo que podría resultar en prácticas agrícolas más eficaces y adecuadas para la región. Los resultados esperados podrían elevar los ingresos y la calidad de vida de los agricultores locales, fortalecer la seguridad alimentaria regional y servir como un modelo replicable para otras áreas altoandinas.

III. HIPOTESIS

3.1. Hipótesis General

La aplicación de estiércoles de ovinos, bovinos y cuyes compostados con microorganismos eficientes influye significativamente en el comportamiento agronómico y rendimiento de dos variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) en las condiciones del anexo Huayllapata del distrito de Santo Tomás, provincia de Chumbivilcas, región Cusco.

3.2. Hipótesis Específicas

H₀: El rendimiento de dos variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) no presenta diferencias significativas en respuesta a la aplicación de diferentes dosis y combinaciones de estiércoles compostados de ovinos, bovinos y cuyes con microorganismos eficientes en el anexo de Huayllapata.

H_a: El rendimiento de dos variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) presenta diferencias significativas en respuesta a la aplicación de diferentes dosis y combinaciones de estiércoles compostados de ovinos, bovinos y cuyes con microorganismos eficientes en el anexo de Huayllapata.

H₀: El rendimiento productivo de dos variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) no presenta diferencias significativas en respuesta a la aplicación de diferentes dosis y combinaciones de estiércoles compostados de ovino, bovino y cuy con microorganismos eficientes en el anexo de Huayllapata.

H_a: El rendimiento productivo de dos variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) presenta diferencias significativas en respuesta a la aplicación de diferentes dosis y combinaciones de estiércoles compostados de ovino, bovino y cuy con microorganismos eficientes en el anexo de Huayllapata.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes a la investigación

- **Antecedentes internacionales**

(Showler, 2022) En el desarrolló una investigación titulada Effects of compost on onion quality, yield, and thrips infestation, cuyo objetivo fue evaluar el efecto del compost sobre la calidad, rendimiento y sanidad del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.). La metodología correspondió a un diseño experimental de campo durante dos campañas agrícolas consecutivas en Texas, Estados Unidos, utilizando parcelas tratadas con fertilización convencional, compost y fertilización combinada. Los datos fueron recolectados mediante mediciones de crecimiento vegetativo, rendimiento de bulbos y análisis nutricionales. Los resultados demostraron que la aplicación de compost incrementó significativamente la disponibilidad de fósforo, potasio y zinc en el suelo, además de mejorar el peso y tamaño de los bulbos. El autor concluyó que el compost constituye una alternativa sostenible para mejorar la productividad y calidad de la cebolla. Este antecedente aporta a la presente tesis porque demuestra la influencia positiva de los abonos orgánicos compostados sobre variables agronómicas similares a las evaluadas en el estudio.

(Abdalla *et al.*, 2021) realizaron una investigación orientada a determinar la eficacia de microorganismos fúngicos benéficos en el crecimiento y desarrollo fisiológico de plantas de cebolla cultivadas en suelos enriquecidos con residuos orgánicos de pescado. El estudio utilizó un diseño experimental completamente al azar con diferentes tratamientos de microorganismos micorrícicos y *Trichoderma* spp. Los investigadores evaluaron parámetros morfológicos, fisiológicos y de fertilidad del suelo mediante análisis de laboratorio y mediciones de campo. Los resultados evidenciaron incrementos significativos en altura de planta, biomasa, contenido de clorofila y absorción de nutrientes respecto al tratamiento control. Los autores concluyeron que los microorganismos benéficos mejoran la eficiencia de los fertilizantes orgánicos y favorecen el desarrollo de la cebolla. Este trabajo respalda el

uso de microorganismos eficientes en la presente investigación debido a su influencia positiva sobre el comportamiento agronómico del cultivo.

(El-sherbeny *et al.*, 2022) tuvieron como objetivo evaluar la bioeficacia de hongos micorrícicos arbusculares y la fertilización fosfatada sobre el rendimiento de cebolla en condiciones de suelo arenoso. La investigación empleó un diseño experimental factorial con diferentes dosis de fósforo y tratamientos microbiológicos. Se registraron variables de crecimiento, absorción de nutrientes y producción de bulbos mediante evaluaciones periódicas de campo. Los resultados indicaron incrementos superiores al 20 % en rendimiento y una mayor eficiencia en la utilización del fósforo cuando se aplicaron microorganismos benéficos. Los autores concluyeron que la integración de microorganismos y fertilización mejora significativamente la productividad del cultivo. Este antecedente constituye una base científica para la incorporación de microorganismos eficientes en sistemas de producción sostenible de cebolla.

(Preethi *et al.*, 2022) estudiaron el efecto de diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica sobre el rendimiento de la cebolla variedad Nashik Red. Los resultados mostraron que la combinación de abonos orgánicos con fertilización química produjo el mayor rendimiento, alcanzando aproximadamente 29,8 t ha⁻¹, mientras que los tratamientos con menor aporte nutricional registraron rendimientos cercanos a 18,5 t ha⁻¹. Además, se observó un incremento significativo en el diámetro y peso de los bulbos, mejorando la calidad comercial del producto. Los autores concluyeron que la incorporación de abonos orgánicos favorece la productividad y sostenibilidad del cultivo de cebolla, información que sustenta la evaluación de estiércoles compostados en la presente investigación.

(Quezada, 2011) realizó una investigación denominada “*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*”,

con el objetivo de determinar la influencia de diferentes dosis de estiércol de ovino sobre el comportamiento agronómico y rendimiento de las variedades de cebolla Navideña y Perilla. El estudio se desarrolló bajo un diseño de bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas, evaluando tres niveles de materia orgánica (0, 10 y 20 t/ha) y dos variedades. Los resultados evidenciaron que el incremento de materia orgánica mejoró significativamente el diámetro del bulbo y el rendimiento, alcanzándose los mejores valores con 20 t/ha de estiércol de ovino (4,65 cm de diámetro de bulbo y 12,62 t/ha de rendimiento). Asimismo, la variedad Navideña mostró un desempeño superior respecto a la variedad Perilla en variables fenológicas, agronómicas y productivas, logrando un rendimiento de 12,67 t/ha frente a 5,20 t/ha. El autor concluyó que la combinación de 20 t/ha de estiércol de ovino y la variedad Navideña constituye la mejor alternativa para la producción de cebolla en condiciones de altiplano, destacando la importancia de la fertilización orgánica y la adecuada selección varietal para incrementar la productividad del cultivo.

- **Antecedentes nacionales**

(Mamani Lima, 2023) desarrolló la investigación titulada *“Influencia de abonos orgánicos enriquecidos con microorganismos eficaces en el rendimiento de cebolla roja (*Allium cepa* L.) var. *Ilabaya*”*, con el objetivo de determinar el efecto de diferentes abonos orgánicos enriquecidos con microorganismos eficientes (EM) sobre el rendimiento del cultivo. El estudio se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, evaluándose cinco tratamientos: testigo, gallinaza, estiércol bovino, compost y humus, todos complementados con microorganismos eficientes. Se analizaron variables de crecimiento, desarrollo y rendimiento, tales como altura de planta, número de hojas, diámetro de pseudotallo, diámetro y peso de bulbo, así como rendimiento total. Los resultados demostraron que los tratamientos con humus (16,55 t/ha), compost (15,86 t/ha) y gallinaza (15,78 t/ha) obtuvieron los mayores rendimientos, superando significativamente al

testigo (9,32 t/ha) y al estiércol bovino (10,71 t/ha). El autor concluyó que la aplicación de abonos orgánicos enriquecidos con microorganismos eficientes mejora significativamente el crecimiento y la productividad de la cebolla roja, constituyendo una alternativa sostenible para incrementar el rendimiento del cultivo y optimizar el manejo de la fertilidad del suelo.

(Gutiérrez Sánchez, 2017) realizó la investigación titulada *“Estiércol de cuy tratado con microorganismos y guano de islas en el rendimiento de cebolla (Allium cepa L.) en Lagunilla, 2445 msnm, Ayacucho”*, con el objetivo de evaluar la influencia de diferentes niveles de estiércol de cuy tratado con microorganismos eficientes y guano de isla sobre el rendimiento de la cebolla roja Arequipeña. El estudio se desarrolló mediante un diseño experimental con trece tratamientos y tres repeticiones, evaluándose variables de crecimiento, características del bulbo, rendimiento y rentabilidad económica. Los resultados mostraron que el tratamiento T-04, conformado por 8 t/ha de estiércol de cuy tratado con microorganismos eficientes y 2 t/ha de guano de isla, obtuvo los mejores resultados agronómicos, alcanzando un peso de bulbo de 372,48 g, diámetro de 81,8 mm, altura de planta de 84,87 cm y un rendimiento total de 60,21 t/ha, superando significativamente a los demás tratamientos. Sin embargo, el tratamiento con solo 2 t/ha de guano de isla presentó la mayor utilidad económica, mientras que el testigo alcanzó la mayor rentabilidad porcentual debido a sus menores costos de producción. El autor concluyó que la aplicación de estiércol de cuy enriquecido con microorganismos eficientes mejora notablemente el crecimiento y rendimiento de la cebolla, aunque la rentabilidad depende del equilibrio entre los costos de fertilización y los incrementos de producción obtenidos.

- **Antecedentes regionales**

(Álvarez-Arias et al., 2022) evaluarón diferentes biofertilizantes en la fase vegetativa y rendimiento de cebolla roja arequipeña en Apurímac. Utilizaron un diseño de Bloques Completamente al Azar considerando humus de lombriz, bovinasa y cuyasa. Las variables analizadas fueron altura de planta, número de hojas, diámetro de bulbo y rendimiento. Los

resultados mostraron que el humus de lombriz produjo la mayor altura de planta y un rendimiento de 9,8 t ha⁻¹. Concluyeron que los biofertilizantes orgánicos favorecen el desarrollo vegetativo del cultivo. Este estudio aporta referencias metodológicas para la evaluación de variables agronómicas en cebolla.

(Yabar Hermitaño, 2023) evaluó fuentes orgánicas procesadas con microorganismos eficaces en cebolla china (*Allium fistulosum* L.) bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos con vacaza, gallinaza y compost enriquecidos con 10 % de EM alcanzaron alturas de planta de 49,4; 48,8 y 48,0 cm, respectivamente, superando al testigo. La autora concluyó que los microorganismos eficientes mejoran el crecimiento vegetal y la disponibilidad de nutrientes. Este trabajo sustenta el uso de EM asociados a fertilización orgánica en cultivos del género *Allium*.

4.2. Bases teóricas

4.2.1. Origen y Distribución

La cebolla (*Allium cepa* L.), es una hortaliza de gran relevancia a nivel global, considerada uno de los cultivos más antiguos y extensamente cultivados en distintas regiones del mundo (Mahmood *et al.*, 2021) Así mismo, Vavilov (1926) menciona que cebolla tuvo como centro de origen primario en Asia Central, el Cercano Oriente y la zona mediterránea como centros secundarios, posiblemente las regiones que abarcan las áreas de Irán, Afganistán, Pakistán y el oeste de India.

Por otro lado, (Lawande, 2012) señala que la cebolla ha sido cultivada durante más de 4 000 años; existen registros de su presencia en tumbas egipcias de alrededor de 2700 a. C., desde donde posteriormente se difundió hacia Grecia, Roma y, más tarde, hacia América mediante la expansión europea. En la actualidad (Sansan *et al.*, 2024) indican que la cebolla (*Allium cepa* L.) es uno de los cultivos hortícolas más importantes y ampliamente distribuidos en el mundo debido a su valor alimentario, económico y su capacidad de

adaptación a diversos ambientes de producción.

4.2.2. Taxonomía

De acuerdo a (Friesen *et al.*, 2006), el género *Allium*, que incluye la cebolla, ha experimentado cambios significativos en su clasificación taxonómica a lo largo del tiempo. Inicialmente, se incluía en la familia Liliaceae, debido a las características de sus hojas y flores. Posteriormente fue reclasificado en la familia Amarilidaceae debido a similitudes en su estructura de su inflorescencia y recientemente se ubica en el género *Allium* en la familia Aliaceae, basándose en la combinación de datos morfológicos y moleculares.

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta (Angiospermae)

Clase: Liliopsida (Monocotyledoneae)

Orden: Asparagales

Familia: Amaryllidaceae

Subfamilia: Allioideae

Género: *Allium*

Especie: *Allium cepa* L.

Nombre científico: *Allium cepa* L.

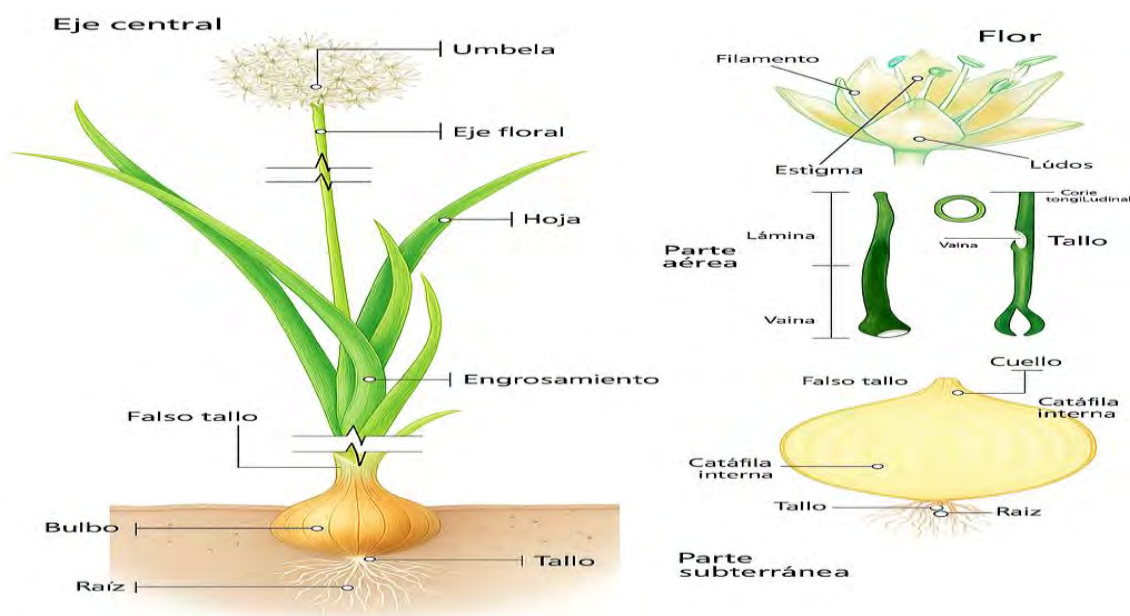
Nombre común: Cebolla

Fuente: Cronquist (1997).

4.2.3. Morfología (Características botánicas)

(Medina, 2008) señalan que la cebolla posee un sistema radical superficial, hojas cilíndricas y huecas, y un bulbo formado por el engrosamiento de las vainas foliares que actúa como órgano de reserva. señala que la cebolla, *Allium cepa* L. es una hortaliza monocotiledónea con un ciclo de vida bianual para la producción de bulbos.

Figura 1. Características morfológicas de la cebolla (*Allium cepa* L.)



Nota: (Fundación Valles, 2011)

A continuación, se presenta la descripción morfológica de la cebolla, detallando sus características principales.

a. Sistema radicular

La cebolla posee un sistema radicular superficial y poco denso, lo que limita la absorción de agua y nutrientes y reduce su capacidad competitiva frente a las malezas (Geisseler *et al.*, 2022).

Por otro lado, (Kato, 1963) señala que el desarrollo de las raíces de la cebolla está estrechamente relacionado con la formación del bulbo, observándose una reducción en la producción y actividad radical conforme avanza el proceso de bulbificación.

(Rashid *et al.*, 2019) describen que el bulbo de cebolla está constituido por bases foliares carnosas y modificadas que se desarrollan alrededor de un tallo comprimido, formando una estructura de almacenamiento característica.

(Palacios, M. A., 2019) describen que el bulbo de la cebolla está compuesto por capas carnosas y presenta un eje caulinar denominado corma, ubicado en la base del bulbo, desde donde se originan las raíces fasciculadas.

b. Tallo

(Amaya Robles, J. E., y Méndez García, 2012) describen que la cebolla presenta un tallo verdadero muy corto y comprimido, denominado disco basal o disco caulinar, ubicado en la base del bulbo. De este órgano emergen las raíces fasciculadas y las hojas, mientras que durante el desarrollo vegetativo el tallo permanece reducido y poco visible.

Por otro lado, (Khokhar, 2019) señala que, cuando la cebolla entra en la fase reproductiva, el meristemo apical se transforma en una estructura floral que se alarga y origina el escapo o tallo floral. Este eje de la inflorescencia se caracteriza por ser cilíndrico y hueco en su madurez, lo que le permite sostener la umbela floral en su extremo superior, facilitar el transporte de agua y nutrientes hacia las flores y proporcionar soporte estructural durante el desarrollo y la producción de semillas.

c. Hojas

Según (Zhu *et al.*, 2017) señalan que las especies del género *Allium*, incluida la cebolla (*Allium cepa* L.), presentan hojas fistulosas o huecas de forma cilíndrica, las cuales se desarrollan a partir de primordios foliares sólidos. Estas hojas constituyen una característica morfológica distintiva de la especie y su estructura tubular está asociada con procesos de desarrollo y diferenciación celular que determinan la formación de la cavidad interna característica de las hojas de cebolla.

(Karagiannis *et al.*, 1995) señalan que el crecimiento de las hojas de cebolla se sustenta en una región basal fisiológicamente activa, donde ocurre una intensa actividad celular responsable de la formación y expansión de los tejidos foliares. Debido a este patrón

de crecimiento basal, los tejidos más jóvenes se localizan cerca de la base de la hoja, mientras que los tejidos de mayor edad se encuentran progresivamente hacia el ápice, estableciendo un gradiente de desarrollo característico en *Allium cepa*.

d. Inflorescencia y flores

De acuerdo con (Pushpalatha *et al.*, 2023), la cebolla (*Allium cepa* L.) desarrolla una inflorescencia terminal de tipo umbela compuesta por un elevado número de flores hermafroditas. La apertura floral ocurre de forma progresiva y asincrónica durante varias semanas, permitiendo una prolongada disponibilidad de flores para los insectos polinizadores y favoreciendo la fecundación cruzada necesaria para la producción de semillas.

(Soto y Cuevas, 2025) señalan que las flores de *Allium cepa* son hermafroditas y presentan protandria, fenómeno en el que la liberación del polen ocurre antes de que el estigma alcance su máxima receptividad. Esta separación temporal entre las funciones masculina y femenina reduce la autofecundación y favorece la polinización cruzada, la cual depende principalmente de insectos visitantes. Asimismo, las flores de las especies del género *Allium* presentan tonalidades que varían entre blanco y lila, características que contribuyen a la atracción de polinizadores y al éxito reproductivo de la especie.

e. Fruto

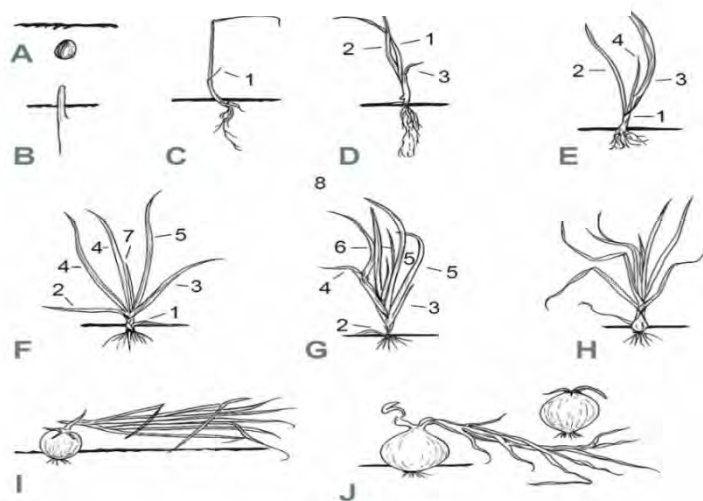
(Matthews y Endress, 2013) describen que el gineceo de *Allium cepa* está constituido por un ovario tricarpelar y trilocular, donde los óvulos se desarrollan en lóculos bien definidos que posteriormente originan una cápsula dehiscente. Asimismo, las semillas maduras del género *Allium* presentan una coloración negra o casi negra, con formas angulosas y superficies externas ornamentadas, características morfológicas que poseen importancia taxonómica y reproductiva dentro del género.

f. Semilla

(Baasanmunkh *et al.*, 2020) indican que las semillas del género *Allium* alcanzan su estado maduro con una coloración negra o casi negra y presentan formas angulosas o aplanadas acompañadas de ornamentaciones superficiales características. Estas modificaciones morfológicas se desarrollan durante el proceso de maduración y deshidratación de la semilla, constituyendo rasgos diagnósticos de importancia taxonómica y fisiológica dentro del género.

4.2.4. Ciclo vegetativo

Figura 2. Etapas de desarrollo de la cebolla



Nota* Descripción de las fases del ciclo vegetativo de la cebolla. A. Semilla. B. Germinación (cotiledón). C. Primera hoja. D. Secado del cotiledón. Hojas 2 y 3. E. Hoja 4. El cuello de la planta comienza a engrosarse, la hoja 1 se seca. F. La hoja 1 cae. La hoja 2 comienza a separarse de la vaina y secarse en la punta. Aparecen hojas 5, 6 y 7. G. Comienzo de la bulbificación. Hojas 2 y 3 se secan. Aparecen hojas 8-13. Máximo peso de la planta. H - J.- Engrosamiento del bulbo (Meier, 2018).

Según (Brewster, 2008), el ciclo de desarrollo de la cebolla (*Allium cepa* L.) se divide en cuatro etapas principales: germinación y emergencia, crecimiento vegetativo, formación y engrosamiento del bulbo, y maduración fisiológica.

- 1. Fase de germinación y emergencia:** Comprende el período desde la siembra hasta la aparición de la plántula sobre la superficie del suelo. Durante esta etapa, la semilla absorbe agua, activa sus procesos metabólicos y desarrolla la radícula, que dará origen al sistema radical. Posteriormente emerge la hoja bandera, permitiendo el inicio de la actividad fotosintética.
- 2. Fase de crecimiento vegetativo:** Se caracteriza por la emisión continua de hojas verdaderas y el desarrollo progresivo de las raíces adventicias. En esta etapa la planta incrementa su área foliar, lo que favorece la captación de luz y la producción de fotoasimilados necesarios para el crecimiento posterior del bulbo. El vigor alcanzado durante esta fase determina en gran medida el potencial productivo del cultivo.
- 3. Fase de formación y engrosamiento del bulbo:** Se inicia cuando las condiciones de fotoperiodo y temperatura inducen la bulbificación. Las bases de las hojas comienzan a expandirse debido a la acumulación de carbohidratos y otras sustancias de reserva. El bulbo incrementa gradualmente su diámetro y peso, constituyendo la etapa de mayor demanda nutricional y de agua del cultivo.
- 4. Fase de maduración fisiológica:** Corresponde al período final del desarrollo del cultivo. Se caracteriza por el cese del crecimiento activo del bulbo, el doblamiento natural del cuello y el secado progresivo de las hojas externas. Durante esta etapa se completa la acumulación de reservas y se forman las túnicas protectoras del bulbo, indicadores utilizados para determinar el momento óptimo de cosecha y almacenamiento.

Los autores señalan que, bajo condiciones adecuadas de manejo y ambiente, estas etapas pueden completarse en aproximadamente 150 a 170 días, aunque la duración varía

según la variedad cultivada, el fotoperiodo, la temperatura y las condiciones edafoclimáticas de cada región.

4.2.5. Fenología del cultivo

Según Feller *et al.*, (1995) el desarrollo fenológico de la cebolla (*Allium cepa* L.) puede describirse mediante la escala BBCH, la cual permite identificar de forma estandarizada las diferentes etapas de crecimiento del cultivo, desde la germinación hasta la cosecha.

1. Germinación (BBCH 00–09)

La germinación constituye el inicio del ciclo biológico de la cebolla y comienza con la absorción de agua por parte de la semilla. Este proceso activa el metabolismo del embrión y favorece la emergencia de la radícula, seguida por la elongación del cotiledón hasta su aparición sobre la superficie del suelo. La duración y éxito de esta etapa dependen principalmente de condiciones adecuadas de humedad, temperatura y aireación del sustrato Feller *et al.*, (1995).

2. Plántula o desarrollo foliar (BBCH 10–19)

Tras la emergencia, la planta entra en la fase de desarrollo foliar, caracterizada por la aparición sucesiva de hojas verdaderas y el fortalecimiento del sistema radicular. Durante esta etapa, la cebolla incrementa progresivamente su capacidad fotosintética, permitiendo una mayor producción de fotoasimilados necesarios para sostener el crecimiento posterior del cultivo Feller *et al.*, (1995).

3. Crecimiento vegetativo

El crecimiento vegetativo corresponde al período de mayor actividad fisiológica de la planta. En esta fase se produce una rápida expansión foliar y un incremento significativo de la biomasa aérea y radicular. La planta aprovecha eficientemente los recursos disponibles para acumular reservas energéticas que serán utilizadas durante la formación y desarrollo del bulbo Feller *et al.*, (1995).

4. Formación de bulbo (BBCH 41–49)

La formación del bulbo se inicia cuando las bases de las hojas comienzan a engrosarse debido a la acumulación de sustancias de reserva. Este proceso representa una transición fundamental en el desarrollo del cultivo y está influenciado principalmente por el fotoperiodo, la temperatura y las características genéticas de cada cultivar. Durante esta etapa, el bulbo aumenta progresivamente su tamaño hasta alcanzar su desarrollo comercial Feller *et al.*, (1995).

5. Madurez o senescencia (BBCH 90–99)

La fase de madurez o senescencia se caracteriza por una reducción gradual de la actividad metabólica de la planta. Las hojas comienzan a perder su color verde, se doblan y posteriormente se secan, indicando que el proceso de acumulación de reservas en el bulbo ha concluido. Estos cambios fisiológicos son indicadores de que la planta ha alcanzado la madurez fisiológica Feller *et al.*, (1995).

6. Cosecha

La cosecha se realiza cuando los bulbos han alcanzado el tamaño y la calidad requeridos para su comercialización. Generalmente, esta labor se efectúa cuando la mayoría de las plantas presenta doblamiento natural del cuello y un elevado porcentaje de follaje seco. Posteriormente, los bulbos son sometidos a un proceso de curado que favorece su conservación y reduce las pérdidas durante el almacenamiento Feller *et al.*, (1995).

4.2.6. Variedades

Según (Havey, 2024), las cebollas se clasifican en tres tipos principales según el fotoperíodo: las variedades de día corto; que se cultivan en latitudes al sur de los 35° y requieren entre 12 y 14 horas de luz para formar bulbos, las de día intermedio; que se adaptan a latitudes entre 32° y 38°, se siembran en otoño y se cosechan en primavera y las variedades de día largo; que se siembran en primavera en latitudes superiores a los 38° y forman bulbos durante el verano, antes de que comiencen las heladas.

a. Principales variedades en el Perú

Según el (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego., 2024), entre las diversas variedades cultivadas, destacan la cebolla roja arequipeña, camaneja y roja americana, siendo su producción mayoritariamente concentrada en el departamento de Arequipa, otra variedad cultivada es la cebolla blanca o amarilla, cultivada en valles de Ica, Lima y La Libertad.

Variedades de cebollas

- **Cebolla Roja Hortus:** Constituye una variedad mejorada mediante selección a partir de la cebolla Arequipeña, mantiene características similares a sus progenitores en términos de rendimiento y presenta un período de desarrollo tardío de días cortos, siendo especialmente apropiada para su cultivo en climas templados de la sierra media (Hortus S. A., 2020).

Tabla 1

Características de la cebolla variedad Roja Hortus.

Aspecto técnico	Especificaciones
Requerimientos climáticos	Temperaturas: 10-25°C
	Alta luminosidad
	Humedad relativa baja
	Temperatura óptima germinación: 11-25°C
Tipo de suelo	Franco-arenoso
	Rico en materia orgánica
	Excelente drenaje
	H: 6.0-8.0
Preparación del terreno	Incorporación de materia orgánica
	Araduras y surcado superficial
	Nivelación adecuada
	Mullimiento apropiado
Época de siembra	Cebollas americanas: todo el año

	Cebolla Roja Arequipeña: abril-agosto
Forma de siembra y Distanciamiento	Almácigo o siembra directa Almácigo: hileras a 8-10 cm, semillas a 0.5 cm profundidad Campo: 15-20 cm entre plantas, 60 cm entre surcos
Densidad poblacional	180,000-220,000 plantas/ha
Cantidad de semilla	Almácigo: 2.0 kg/ha Siembra directa: 4.0 kg/ha
Trasplante	Cuando las plántulas tengan 4-5 hojas
Raleo	En siembra directa, con 4-5 hojas eliminar exceso de plantas
Cultivos y deshierbo	Realizar con cuidado para evitar daños a las plantas
Riego	Frecuentes y ligeros

Fuente: (Geneseeds S.A.C., 2023).

- **Cebolla Cristal White Wax:** Se caracteriza por ser una cebolla de fotoperíodo corto con bulbos achatados de tamaño mediano y coloración blanca. Su ciclo vegetativo es relativamente corto, oscilando entre 180 a 185 días desde la siembra hasta la cosecha (Geneseeds S.A.C., 2023).

Tabla 2

Características de la cebolla variedad Cristal White Wax.

Aspecto técnico	Descripción
Cantidad de semilla	2 g
Temperatura óptima	15 – 23 °C
Distancia de siembra	3 cm
Tiempo de germinación	10 días
Tiempo de cosecha	3 meses
Asociación recomendada	Lechuga, zanahoria y espinaca Modesto en fase de germinación
Riego	Regular durante el desarrollo Suspender antes de la cosecha
Suelo	Tolera bien terrenos frescos y soleados

Fuente: (Geneseeds S.A.C., 2023).

4.2.7. Importancia del cultivo

(Cueto Neyra, T. F., y Casas Díaz, 2017) señalan que la cebolla es un cultivo agrícola significativo en el Perú debido a su uso extensivo en la cocina tradicional y su importancia económica. Según (Griffiths et al., 2002), la cebolla (*Allium cepa* L.) constituye una importante fuente de flavonoides, especialmente quercetina y sus derivados, así como de compuestos organosulfurados responsables de gran parte de sus propiedades antioxidantes, antimicrobianas y beneficiosas para la salud humana.

Tabla 3

Descripción nutricional de la cebolla fresca (por cada 100 gramos).

Nutriente	Cebolla blanca	Cebolla roja
Calorías	24 kcal	22 kcal
Energía	102 KJ	91 kl
Agua	91.2 g	91.1 g
Proteínas	0.9 g	1.4 g
Grasa	0.1 g	0.4 g
Carbohidratos totales	7.4 g	6.9 g
Carbohidratos disponibles	6.0 g	4.4 g
Fibra dietaría	1.4 g	2.5 g

Fuente: (Reyes García *et al.*, 2017).

Económicamente, la cebolla también juega un papel crucial. (Brewster, 2008) señala que se trata de uno de los cultivos hortícolas más importantes del mundo, con una producción que supera los 100 millones de toneladas anuales y que su capacidad de ser utilizada en una gran variedad de platos, junto con su larga durabilidad después de la cosecha, la convierten en un producto de gran valor comercial.

En cuanto al impacto ambiental (Peñaloza-Sánchez *et al.*, 2020) destacan que, cuando el cultivo de cebolla se maneja correctamente, puede ser beneficioso para la conservación del suelo y el uso eficiente del agua. Además, la integración de la cebolla en sistemas de rotación de cultivos puede mejorar la salud del suelo y reducir los problemas de plagas y enfermedades en otros cultivos.

4.2.8. Usos del Cultivo

Según (Zhao *et al.*, 2021) la cebolla (*Allium cepa* L.) es una de las hortalizas más ampliamente consumidas en el mundo, utilizada tanto en preparaciones frescas como procesadas debido a sus características culinarias y funcionales. Además de su importancia gastronómica, constituye una fuente de fibra dietaria, vitaminas y minerales esenciales, entre los que destacan la vitamina C, vitamina B6, potasio y fósforo, así como diversos compuestos bioactivos con propiedades beneficiosas para la salud.

La importancia de la cebolla se extiende a la industria alimentaria, (Brewster, 2008), menciona que se utiliza en la producción de conservas, encurtidos y productos deshidratados. Además, su aceite esencial encuentra aplicaciones en la cosmética y la perfumería. Por otro lado, (Peñaloza-Sánchez *et al.*, 2020b) añade que, desde la perspectiva agrícola, los residuos de cebolla pueden transformarse en abono orgánico o compost.

4.2.9. Requerimientos del Cultivo

b. Requerimientos ambientales

Según (Atif *et al.*, 2020) el desarrollo de la cebolla (*Allium cepa* L.) está fuertemente influenciado por factores ambientales, especialmente la temperatura y el fotoperiodo, los cuales regulan procesos fisiológicos esenciales como el crecimiento vegetativo, la formación y el engrosamiento del bulbo. En consecuencia, las necesidades térmicas del cultivo varían a lo largo de su ciclo fenológico, por lo que la adecuada adaptación de las condiciones ambientales resulta fundamental para optimizar el crecimiento, el rendimiento y la calidad de la producción.

Según (Brewster, 2008a), la temperatura es uno de los factores ambientales que más influye en el desarrollo de la cebolla (*Allium cepa* L.), afectando procesos como la germinación, el crecimiento vegetativo y la formación del bulbo. Durante la germinación, las semillas presentan un mejor desempeño bajo temperaturas moderadas, mientras que temperaturas extremas pueden reducir la velocidad y el porcentaje de emergencia. Asimismo, el crecimiento radicular y foliar se favorece bajo condiciones térmicas adecuadas, que permiten una mayor absorción de agua y nutrientes y un óptimo desarrollo del área fotosintética. Por otra parte, la temperatura interactúa con el fotoperiodo durante la bulbificación, regulando la transición del crecimiento vegetativo hacia la formación y engrosamiento del bulbo, lo que repercute directamente en el rendimiento y la calidad del cultivo.

c. Horas luz y fotoperiodo

Por otro lado, (Atif *et al.*, 2020) señalan que la formación y el desarrollo del bulbo en la cebolla están regulados principalmente por la interacción entre el fotoperiodo y la temperatura. Las variedades de día corto inician la bulbificación cuando la duración del día alcanza aproximadamente entre 10 y 12 horas de luz, mientras que las variedades de día largo requieren fotoperiodos superiores a 14 horas para inducir la formación del bulbo. Estas diferencias responden a mecanismos fisiológicos y genéticos que determinan la adaptación de cada cultivar a distintas condiciones ambientales.

d. Suelo

Según (Khokhar, 2019a), la cebolla (*Allium cepa* L.) se desarrolla mejor en suelos profundos, fértiles, bien drenados y con adecuada aireación, condiciones que favorecen el crecimiento radicular y la formación uniforme de los bulbos. Asimismo, los suelos francos a franco-arenosos son los más adecuados debido a que facilitan la expansión del bulbo y reducen la incidencia de deformaciones y enfermedades asociadas al exceso de humedad. El autor también señala que la cebolla presenta un mejor crecimiento en suelos con un pH comprendido entre 6,0 y 7,0, rango en el que la disponibilidad de nutrientes es óptima para el cultivo.

e. Riego

El manejo del riego influye significativamente en la calidad y el rendimiento de la cebolla (*Allium cepa* L.). El déficit hídrico puede modificar la composición química del bulbo, incrementando la concentración de compuestos azufrados responsables del sabor y la pungencia característicos de la cebolla. Asimismo, el suministro adecuado de agua resulta esencial para mantener el crecimiento vegetativo, la formación del bulbo y la productividad del cultivo. Debido a su sistema radicular superficial y relativamente poco desarrollado, la cebolla presenta una elevada sensibilidad al estrés hídrico, por lo que requiere una disponibilidad constante de humedad en la zona radicular para alcanzar rendimientos

óptimos (Abdelkhalik *et al.*, 2019); (Peñaloza-Sánchez *et al.*, 2020b).

f. Fertilización

Según el (Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria, 2019) recomienda la aplicación de abonos orgánicos al menos una semana antes del trasplante, ya sea al voleo o en surcos abiertos en los tablones levantados o en las futuras hileras del cultivo; esto optimiza los beneficios nutricionales y aumenta la eficacia del fertilizante.

(Gererufael *et al.*, 2020) señalaron que la aplicación de estiércol orgánico mejora significativamente el crecimiento y la productividad de la cebolla (*Allium cepa* L.), al incrementar variables agronómicas como la altura de planta, el número de hojas, el diámetro del bulbo y el rendimiento comercial. Asimismo, los autores destacaron que la incorporación de fuentes orgánicas contribuye al mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo, favoreciendo una mayor disponibilidad de nutrientes y una producción más sostenible. Estos resultados evidencian que la fertilización orgánica constituye una alternativa viable para reducir la dependencia de fertilizantes sintéticos sin comprometer el rendimiento del cultivo.

En este sentido (Amare, 2020) señaló que la nutrición mineral constituye uno de los factores más importantes para el crecimiento, rendimiento y calidad de la cebolla (*Allium cepa* L.), debido a que este cultivo presenta un sistema radicular superficial y poco ramificado, lo que limita su capacidad para explorar el suelo y absorber nutrientes. Por consiguiente, la disponibilidad adecuada de macro y micronutrientes resulta esencial para garantizar una producción eficiente y sostenible.

- **Materia orgánica:** Mejora la estructura del suelo, aumenta la retención de agua y favorece la disponibilidad de nutrientes para las plantas.
- **Nitrógeno (N):** Es esencial para el crecimiento vegetativo, ya que promueve la formación de hojas, la síntesis de clorofila y la acumulación de biomasa (Amare, 2020).

- **Fósforo (P):** Favorece el desarrollo radicular, la transferencia de energía y la formación de bulbos, contribuyendo al crecimiento y rendimiento del cultivo (Amare, 2020).
- **Potasio (K):** Participa en la regulación hídrica, la fotosíntesis y el transporte de carbohidratos, mejorando la calidad, conservación y rendimiento de los bulbos (Amare, 2020).
- **Calcio (Ca):** Interviene en la formación de paredes celulares y mejora la firmeza y calidad de los bulbos durante el almacenamiento.
- **Magnesio (Mg):** Es un componente fundamental de la clorofila y participa en los procesos fotosintéticos y metabólicos de la planta.
- **Azufre (S):** Contribuye a la síntesis de proteínas y compuestos azufrados responsables del aroma y sabor característicos de la cebolla.
- **Oligoelementos:** Micronutrientes como hierro, zinc, manganeso, cobre, boro y molibdeno participan en procesos enzimáticos y fisiológicos indispensables para el crecimiento y desarrollo del cultivo.

4.2.10. Manejo agronómico

g. Preparación del terreno

Según (Enciso *et al.*, 2019); (Medina, 2008), sugieren que la preparación del suelo debe comenzar aproximadamente dos meses antes de la siembra o trasplante. Este proceso incluye una primera arada a una profundidad mínima de 25 cm, con el objetivo de incorporar restos de cultivos anteriores, abonos verdes, materia orgánica (como estiércol vacuno o gallinaza) bien descompuesta, y cal agrícola según los resultados del análisis de suelo.

(Medina, 2008), sugiere que una semana antes de la siembra o trasplante, se debe realizar una segunda arada a una profundidad de 10 a 15 cm; esta segunda arada se complementa con una o dos pasadas de rastra liviana para nivelar y aflojar el suelo.

h. Época de siembra

Según (Medina, 2008) las épocas recomendadas para la siembra de cebolla varían de acuerdo con la temporada del año, y el período óptimo en condiciones normales abarca de otoño a invierno.

(Tesfaye et al., 2018) señalaron que la época de siembra influye significativamente en el crecimiento, rendimiento y calidad de la cebolla (*Allium cepa* L.), debido a la interacción entre las condiciones ambientales y las características del cultivar. En consecuencia, la selección de una fecha de siembra adecuada y de variedades adaptadas a las condiciones locales constituye una práctica esencial para optimizar la producción y obtener bulbos de mejor calidad.

i. Iniciación

(Venialgo Chávez, 2017) indicó que el establecimiento por almácigo y trasplante permite obtener plantas más uniformes y favorece un mejor control del manejo inicial del cultivo.

- **Preparación del almácigo:** se acondiciona un área con suelo fértil, buen drenaje y disponibilidad de agua para producir plántulas uniformes.
- **Siembra de las semillas:** las semillas se colocan en surcos o al voleo y se cubren ligeramente con suelo fino.
- **Germinación y crecimiento de plántulas:** las plantas permanecen en el almácigo hasta alcanzar aproximadamente 10–15 cm de altura y de 3 a 5 hojas verdaderas.
- **Selección y arranque:** se extraen cuidadosamente las plántulas y se seleccionan las más vigorosas y sanas.
- **Trasplante al campo definitivo:** las plántulas se establecen en camas o surcos con el distanciamiento recomendado, donde completan su desarrollo hasta la cosecha.

j. Trasplante

(Cortez Herrera, 2022) describió que el uso de bulbillos acelera el establecimiento del cultivo y favorece una emergencia más uniforme de las plantas.

- **Selección de bulbillos:** se escogen bulbillos sanos, uniformes y libres de daños.
- **Preparación del terreno:** se acondiciona el suelo para favorecer el enraizamiento y la brotación.
- **Plantación de los bulbillos:** los bulbillos se colocan directamente en el campo definitivo a la profundidad y distancia recomendadas.
- **Brotación y establecimiento:** los bulbillos emiten raíces y hojas nuevas, estableciendo rápidamente la planta.
- **Crecimiento y formación del bulbo comercial:** las plantas continúan su desarrollo hasta la maduración del bulbo destinado al consumo o comercialización.

k. Control de malezas

Según el (Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú (SENASA), 2020) El control de malezas se realiza mediante métodos culturales, como la eliminación manual con herramientas, y químicos, usando herbicidas autorizados por SENASA. Es crucial rotar los herbicidas y mantener un registro actualizado de su uso para maximizar la eficacia y reducir el riesgo de resistencia, garantizando así un cultivo de cebolla saludable y un rendimiento óptimo.

l. Plagas y enfermedades

Las principales plagas identificadas por (Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú (SENASA), 2020), incluyen varios insectos que atacan las cebollas, principalmente los gusanos de tierra, como *Agrotis ipsilon*, *Agrotis malefida*, *Agrotis subterranea*, *Agrotis bilitura*, y otras especies como *Feltia spp.*, *Peridroma saucia* y *Copitarsia spp.*, son especialmente dañinos en su etapa larval, estos cortan las plantas jóvenes a nivel del

cuello, causando daños severos.

Otra plaga notable es la mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) que en su periodo larvario excavan en las hojas, creando trayectorias serpenteantes que, en casos graves, pueden llevar a la muerte de las plantas (Lizárraga, 2016). También se encuentran, los trips (*Thrips tabaci*) que se alimentan de la savia de las hojas jóvenes, lo que afecta el desarrollo de los bulbos y reduce el rendimiento del cultivo (Aguilar Carpio *et al.*, 2017).

Entre las enfermedades más importantes del cultivo de cebolla se encuentra la chupadera o damping-off, asociada principalmente a especies de *Pythium* y *Rhizoctonia*, las cuales provocan la pudrición de raíces y cuello de las plántulas, ocasionando marchitez y muerte temprana, especialmente en semilleros y durante las primeras etapas de desarrollo. Asimismo, el mildiu de la cebolla, causado por *Peronospora destructor*, se caracteriza por la aparición de manchas alargadas y cloróticas en las hojas, acompañadas de una esporulación gris violácea bajo condiciones de elevada humedad relativa. La enfermedad puede sobrevivir en bulbos, semillas y restos vegetales infectados, constituyendo importantes fuentes de inóculo para nuevos ciclos epidémicos (van der Heyden *et al.*, 2020).

Entre las enfermedades más importantes del cultivo de cebolla se encuentra la pudrición del cuello, causada por especies del género *Botrytis*, la cual provoca clorosis y necrosis progresiva de las hojas y tejidos del cuello del bulbo, especialmente bajo condiciones de alta humedad. Asimismo, la pudrición basal, asociada principalmente a *Fusarium oxysporum* y otras especies de *Fusarium*, ocasiona la descomposición del sistema radical y del disco basal, reduciendo significativamente el vigor y la productividad del cultivo. Por otra parte, el nemátodo del tallo y los bulbos (*Ditylenchus dipsaci*) produce deformaciones, retraso en el crecimiento, decoloración de tejidos y pudriciones secundarias, generando pérdidas importantes tanto en campo como durante el almacenamiento (Steentjes *et al.*, 2021)

4.3. Fuentes orgánicas de origen animal para la fertilización agrícola

a. Estiércol de Cuy

El estiércol de cuy constituye un residuo orgánico proveniente de la crianza de *Cavia porcellus*, caracterizado por su elevado contenido de materia orgánica y nutrientes esenciales para las plantas, especialmente nitrógeno, fósforo y potasio. Su utilización en procesos de compostaje permite obtener abonos orgánicos de buena calidad, contribuyendo al reciclaje de residuos pecuarios y a la mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Además, este tipo de estiércol es ampliamente utilizado en sistemas agrícolas andinos debido a su disponibilidad y potencial fertilizante (Córdova *et al.*, 2022).

b. Estiércol de vacuno

El estiércol de vacuno es un subproducto de la actividad ganadera compuesto por excretas sólidas y líquidas del ganado bovino, mezcladas frecuentemente con restos de alimento y material de cama. Se considera una importante fuente de materia orgánica y nutrientes para los cultivos, ya que favorece la actividad microbiana del suelo, mejora la estructura edáfica y aumenta la capacidad de retención de agua. Cuando es sometido a procesos de compostaje o fermentación controlada, su valor agronómico se incrementa debido a la estabilización de los nutrientes y la reducción de microorganismos patógenos (Kamilaris *et al.*, 2020).

c. Estiércol de Ovino

El estiércol de ovino es un abono orgánico de origen animal constituido por las excretas sólidas y líquidas producidas por las ovejas, generalmente mezcladas con restos de cama y material vegetal. Se caracteriza por poseer concentraciones relativamente elevadas de nutrientes esenciales, principalmente nitrógeno, fósforo y potasio, además de aportar materia orgánica que mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Su aplicación favorece la fertilidad del suelo y contribuye al incremento de la productividad

agrícola (FAO, 2013).

1.4. Microorganismos Eficientes (EM)

Los microorganismos eficaces (EM, Effective Microorganisms) constituyen un cultivo mixto de microorganismos benéficos, formado principalmente por bacterias ácido-lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetos y hongos fermentadores, que actúan de manera sinérgica para mejorar la actividad biológica del suelo, favorecer el reciclaje de nutrientes y contribuir al equilibrio de los ecosistemas agrícolas. La interacción de estos grupos microbianos promueve procesos regenerativos que mejoran la fertilidad del suelo y el crecimiento de las plantas (Higa, T., y Parr, 1994).

La incorporación de consorcios microbianos benéficos al suelo favorece las interacciones sinérgicas entre diferentes grupos de microorganismos, lo que incrementa la diversidad y la actividad biológica de la rizosfera. Estos microorganismos contribuyen a mejorar la disponibilidad de nutrientes, estimular el crecimiento vegetal y fortalecer la salud del suelo, lo que se traduce en una mayor productividad de los cultivos. Asimismo, la actividad metabólica de estas comunidades microbianas promueve la transformación de la materia orgánica, mejora la estructura del suelo y favorece procesos biológicos esenciales para el desarrollo sostenible de los agroecosistemas (Adesemoye et al., 2009; Vessey, 2003).

1.5. Composición de EM

Según Tanya y Leiva-Mora (2019), los EM se dividen en cinco categorías principales:

- 1. Bacterias ácido-lácticas:** Como *Lactobacillus*, son fundamentales para fermentar alimentos y pueden adaptarse a ambientes ácidos.
- 2. Bacterias fotosintéticas:** Como *Rhodospseudomonas palustris*, utilizan la luz solar y nutrientes de las raíces para producir compuestos que benefician a

las plantas.

3. **Levaduras:** Como *Saccharomyces cerevisiae*, fermentan azúcares y generan sustancias útiles para otras bacterias.
4. **Actinos bacterias:** Como *Streptomyces*, ayudan a descomponer la materia orgánica y a controlar hongos patógenos.
5. **Hongos fermentadores:** como *Aspergillus oryzae*, son clave en la descomposición del carbono y en el control de enfermedades.

En la agricultura, estos microorganismos ayudan a fijar nitrógeno, descomponer residuos, combatir plagas y mejorar la disponibilidad de nutrientes, favoreciendo la salud del suelo y el crecimiento de las plantas (Tanya y Leiva-Mora, 2019).

1.5.1. Beneficios y aplicaciones de EM

Los EM juegan un papel crucial en la agricultura al ofrecer varios beneficios importantes para los cultivos. Tanya y Leiva-Mora (2019), explican que estos microorganismos ayudan en acelerar la germinación de las semillas y fomentan una floración; favoreciendo el crecimiento y desarrollo de los frutos.

Rosabal *et al.* (2021), añaden que los EM incrementan la biomasa de las plantas, lo cual contribuye a una mayor producción y una reproducción más efectiva, resultando en cosechas más abundantes y de mejor calidad. Por otro lado, Luna y Mesa (2016), destacan la optimización de la estructura del suelo, mejorando su capacidad para retener agua y nutrientes.

Díaz *et al.* (2008), mencionan otro beneficio relevante: la reducción del tiempo de maduración de los abonos orgánicos durante el compostaje, lo que hace que el proceso sea más eficiente y mejore la disponibilidad de nutrientes. Finalmente, Arias (2010), subraya que estos microorganismos son clave para combatir fitopatógenos que causan enfermedades en las plantas, mejorando su salud general y resistencia a enfermedades.

V. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo de Investigación

La investigación fue experimental, cuantitativa y aplicada; donde se realizará un muestreo aleatorio estratificado.

5.2. Ubicación temporal del experimento

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el anexo de Huayllapata, perteneciente al distrito de Santo Tomás, provincia de Chumbivilcas del departamento de Cusco.

5.2.1. Ubicación del campo experimental

d. Ubicación Política

Región : Cusco
Provincia : Chumbivilcas
Distrito : Santo Tomás
Comunidad : Mellotora Colca Huayllapata
Anexo : Huayllapata

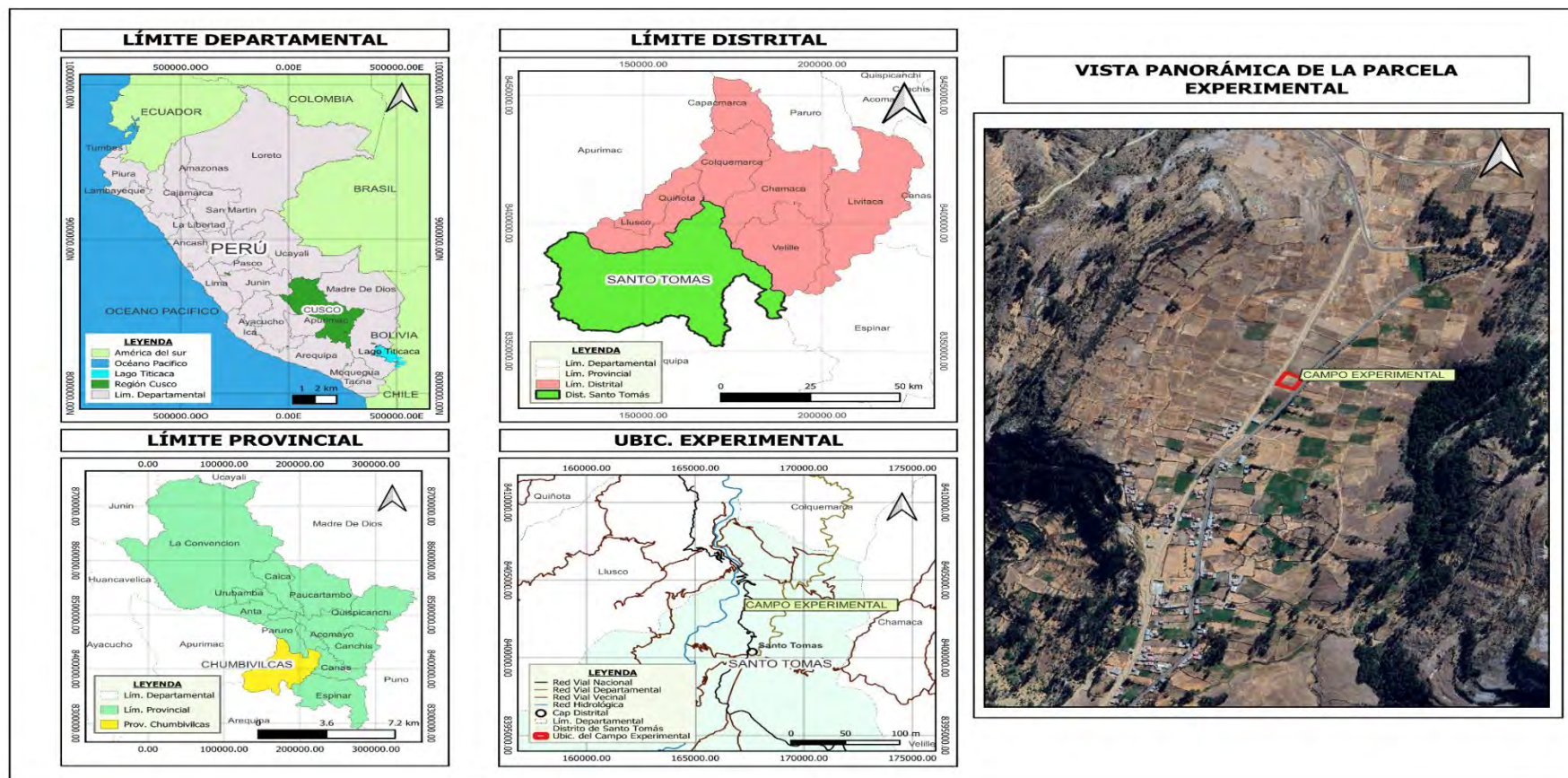
e. Ubicación geográfica

Altitud : 3492 m.s.n.m.
Longitud : 72° 5'7.00"O
Latitud : 14°25'26.00"S

f. Ubicación hidrográfica

Cuenca : Río Apurímac
Subcuenca : Río Santo Tomás
Microcuenca : Río Conde

Figura 3. Ubicación del campo experimental



Fuente: Elaboración propia. QGIS Desktop (2025)

5.3. Historial del área agrícola en Estudio

Tabla 4

Historial del campo experimental.

Campaña	Cultivo
2024 - 2025	Cebolla (<i>Allium cepa</i>)
2023 – 2024	Maíz (<i>Zea mays</i>)
2022 – 2023	Maíz (<i>Zea mays</i>)
2021 – 2022	Papa (<i>Solanum tuberosum</i>)
2020 - 2021	Maíz (<i>Zea mays</i>)

Fuente: Elaboración propia.

5.4. Materiales equipos e insumos

5.4.1. Materiales de trabajo

- Listones
- Letreros
- Costales
- Pico
- Pala
- Wincha (5 m)
- Wincha (50 m)
- Rafia
- Regla milimétrica
- Vernier
- Plástico grueso azul/negro en manga
- Jebes de cámara de llanta
- 1 metro de tubo de dos pulgas
- 02 Valdés de 20 litros

5.4.2. Equipos y materiales de escritorio

- Cámara fotográfica
- Laptop
- Balanza digital
- Libreta de campo
- Papel bond (80 g) A4
- Impresión
- Lapiceros
- Lápiz

5.4.3. Abonos orgánicos

- Estiércol de ovino (EO)
- Estiércol de vacuno (EV)
- Estiércol de cuy (EC)

5.4.4. Insumos

- Variedad cebolla Cristal White Wax
- Variedad cebolla Roja
- EM-COMPOST

5.5. Metodología

5.5.1. Diseño Experimental

Se adoptó un diseño experimental en Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo factorial de 2Ax7B con cuatro bloques, cuatro repeticiones, 14 tratamientos, resultando un total de 56 unidades experimentales.

El modelo aditivo fue el siguiente: Los resultados que se hallaron fueron procesados utilizando el análisis de varianza y la prueba de Tukey, con un índice de fiabilidad del 95% y 99%. Para lograr esto se ha empleado la hoja Excel junto con el software estadístico Infostat. La recolección de datos para las diversas variables evaluadas, se ha empleado fichas y tablas de evaluación.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + B_k + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = respuesta observada (rendimiento de cebolla u otra variable de medida) en el nivel i del factor A, nivel j del factor B, y bloque k .

μ = media general

α_i = efecto del i - ésimo nivel del factor A (variedad de cebolla).

β_j = efecto del j - ésimo nivel del factor B (Tipo de estiércol y %)

$(\alpha\beta)_{ij}$ = interacción entre los factores A y B

ε_{ijk} = error aleatorio, que se asume con distribución normal: $\varepsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$.

Donde:

$i = 1, 2$ (variedades de cebolla: Cristal White Wax y Roja)

$j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ (tipos de estiércol compostado con microorganismos eficientes)

$k = 1, 2, 3, 4$ (número de repeticiones)

g. Factores para el estudio

➤ **Factor A:** Variedades de cebolla

- **A1:** Var. Cristal White Wax
- **A2:** Var. Roja

➤ **Factor B:** Estiércol compostados con microorganismos eficientes (EM).

- **B1:** Estiércol de vacuno al 100% compostados con microorganismos eficientes.

- **B2:** Estiércol de ovino al 100% compostados con microorganismos eficientes.
- **B3:** Estiércol de cuy al 100% compostados con microorganismos eficientes.
- **B4:** Estiércol de vacuno compostados con microorganismos eficientes al 50% + Estiércol de ovino compostados con microorganismos eficientes al 50%.
- **B5:** Estiércol de vacuno compostados con microorganismos eficientes al 50% + Estiércol de cuy compostados con microorganismos eficientes al 50%.
- **B6:** Estiércol de ovino compostados con microorganismos eficientes al 50% + Estiércol de cuy compostados con microorganismos eficientes al 50%.
- **B7:** Testigo (Sin abono)

5.5.2. Tratamientos

Tabla 5

Combinación de descripción de tratamientos.

Tratamiento	Factor A	Factor B	Interacción	Descripción
	Variedades	Dosis de estiércol compostados con EM		
T1	Cristal White Wax	EV _{+EM} al 100%	A1B1	Var. Cristal White Wax * EV _{+EM} al 100%
T2	Cristal White Wax	EO _{+EM} al 100%	A1B2	Var. Cristal White Wax * EO _{+EM} al 100%
T3	Cristal White Wax	EC _{+EM} al 100%	A1B3	Var. Cristal White Wax * EC _{+EM} al 100%
T4	Cristal White Wax	EV _{+EM} al 50% + EO _{+EM} al 50%	A1B4	Var. Cristal White Wax * EV _{+EM} al 50% + EO _{+EM} al 50%
T5	Cristal White Wax	EV _{+EM} al 50% + EC _{+EM} al 50%	A1B5	Var. Cristal White Wax * EV _{+EM} al 50% + EC _{+EM} al 50%
T6	Cristal White Wax	EO _{+EM} al 50% + EC _{+EM} al 50% compostados con EM	A1B6	Var. Cristal White Wax * EO _{+EM} al 50% + EC _{+EM} al 50%
T7	Cristal White Wax	Testigo (Sin abono)	A1B7	Var. Cristal White Wax * Testigo (Sin abono)
T8	Roja	EV _{+EM} al 100%	A2B1	Var. Roja*EV _{+EM} al 100%
T9	Roja	EO _{+EM} al 100%	A2B2	Var. Roja*EO _{+EM} al 100%
T10	Roja	EC _{+EM} al 100%	A2B3	Var. Roja*EC _{+EM} al 100%
T11	Roja	EV _{+EM} al 50% + EO _{+EM} al 50%	A2B4	Var. Roja*EV _{+EM} al 50% + EO _{+EM} al 50%
T12	Roja	EV _{+EM} al 50% + EC _{+EM} al 50%	A2B5	Var. Roja*EV _{+EM} al 50% + EC _{+EM} al 50%
T13	Roja	EO _{+EM} al 50% + EC _{+EM} al 50%	A2B6	Var. Roja*EO _{+EM} al 50% + EC _{+EM} al 50%
T14	Roja	Testigo (Sin abono)	A2B7	Var. Roja*Testigo (Sin abono)

Nota* Descripción de los factores de estudios con los tratamientos. Donde: EV; Estiércol de vacuno, EO; Estiércol de Ovino, EC; estiércol de cuy y EM; Microorganismos eficientes. *Fuente:* Elaboración propia.

5.5.3. Descripción de los tratamientos en estudio

a. **Estiércol de vacuno (EV):** Fue extraído de uno de los establos de la localidad de Santo Tomás, el cual fue sometido a la descomposición con microorganismos eficientes para ser empleados como abonamiento. Después de este procedimiento de descomposición, se efectuó el análisis de fertilidad con el fin de determinar la composición y el contenido de la materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio presentes. Posterior a la descomposición, se ha utilizado para incorporar como abonamiento, estableciéndose dos tratamientos en estudio con variaciones en porcentaje.

- Estiércol de vacuno descompuesto con microorganismos eficientes al 100%
- Estiércol de vacuno descompuesto con microorganismos eficientes al 50%

Tabla 6

Análisis de fertilidad de estiércol de vacuno compostados con microorganismos eficientes(EM).

Clave	Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	pH	Materia orgánica (%)	Nitrógeno total (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	K ₂ O (ppm)
Estiércol de vacuno compostado con EM	16.2	7.1	42.2	1.96	2.44	1.7

Fuente: Análisis realizado en el Centro de investigación en suelos y abonos K'ayra –

UNSAAC.

b. **Estiércol de cuy (EC):** Fue obtenida de los galpones de criaderos de cuyes del sector Colca, distrito Santo Tomás, provincia Chumbivilcas el cual fue almacenado en bolsas mangas y con un porcentaje de humedad y luego se agregó Microorganismo Eficientes (EM) para la descomposición, posterior a la descomposición se ha utilizado para incorporar como abonamiento estableciéndose dos tratamientos en estudio con las variaciones en porcentaje.

- Estiércol de cuy compostados con microorganismo eficientes al 100%
- Estiércol de cuy compostados con microorganismo eficientes al 50%

Tabla 7

Análisis de fertilidad de estiércol de cuy compostados con microorganismos eficientes (EM).

Clave	Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	pH	Materia orgánica (%)	Nitrógeno total (%)	P2O5 (ppm)	K2O (ppm)
Estiércol de Cuy compostado con EM	24.6	6.86	64.4	3.28	0.84	1.22

Fuente: Análisis realizado en el Centro de investigación en suelos y abonos K'ayra – UNSAAC.

c. Estiércol de ovino (EO): Fueron provenientes de los rebaños de Soñaque del distrito de Santo Tomás del mismo modo se ha procedido el almacenamiento en bolsa manga para facilitar su descomposición con Microorganismos Eficientes (EM) para luego imponer dos tratamientos en estudio con las variaciones en porcentaje.

- estiércol de ovino compostado con microorganismos eficientes al 100%
- estiércol de cuy compostado con microorganismos eficientes al 50%

Tabla 8

Análisis de fertilidad de estiércoles de ovino compostados con microorganismos eficientes (EM).

Clave	Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	pH	Materia orgánica (%)	Nitrógeno total (%)	P2O5 (ppm)	K2O (ppm)
Estiércol de Ovino compostados con EM	19.8	7.3	33.9	1.52	0.58	0.74

Fuente: Análisis realizado en la Facultad de Ciencias – Departamento Académico de Química – UNSAAC.

5.6. Características del campo experimental

a. Dimensiones del campo experimental

Largo	: 42.00 m
Ancho	: 21.50 m
Área total	: 903.00 m ²

b. Número y dimensiones de la unidad experimental (U. E.)

Ancho	: 3 m
Largo	: 5 m
Área de cada U. E.	:15 m ²
Distancia entre surcos	: 0.5 m
Numero de surcos por U.E	: 6
Numero de U.E	: 56

c. Número y dimensiones del bloque

Numero de U.E de bloque	: 14
Área de cada bloque	: 210 m ²
Numero de bloques	: 4
Área de todos los bloques	: 840 m ²

d. Número y dimensión de calles

Largo	: 42.00 m
Ancho	: 0.50 m
Área de cada calle	: 21.00 m ²
Área de todas las calles	: 63.00 m ²

e. Densidad de siembra

Distancia entre plantas	: 0.20 m
Distancia entre surcos	: 0.50 m

N° de plantas por U.E : 150

N° de plantas por bloque : 2100

Total, de plantas del experimento : 8400

N° de plantas evaluadas por U. E. : 10

N° de plantas evaluadas por bloque: 140

Figura 4. Croquis de la unidad experimental (Parcela).

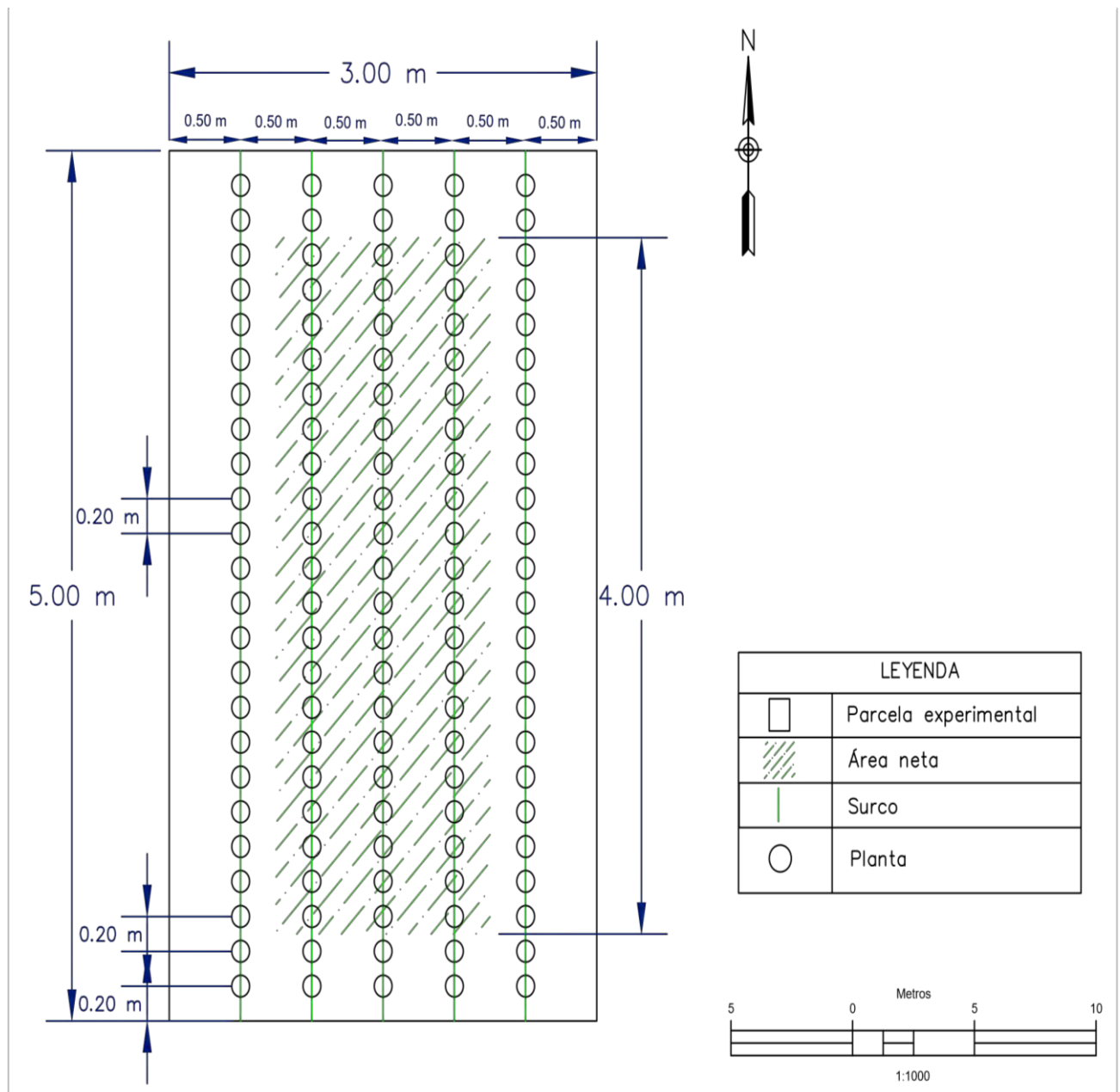
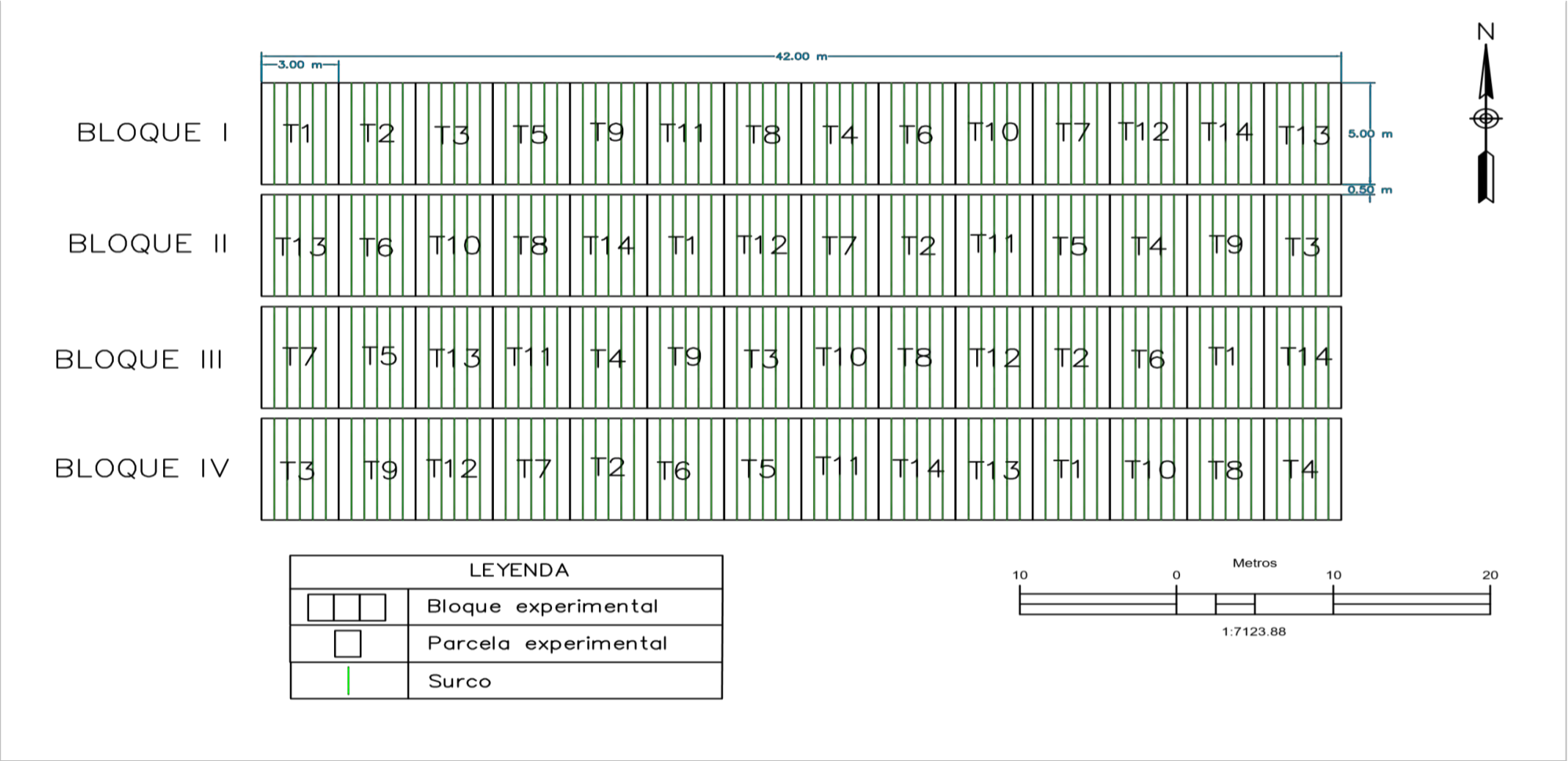


Figura 5.Croquis del campo experimental.



Fuente: Elaboración propia. Civil 3D (2025)

5.7. Muestreo de análisis de suelo

Para determinar la textura y fertilidad del suelo, se realizó el muestreo mediante el método de “muestreo compuesto”, a una profundidad de 0.25 m para ello se recolectó de 10 puntos al azar, una vez recolectado se realizó la mezcla homogénea y se obtuvo 1 kg de muestra para el análisis de laboratorio de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (Tabla 9).

a. Calculó estiércoles compostados con microorganismos eficientes

➤ *Resultados de análisis de suelo*

Tabla 9

Resultados del análisis físico – químico del análisis de suelo.

Elemento	Valor
Nitrógeno total	0.19%
Fosforo disponible P_2O_5	9,60 ppm
Potasio disponible K_2O	155,10 ppm
Materia orgánica	4,20 %
pH	6,75
Otros datos	
Densidad aparente	1,588 g/cc
Profundidad del muestreo	0,25 m
Superficie	10 000 m ²

Fuente: Análisis realizado en el Centro de investigación en suelos y abonos K'ayra – UNSAAC.

El suelo del campo experimental presentó un pH de 6,75, correspondiente a una reacción ligeramente ácida. En cuanto a la fertilidad química, el contenido de nitrógeno total fue de 0,19%, el fósforo disponible de 9,60 ppm y el potasio disponible de 155,10 ppm. El porcentaje de materia orgánica alcanzó 4,20%, mientras que la densidad aparente fue de 1,588 g/cc.

Interpretación del análisis de suelo

- **Paso1.** Calculamos el peso del suelo (P_s)

$$Peso\ del\ suelo\ (P_s) = Da \times Sup \times Prof.M$$

$$P_s = 1588\ kg/m^3 \times 10\ 000\ m^2 \times 0.25\ m$$

$$P_s = 3970.00\ Tn/suelo.$$

Donde:

P_s : Peso de suelo

Da : Densidad aparente

Sup : Superficie

$Prof.M$: Profundidad de muestreo

- **Paso 2.** Cálculo de Nitrógeno (N)

$$100\ kg/suelo..... 0.19\ kg\ N\ total$$

$$3970.00\ kg/suelo..... \times$$

$$\times = 7543\ kg\ N\ total/ha$$

Coeficiente de Mineralización (CM)

$$100\ \%..... 7543\ kg\ N\ total/ha$$

$$1\ \%..... \times$$

$$\times = 75.43\ kg\ N/ha$$

Coeficiente de Rendimiento Útil (CRU) 60%

$$100\ \%..... 75.43\ kg\ N\ total$$

$$60\ \%..... \times$$

$$\times = 45.26\ kg\ N\ asimilable/ha$$

- **Paso 3.** Cálculo de fósforo P_2O_5

1000 000 kg/suelo..... 9.60 kg P_2O_5

3 970 000 kg/suelo..... ×

×= 38.11 kg P_2O_5 asimilable/ha

Coeficiente de Rendimiento Útil (CRU) 20%

100 %.....38.11 kg P_2O_5 /ha

20 %.....×

×= 7.62 kg P_2O_5 asimilable/ha

- **Paso 4.** Cálculo de potasio K_2O :

1 000 000 kg/suelo.....155.10 kg K_2O

3 970 000 kg/suelo×

× = 615.75 kg K_2O /ha

Coeficiente de Rendimiento Útil (CRU) 20%:

100 %615.75 kg K_2O /ha

20 % (CRU)×

×= 123.15 kg K_2O asimilable/ha

Tabla 10

Balance de nutrientes en el cultivo de cebolla.

Nutriente	N	P_2O_5	K_2O
Extracción de cebolla/ha	120	50	160
Nutrientes del suelo	45	8	123
Diferencia	75	42	37

Fuente: Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes (2002).

La Tabla 8, presenta el balance de nutrientes en el cultivo de cebolla y su disponibilidad de estos en el suelo. Para los cálculos de los abonos orgánicos en el estudio se tomó como referencia la deficiencia de nitrógeno encontrado en el suelo.

b. Cálculo de estiércol compostado con EM por ha y tratamiento.

- **Cálculo:** Estiércol de vacuno compostado con microorganismos eficientes.

$$\begin{array}{r} 100 \text{ kg de estiércol de vacuno} \dots\dots\dots 1.96 \text{ kg N} \\ \times \dots\dots\dots 45 \text{ kg N/ha} \end{array}$$

$$\mathbf{x = 2\,295.92 \text{ kg de EV}_{+EM}}$$

- Calculamos para estiércol de vacuno compostado con EM en 8 Tn/ha:

$$8000 \text{ kg de EV/ha} - 2\,295.92 \text{ kg de EV compostado con EM/ha} = 5704.08 \text{ kg de Estiércol de vacuno/ha.}$$

$$\begin{array}{r} 10\,000 \text{ m}^2 \dots\dots\dots 5704.08 \text{ kg de EV}_{+EM} \\ 15 \text{ m}^2 \dots\dots\dots \times \end{array}$$

$$\mathbf{x = 9 \text{ kg de EV}_{+EM} / \text{Tratamiento}}$$

Cálculo: Estiércol de ovino compostado con microorganismos eficientes.

$$\begin{array}{r} 100 \text{ kg de estiércol de ovino} \dots\dots\dots 1.52 \text{ kg N} \\ \times \dots\dots\dots 45 \text{ kg N/ha} \end{array}$$

$$\mathbf{x = 2\,960.53 \text{ kg de EO}_{+EM}}$$

- Calculamos para estiércol de ovino compostado con EM en 8 Tn/ha:

$$8000 \text{ kg de EC/ha} - 2\,960.53 \text{ kg de EC compostado con EM/ha} = 5\,039.47 \text{ kg de Estiércol de ovino/ha.}$$

$$\begin{array}{r} 10\,000 \text{ m}^2 \dots\dots\dots 5\,039.47 \text{ kg de EO}_{+EM} \\ 15 \text{ m}^2 \dots\dots\dots \times \end{array}$$

$$\mathbf{X = 8 \text{ kg de EO}_{+EM} / \text{Tratamiento.}}$$

c. Cálculo: Estiércol de cuy compostado con microorganismos eficientes.

$$\begin{array}{r} 100 \text{ kg de estiércol de cuy} \dots\dots\dots 3.28 \text{ kg N} \\ \times \dots\dots\dots 45 \text{ kg N/ha} \end{array}$$

$$\mathbf{x = 1\,371.95 \text{ kg de EV}_{+EM}}$$

- Calculamos para estiércol de cuy compostado con EM en 8 Tn/ha:
8000 kg de EC/ha – 1 371.95 kg de EC compost con EM/ha = 6 628.05 kg de Estiércol de vacuno/ha.

10 000 m².....6 628.05 kg de EV_{+EM}

15 m².....x

x = 10 kg de EC+ EM/Tratamiento

Tabla 11

Dosis de estiércoles compostado con EM aplicados en los tratamientos.

Nº	Variedades	Estiércoles compostados con EM	Dosis	Clave
1	Cristal White Wax	EV _{+EM} al 100%	0.06 kg/planta 9 kg/tratamiento 36 kg/campo experimental	T1
2	Cristal White Wax	EO _{+EM} al 100%	0.05 kg/planta 8 kg/tratamiento 32 kg/campo experimental	T2
3	Cristal White Wax	EC _{+EM} al 100%	0.07 kg/planta 10 kg/tratamiento 40 kg/campo experimental	T3
4	Cristal White Wax	EV _{+EM} al 50% + EO _{+EM} al 50%	0.03 kg/planta + 0.025 kg/planta 4.5 kg/tratamiento + 3.75 kg/tratamiento 18 kg/campo exp. + 15 kg/campo exp.	T4
5	Cristal White Wax	EV _{+EM} al 50% + EC _{+EM} al 50%	0.03 kg/planta + 0.035 kg/planta 4.5 kg/tratamiento + 5.25 kg/tratamiento 18 kg/campo exp. + 21 kg/campo exp.	T5
6	Cristal White Wax	EO _{EM} al 50% + EC _{+EM} al 50%	0.025 kg/planta + 0.035 kg/planta 3.75 kg/tratamiento + 5.25 kg/tratamiento 15 kg/campo exp. + 21 kg/campo exp.	T6
7	Cristal White Wax	Testigo (Sin abono)	0.00 kg/planta + 0.00 kg/planta 0.00 kg/tratamiento + 0.00 kg/tratamiento 0.00 kg/campo exp. + 0.00 kg/campo exp.	T7
8	Roja	EV _{+EM} al 100%	0.06 kg/planta 9 kg/tratamiento 36 kg/campo experimental	T8
9	Roja	EO _{+EM} al 100%	0.05 kg/planta 8 kg/tratamiento 32 kg/campo experimental	T9

10	Roja	EC _{+EM} al 100%	0.07 kg/planta 10 kg/tratamiento 40 kg/campo experimental	T10
11	Roja	EV _{+EM} al 50% + EO _{+EM} al 50%	0.03 kg/planta + 0.025 kg/planta 4.5 kg/tratamiento + 3.75 kg/tratamiento 18 kg/campo exp. + 15 kg/campo exp.	T11
12	Roja	EV _{+EM} al 50% + EC _{+EM} al 50%	0.03 kg/planta + 0.035 kg/planta 4.5 kg/tratamiento + 5.25 kg/tratamiento 18 kg/campo exp. + 21 kg/campo exp.	T12
13	Roja	EO _{+EM} al 50% + EC _{+EM} al 50%	0.025 kg/planta + 0.035 kg/planta 3.75 kg/tratamiento + 5.25 kg/tratamiento 15 kg/campo exp. + 21 kg/campo exp.	T13
14	Roja	Testigo (Sin abono)	0.00 kg/planta + 0.00 kg/planta 0.00 kg/tratamiento + 0.00 kg/tratamiento 0.00 kg/campo exp. + 0.00 kg/campo exp.	T14

La Tabla 11, muestra los tratamientos aplicados a las variedades Cristal White Wax y Roja en función de diferentes tipos de estiércoles compostados con microorganismos eficientes. En cada tratamiento se tomó como referencia la deficiencia de nitrógeno para calcular las dosis de los estiércoles compostado con microorganismos eficientes en estudio.

5.8. Conducción del experimento

a. Proceso de compostado de estiércoles con microorganismos eficientes

Este proceso de descomposición de estiércoles de diferentes especies de animales como es estiércol de vacuno, estiércol de cuye y ovino se ha efectuado utilizando tres magas de plástico de 4 metros de largo y con 2 metros de ancho, en los cuales se ha depositado la cantidad de 1 tonelada de estiércol y se le ha agregado el producto de EM en una cantidad 1 litro de microorganismos eficientes en 40 litros de agua, los cuales estas proporciones se ha repetido para la compostado de los tres tipos de estiércol tanto para estiércol de vacuno, ovino y cuy la fecha de instalación se ha efectuado el 15 de agosto al 27 de octubre del 2024 tiempo del proceso que ha ayudado activar la fermentación y acelerar la descomposición hasta el día de la instalación del experimento y poder incorporar a los tratamientos según los porcentajes impuesto en la investigación.

Fotografía 1

Proceso de compostado de estiércoles con EM



b. Almacigado

El material genético fue adquirido de la ciudad de Lima previo un pedido en cuyo envase se ha registrado un 98% de poder germinativo y con una fecha vigente lo que garantizaría el trabajo de investigación, se ha empleado para el presente trabajo de investigación dos latas de 1 kg para cada variedad de Cebolla. La Cebolla de variedad Cristal White Wax. y Roja, la instalación del almacigado se ha efectuado el 12 de agosto al 26 de octubre del 2024, en un sustrato mezclado con 50% de tierra agrícola más 50% de compost estos fueron previamente tamizados en una zaranda de 1cm por un 1cm para mejorar la textura y porosidad del sustrato; donde las semillas se distribuyeron al voleo estimando aproximadamente de 5 a 10 gr de semilla por metro cuadrado luego sea cubierto la semilla con una capa delgada uniforme de sustrato fino de 0.5 a 1 cm de espesor, la instalación del almacigado bajo un invernadero se ha realizado en el anexo de Soñaque del

distrito de Santo Tomás, provincia Chumbivilcas, región Cusco en la campaña 2024 – 2025.

Fotografía 2

Almacigado de semilla de las dos variedades de cebolla



c. Preparación del terreno experimental

Se ha efectuado previo un día antes el riego por inundación y se ha dejado en estado de capacidad de campo para el día siguiente, con la yunta o arado tradicional se ha efectuado el volteado del suelo para romper los terrones grandes, eliminar malezas superficiales y airear el suelo, se realizó la primera pasada a lo largo del terreno y la segunda pasada con el propósito de uniformizar el terreno esta labor se ha efectuado el 25 de octubre del 2024 en el sector de Huayllapata Santo Tomás - Chumbivilcas.

Fotografía 3

Preparación del terreno o campo experimental



d. Trazado de la parcela experimental

Para el replanteo del campo experimental se ha tomado en cuenta el croquis modificado considerando las parcelas testigos de los tratamientos, tomando en cuenta que esto sería necesario para poder comparar con el resto de los tratamientos en estudio esta labor se efectuó el 26 de octubre del 2024. Se ha utilizado yeso, estacas de madera, cordel y una wincha de 50 metros, para luego delimitar los bloques, calles y el distanciamiento de las unidades experimentales.

Fotografía 4

Trazado del campo experimental



e. incorporación de estiércol compostado con microorganismos eficientes

En cuanto a la incorporación de estiércol compostado con microorganismos eficientes, se distribuyó en cantidades exactas por tratamiento dentro de las unidades experimentales, utilizando una balanza, y se aplicó una regla tres simples en cada unidad experimental (parcela).

Fotografía 5

Distribución de estiércol descompuesto con EM en las unidades



f. Apertura de surcos y trasplante de plántulas de cebolla

La apertura de surcos se realizó manualmente utilizando un cordel, una wincha para distanciar a 0.5 m entre surcos y en cada parcela se ha distribuido seis surcos utilizando el zapapico, se dio la apertura de los surcos con una profundidad de 20 cm para poder trasplantar las plántulas de las dos variedades con los siete tipos de niveles de estiércoles compostados con microorganismos eficientes esta actividad se ha afectado 28 de octubre del 2024. El trasplante se realizó cuando las plántulas de cebolla contaban con una altura de 12 a 15 centímetros de altura al campo definitivo o al campo experimental por variedades; se seleccionó las plantas con tamaño uniforme. El proceso del trasplante se

hizo manualmente empleando materiales como palos con diámetro de dos cm que permitieron abrir el hoyo y luego depositar el material genético para pronto cubrir con los tipos de estiércoles compostados con microorganismos eficientes con un distanciamiento entre plantas de 20 cm y entre surcos 0.50 m y una plántula por golpe según los tratamientos.

Fotografía 6

Apertura de surcos, trasplante e incorporación de estiércol descompuesto con EM



g. Riego

Se aplicó, riego por gravedad para la preparación del terreno, es decir que se ha regado un riego de machaco o por inundación dos días antes para optimizar que el suelo este en estado de campo para el respectivo roturado y rastrado con yunta o tiro animal y en lo que respecta a los otros periodos del cultivo fueron bajo la estacionalidad de la precipitación pluvial de la localidad durante las campañas agrícolas 2024 y 2025.

h. Deshierbo

La presencia de malezas fue constante en el campo de cultivo, por lo que durante el ciclo del cultivo se realizaron tres deshierbes manuales. Esta labor agrícola se ha efectuado con herramientas manuales, como picos y palas. El primer deshierbo se hizo el 23 de noviembre del 2024, el segundo se hizo el 28 de diciembre de 2024 y por último el tercero se desarrolló el 03 de febrero de 2025.

Fotografía 7

Labor de deshierbe del campo experimental



i. La labor del pisoteo.

Esta labor se realizó el 15 de febrero de 2025, la cual consiste en aplastar o doblar manualmente (o con los pies) las hojas verdes de la cebolla. Esta actividad se efectuó casi al final del ciclo vegetativo del cultivo con el propósito de interrumpir el crecimiento de nuevas hojas y permitir que las plantas concentren sus reservas y a la maduración del bulbo.

Fotografía 8

Labores de pisoteo de la cebolla



5.8.1. Evaluaciones de variables

Cuando las plantas se han encontrado en estado fenológico de maduras al 70 y 90 % es decir las plantas mostraban su doblado de sus hojas hacia el suelo de forma natural esto indico que el crecimiento vegetativo estaba finalizando, así mismo las hojas comenzaron a amarillar y secarse especialmente la parte apical, se realizó la cosecha el 15 de febrero del 2025, lo cual a los 110 días se hizo la cosecha procediéndose a la evaluación de los tratamientos.

j. Altura de planta (cm)

Se ha realizado la evaluación de la variable altura de planta como indicador de desarrollo vegetativo. Para ello se tomaron muestras de 10 plantas por unidad experimental de forma aleatoria y tomando en cuenta el efecto borde, siguiendo un recorrido en zigzag para asegurar una distribución representativa y evitar sesgos, la medición de altura se llevó a cabo utilizando una regla, tomando como referencia la distancia desde la base del cuello de la planta (donde inicia el bulbo) hasta la punta de la hoja más alta en posición vertical. Los datos fueron registrados en centímetros (cm) para su posterior análisis.

Fotografía 9

Evaluación de altura en planta cm.



k. Diámetro del bulbo (cm)

Con el propósito de medir el diámetro del bulbo, se utilizó un vernier como instrumento de medición por su precisión. Para obtener datos representativos, se tomaron en cuenta las mismas muestras de 10 plantas para la altura de planta. Con el vernier se midió el diámetro máximo horizontal de cada bulbo registrando los datos en cm para su

posterior análisis. Esta evaluación permite determinar el desarrollo del órgano de reserva de la planta y estimar el rendimiento potencial y calidad comercial de la cebolla.

Fotografía 10

Evaluación de diámetro del bulbo en cm



I. Peso del bulbo (g)

Tomando en cuenta la variable de rendimiento y desarrollo del cultivo. De las mismas muestras de 10 plantas por tratamiento de las unidades experimentales se le extrajo cuidadosamente el bulbo, el cual fue limpiado para eliminar los residuos de tierra o materia orgánica adherida. Posteriormente, se utilizó una balanza de precisión de dos decimales para medir el peso de cada bulbo, ya que el peso del bulbo es un parámetro fundamental en la producción de la cebolla, tanto en términos de calidad comercial y volumen de cosecha.

Fotografía 11

Evaluación de peso de bulbo en gr.



m. Peso del bulbo en área experimental

El peso de los bulbos de cebolla fue pesado exclusivamente en el área neta de 8 m² dentro de cada unidad experimental, con el fin de obtener una estimación precisa del rendimiento real del cultivo. Para ello se han cosechado de todos los bulbos presentes en dicha superficie, se limpiaron cuidadosamente para eliminar residuos de tierra y luego se utilizó una balanza de precisión con dos decimales, registrando los datos en kilogramos. Esta variable es fundamental para comparar los tratamientos, determinar el aprovechamiento de las dos variedades de cebolla con los diferentes tipos y porcentajes de estiércoles compostados con microorganismos eficientes.

Fotografía 12

Peso total área neta por tratamiento.



n. Rendimiento de producción de bulbos de cebolla (t/ha)

Se ha realizado como base la cosecha obtenida en un área de 8 m² del área neta de cada unidad experimental. Para cada tratamiento se pesaron todos los bulbos cosechados dentro de esta superficie utilizando una balanza de precisión, y los resultados se registraron en kilogramos y posteriormente, para expresar el rendimiento en toneladas por hectárea (t/ha), se aplica la conversión estándar.

Fotografía 13

Producción de cebolla var. Cristal White Wax.



5.9. Variables e indicadores

5.9.1. Variables independientes

Estiércol de animales enriquecido con microorganismos eficientes (EM):

- Estiércol de vacuno (EV)
- Estiércol de ovino (EO)
- Estiércol de cuy (EC)

Niveles de estiércoles con microorganismos eficientes (EM):

- Estiércol de vacuno con EM al 100% (EV_{+EM} al 100%)
- Estiércol de ovino con EM al 100% (EO_{+EM} al 100%)
- Estiércol de cuy con EM al 100% (EC_{+EM} al 100%)
- Estiércol de vacuno con EM al 50% (EV_{+EM} al 50%) + Estiércol de ovino con EM al 50% (EO_{+EM} al 50%)
- Estiércol de vacuno con EM al 50% (EV_{+EM} al 50%) + Estiércol de cuy con EM al 50% (EC_{+EM} al 50%)
- Estiércol de ovino con EM al 50% (EO_{+EM} al 50%) + Estiércol de cuy con EM

al 50% (EO+EM al 50%)

- Sin fertilización. (Ver Tabla 11).

Variedades de cebolla:

- Var. Cristal White Wax
- Var. Roja

5.9.2. Variables dependientes

h. Fenología

- Altura de la cebolla (cm)

i. Rendimiento

- Diámetro del bulbo (cm)
- Peso del bulbo (gr)
- Peso de bulbo en kg/8 m²
- Rendimiento de bulbos de cebolla (t/ha)

Tabla 12

Operacionalización de variables estudiadas.

Variable independiente	Variable dependiente	Indicadores	Unidad de medida
Tipos de estiércoles:	Fenología	Altura de planta	cm
Estiércol de cuy (EC)	Rendimiento		
Estiércol de ovino (EO)		Diámetro de bulbos	cm
Estiércol de vacuno (EV)			
Combinación de estiércoles con EM:		Peso de bulbo	g
Estiércol compostado con EM al 100%		Peso de bulbo en el área neta	kg/8 m ²
Estiércol compostado con EM al 50% + estiércol compostado con EM al 50%		Rendimiento de bulbos de cebolla	t/ha
Variedades de cebolla:			
Var. Roja			
Var. Cristal White Wax			

Fuente: Elaboración propia

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Altura de planta (cm)

Tabla 13

Efecto de los estiércoles compostados con microorganismos eficientes en la altura de la planta de cebolla.

Variedades	Cristal White Wax							Roja							Total
Estiércoles compostados con EM	EV al 100% con EM.	EO al 100% con EM	EC al 100% con EM	EV al 50% con EM + EO al 50% con EM.	EV al 50% con EM + EC al 50% con EM.	EO al 50% con EM + EC al 50% con EM.	Testigo (Sin abono)	EV al 100% con EM.	EO al 100% con EM	EC al 100% con EM	EV al 50% con EM + EO al 50% con EM.	EV al 50% con EM + EC al 50% con EM.	EO al 50% con EM + EC al 50% con EM.	Testigo (Sin abono)	
Bloque															
I	44.53	44.49	49.40	41.37	43.96	38.24	20.22	48.45	44.96	50.45	45.07	44.16	52.30	23.51	591.09
II	42.67	41.96	41.51	38.31	40.12	40.66	17.50	41.59	46.79	51.40	44.10	37.80	49.85	38.62	572.85
III	39.25	43.95	42.59	44.78	44.30	45.28	14.12	48.92	30.61	44.51	49.50	44.54	41.34	36.10	569.78
IV	40.13	44.04	42.10	43.72	44.28	39.64	16.40	49.31	49.38	47.06	36.98	41.98	53.74	32.70	581.47
Suma	166.57	174.44	175.59	168.17	172.65	163.81	68.24	188.28	171.74	193.42	175.66	168.47	197.23	130.92	2315.19
Promedio	41.64	43.61	43.90	42.04	43.16	40.95	17.06	47.07	42.93	48.35	43.91	42.12	49.31	32.73	41.34
Variedad	Cristal White Wax							Roja							
Suma	1089.48							1225.72							2315.19
Promedio	38.91							43.78							41.34
Tipos de estiércol compostado con EM	EV al 100% con EM.		EO al 100% con EM		EC al 100% con EM		EV al 50% con EM + EO al 50% con EM.	EV al 50% con EM + EC al 50% con EM.		EO al 50% con EM + EC al 50% con EM.		Testigo (Sin abono)		Total	
Suma	354.84		346.18		369.01		343.83	341.13		361.05		199.16		2315.19	
Promedio	44.36		43.27		46.13		42.98	42.64		45.13		24.89		41.34	

Nota* Descripción del efecto de los estiércoles compostado con EM para la altura plana la de cebolla (cm). Donde: EV; Estiércol de vacuno, EO; Estiércol de Ovino, EC; estiércol de cuy y EM; Microorganismos eficientes.

Tabla 14

ANVA para altura de planta (cm).

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT		SIGNIF
					0.05	0.01	
Bloques	3	19.65	6.55	0.34	2.85	4.33	NS NS
Tratamiento	13	3339.01	256.85	13.49	1.98	2.62	* *
Variedades	1	331.45	331.45	17.41	4.09	7.33	* *
Estiércol +EM	6	2599.48	433.25	22.75	2.34	3.31	* *
Variedades*Estiércol +EM	6	408.08	68.013	3.57	2.34	3.31	* *
Error Experimental	39	742.62	19.04				
Total	55	4101.27	CV = 10.55				

La Tabla 14. Análisis de varianza (ANVA) para la variable altura de planta (cm/planta) en el cultivo de cebolla considerando dos variedades y diferentes niveles de estiércol compostado con microorganismos eficientes, se desprende que: No existe diferencias estadísticas significativas entre los bloques, esto nos da indicios de que la distribución fue homogénea. Mientras que, en los tratamientos, posee un nivel de significancia del 1%, lo que indica un 99% de probabilidad de hallar diferencias estadísticamente significativas. Para las variedades, se encontraron diferencias estadísticamente significativas al 5%, lo que indica que existe diferencia entre las dos variedades evaluadas en cuanto a la altura de planta. El factor estiércol con microorganismos eficientes mostró diferencias estadísticas altamente significativas al 1%, evidenciando que los diferentes niveles de aplicación de estiércol compostado influyen significativamente en la altura de la planta. La interacción variedad*estiércol compostado con microorganismos eficientes también presentó diferencias estadísticas significativas al 95% y 99%, sugiriendo que la respuesta de cada variedad varía según el tipo y nivel de fertilización orgánica aplicada. Con un coeficiente de variabilidad de 10.55% lo cual señala que el dato analizado expresa confiabilidad en los resultados obtenidos.

Tabla 15

Prueba de Tukey para las combinaciones de variedades por estiércol compostado con EM para altura de planta (cm).

ALS (5%) = 1.45

ALS (1%) = 1.71

N° de Orden	Combinación variedades por estiércol compostado con EM	Altura de planta (cm)	Significancia de Tukey	
			5%	1%
I	(T13) Var. Rojo*EO al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	49.31	A	A
II	(T10) Var. Rojo*EC al 100% c. con EM	48.36	A	A
III	(T8) Var. Rojo*EV al 100% c. con EM.	47.07	A	A
IV	(T11) Var. Rojo*EV al 50% c. con EM + EO al 50% c. con EM.	43.91	A	A B
V	(T3) Var. Cristal White Wax*EC al 100% c. con EM	43.90	A	A B
VI	(T2) Var. Cristal White Wax*EO al 100% c. con EM	43.61	A B	A B
VII	(T5) Var. Cristal White Wax*EV al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	43.17	A B	A B
VIII	(T9) Var. Rojo*EO al 100% c. con EM	42.94	A B	A B
IX	(T12) Var. Rojo*EV al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	42.12	A B	A B
X	(T4) Var. Cristal White Wax*EV al 50% c. con EM + EO al 50% c. con EM.	42.05	A B	A B
XI	(T1) Var. Cristal White Wax*EV al 100% c. con EM.	41.65	A B	A B
XII	(T6) Var. Cristal White Wax*EO al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	40.96	A B	A B
XIII	(T14) Var. Rojo*Testigo (Sin abonos)	32.73	B	B
XIV	(T7) Var. Cristal White Wax*Testigo (Sin abono)	17.06	C	C

La Tabla 15. Prueba Tukey para tratamientos para altura de planta (cm), se desprende que, T13 (Var. Rojo*EO al 50% d.c. con EM + EC al 50% d.c. con EM) con una altura de 49.31 cm ocupó el primer lugar y fue estadísticamente superior a los demás tratamientos en estudio al 95% y 99% de confianza. Los T10 (Var. Rojo*EC al 100% d.c. con EM) con 48.36 cm en segundo lugar, T8 (Var. Rojo*EV al 100% d.c. con EM) con 47.07 cm en tercer lugar y en último lugar T7 la Var. Cristal White Wax*Testigo (Sin abono) con 17.06 cm de altura promedio.

En razón a los grupos estadísticos con probabilidades al 95% de confianza, fueron estadísticamente iguales en el grupo A los tratamientos T13, T10, T8, T11, T3, T2, T5, T9, T12, T4, T1, T6 con alturas que oscilan entre 49.31 y 40.96 cm. En el segundo grupo B se encuentran los tratamientos T2, T5, T9, T12, T4, T1, T6, T14 y ocuparon lugares

intermedios. Por otro lado, solo el tratamiento T7 se encuentra en el grupo C ocupando el último lugar.

A si mismo los grupos estadísticamente iguales con probabilidades al 99% de confianza para el grupo A se encuentra los tratamientos T13, T10, T8, T11, T3, T2, T5, T9, T12, T4, T1, T6 con alturas que oscilan entre 49.31 y 40.96 cm. En el segundo grupo B se encuentran los tratamientos T11, T3, T2, T5, T9, T12, T4, T1, T6, T14 con un promedio que oscila 43.91 a 32.73 cm, ocuparon lugares intermedios. Por otro lado, el tratamiento T7 con un promedio de 17.06 cm el único en el grupo C.

Al respecto, Gutiérrez (2017) manifiesta que existe una relación directa entre el nivel o la calidad del abonamiento y el incremento de la altura. Por su parte, Mamani (2023), investigo la aplicación de abonos (humus, estiércol, compost y gallinaza) enriquecidos con EM-1 en cebolla variedad llabaya, resaltando que la altura de la planta de cebolla fue influenciada significativamente, presentando mejores resultados el humus con 55.00 cm, 51.75 cm, 51.63 cm y 49 cm, respectivamente. Esto refuerza la idea de que, aunque la tecnología con microorganismos eficientes es consistente en impulsar el crecimiento, las condiciones de suelo y la calidad inicial de los estiércoles en la zona de Huayllapata imponen un techo de crecimiento más bajo.

Figura 6. Combinación de variedades por estiércol compostado con

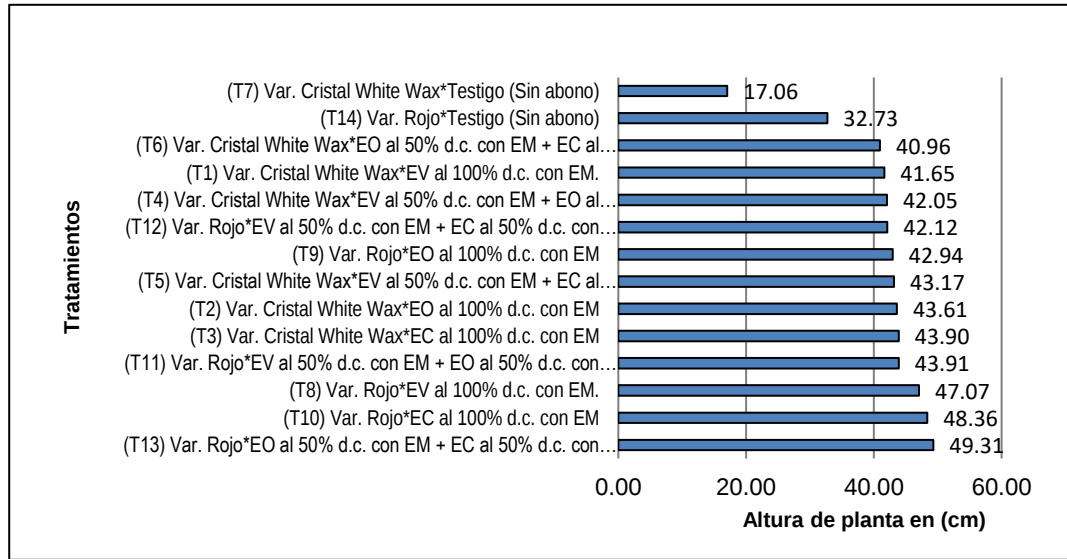


Figura 6, muestra la combinación para altura de planta en cm/planta, donde se observa una clara diferenciación entre los tratamientos aplicados. Los resultados indican que el T13 con Var. Rojo*EO al 50% compostado con EM + EC al 50% compostado con EM, alcanzó la mayor altura con 49.31 cm, seguido muy de cerca por (T10) Var. Rojo*EC al 100% compostado con EM y (T8) Var. Rojo*EV al 100% compostado con EM con 47.07 cm.

Los tratamientos que utilizaron estiércol compostado con EM mostraron alturas superiores que oscilando entre 49.31 y 40.96 cm, lo que demuestra la efectividad de estos abonos orgánicos en el desarrollo vegetativo de las plantas de cebolla. La variedad Roja presentó consistentemente mejores resultados que la variedad Cristal White Wax en la mayoría de las combinaciones evaluadas.

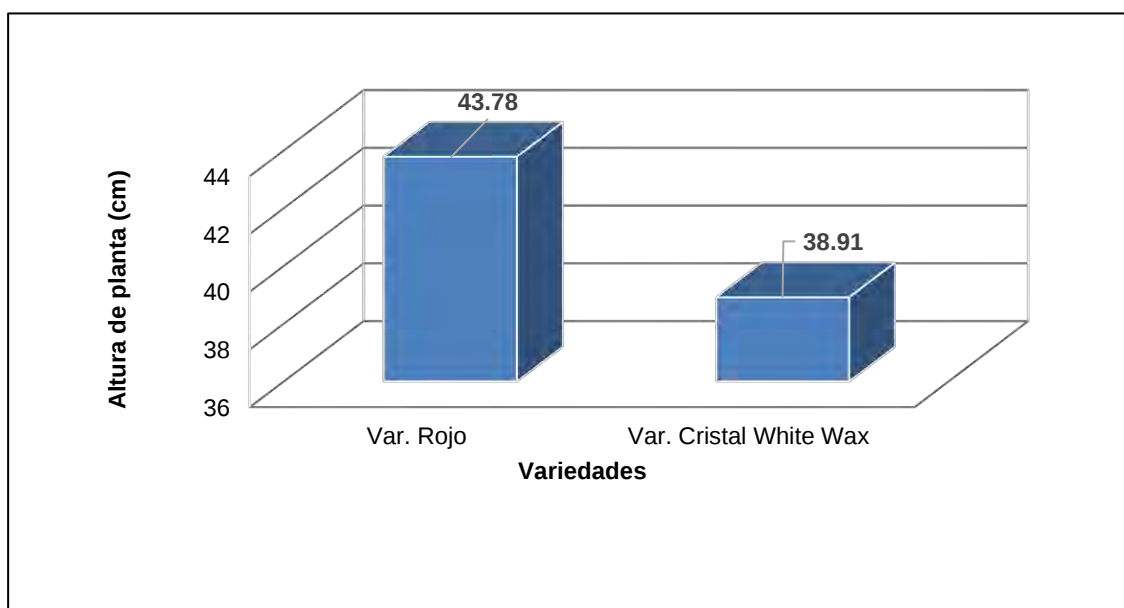
Los tratamientos testigo (sin abono) mostraron los menores valores: Var. Roja*Testigo con 32.73 cm y Var. Cristal White Wax*Testigo con apenas 17.06 cm, evidenciando la importancia de la fertilización orgánica para el crecimiento adecuado de las plantas.

Tabla 16

Prueba Tukey variedades de cebolla para altura de planta (cm).

N° de Orden	Variedades	Altura de planta (cm)	Significancia de Tukey	
			5%	1%
I	Var. Rojo	43.78	A	A
II	Var. Cristal White Wax	38.91	B	B

Figura 7. Variedades de cebolla según altura de planta (cm).



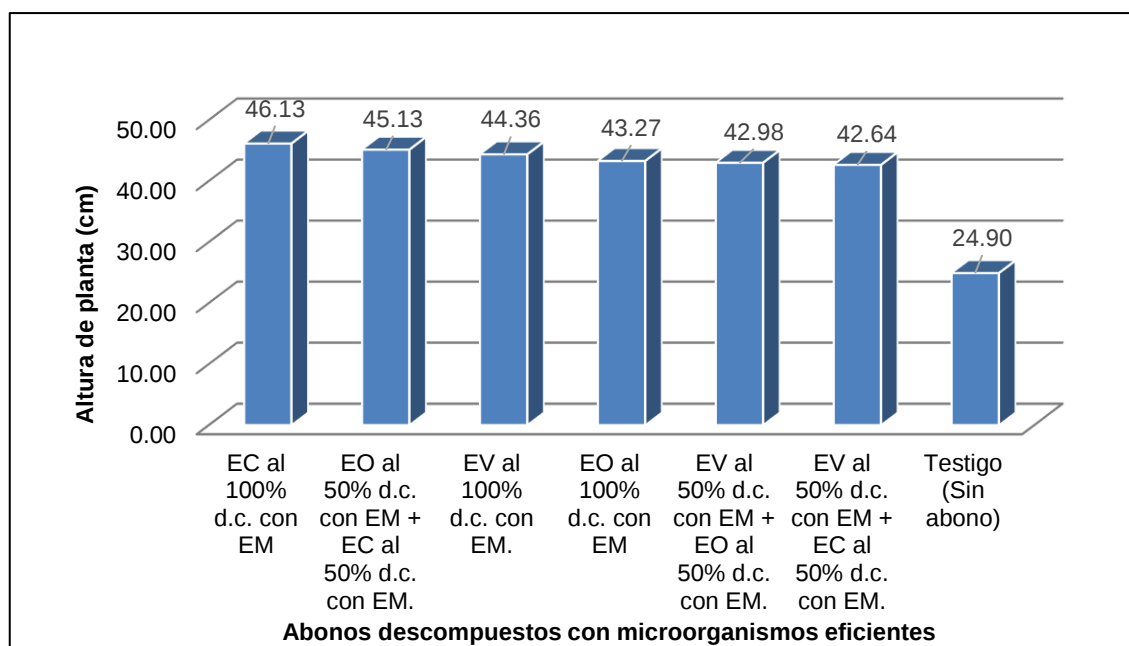
La Tabla 16. Prueba Tukey variedades de cebolla para altura de planta (cm/planta), se desprende que la variedad Roja con una altura promedio de 43.78 cm ocupó el primer lugar y fue estadísticamente superior a la variedad Cristal White Wax tanto al 95% como al 99% de confianza. La variedad Cristal White Wax con una altura promedio de 38.91 cm ocupó el segundo lugar, mostrando diferencias estadísticamente significativas respecto a la variedad Roja en ambos niveles de confianza (Figura 7).

Tabla 17

Prueba Tukey de estiércoles compostados con microorganismos eficientes para la altura de planta en (cm).

N° de Orden	Estiércoles compostados con EM	Altura de planta (cm)	Significancia de Tukey	
			5%	1%
I	EC al 100% c. con EM	46.13	A	A
II	EO al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	45.13	A	A
III	EV al 100% c. con EM.	44.36	A	A
IV	EO al 100% c. con EM	43.27	A	A
V	EV al 50% c. con EM + EO al 50% c. con EM.	42.98	A	A
VI	EV al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	42.64	A	A
VII	Testigo (Sin abono)	24.90	B	B

Figura 8. Estiércoles compostados con EM para altura de planta en (cm).



La Tabla 17 y la Figura 8, presentan información complementaria sobre el efecto de los estiércoles compostados con EM para altura de planta de cebolla. La representación gráfica en la Figura 8 en donde se visualiza claramente los datos numéricos presentados en la Tabla 17, confirmando la consistencia de los resultados obtenidos.

Del análisis conjunto se desprende que los estiércoles compostados con microorganismos eficientes para altura de planta en (cm/planta) con estiércol compostados con EM mostraron un comportamiento estadísticamente homogéneo. El tratamiento EC+EM al 100% alcanzó la mayor altura de 46.13 cm, seguido por EV+EM al 100% obtiene 45.13 cm, para el tercer lugar el EC+EM al 100% cuenta 44.36 cm de altura y por último el tratamiento testigo (sin abono) cuenta con un promedio de 24.90 cm de altura esto con probabilidades 95% y como al 99% de confianza.

Por tanto, con probabilidades al 99% de confianza los grupos estadísticos se distribuyen de la siguiente manera en el grupo A se encuentran los abonos orgánicos EC al

100% d.c. con EM, EO al 50% d.c. con EM + EC al 50% d.c. con EM, EV al 100% d.c. con EM, EO al 100% d.c. con EM, EV al 50% d.c. con EM + EO al 50% d.c. con EM y EV al 50% d.c. con EM + EC al 50% d.c. con EM con promedios que oscilan entre 46.13 a 42.64 cm de altura planta la diferencia más contundente se observa con el testigo (sin abono) que alcanzó apenas 24.90 cm, ubicándose en el grupo estadístico B. Esta diferencia representa incrementos del 71% al 85% cuando se aplica fertilización orgánica con microorganismos eficientes, evidenciando la importancia crítica de la fertilización para el desarrollo vegetativo.

Los resultados muestran que el estiércol de cuy compostado con microorganismo eficientes influye en el desarrollo del tamaño de la planta sin desmerecer que tanto el estiércol de ovino como el vacuno son igualmente efectivos cuando se descomponen con microorganismos eficientes, y que incluso las mezclas al 50% mantienen una efectividad considerable. Esto proporciona flexibilidad al productor en la selección del material orgánico según disponibilidad local, sin comprometer significativamente los resultados.

Tabla 18

ANVA auxiliar estimación de efectos simples de variedades por estiércoles compostados con EM para altura de planta en (cm).

F de V.	GL	SC	CM	FC	FT		SIGNIF
					0.05	0.01	
Variedades *EV al 100% c. con EM.	1	58.899	58.899	3.093	4.091	7.333	NS NS
Variedades *EO al 100% c. con EM	1	0.915	0.915	0.048	4.091	7.333	NS NS
Variedades *EC al 100% c. con EM	1	39.734	39.734	2.087	4.091	7.333	NS NS
Variedades *EV al 50% c. con EM + EO al 50% c. con EM.	1	7.003	7.003	0.368	4.091	7.333	NS NS
Variedades *EV al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	1	2.185	2.185	0.115	4.091	7.333	NS NS
Variedades *EO al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	1	139.604	139.604	7.332	4.091	7.333	* NS
Variedades *Testigo (Sin abono)	1	491.192	491.192	25.796	4.091	7.333	* *
Estiércoles compostados con EM*Var. Cristal White Wax	6	2255.975	375.996	19.746	2.342	3.305	* *
Estiércoles compostados con EM*Var. Roja	6	751.580	125.263	6.578	2.342	3.305	* *
Error exp.	39	742.6198	19.0415				

La Tabla 18. Presenta el ANVA auxiliar para la estimación de efectos simples de variedades en microorganismos eficientes y estiércoles compostados con EM para las variedades. Este análisis permite evaluar las interacciones específicas entre variedades y tratamientos de fertilización orgánica. En el análisis para las fuentes de variabilidad de los efectos de las variedades por estiércol de vacuno, ovino, cuy y las variedades por estiércol compostado de vacuno al 50 % más estiércol de ovino al 50% compostado con microorganismo eficientes y variedad por estiércol de ovino al 50 % compostado con microorganismos eficientes más estiércol de cuy al 50 % compostado con microorganismos eficientes no son significativos tanto al 95 y 99 % de probabilidades. Pero se observa que para la fuente de variabilidad de variedades por testigo (sin abono) al 95% es significativo. Para las fuentes de variabilidad estiércoles compostados con microorganismos eficientes por variedades es significativo tanto al 95 y 99 % de confianza.

6.2. Diámetro del bulbo (cm)

Tabla 19

Diámetro del bulbo de la planta en (cm).

Variedades	Cristal White Wax							Roja							Total
Estiércoles compostados con EM	EV al 100% con EM.	EO al 100% con EM	EC al 100% con EM	EV al 50% con EM + EO al 50% con EM.	EV al 50% con EM + EC al 50% con EM.	EO al 50% con EM + EC al 50% con EM.	Testigo (Sin abono)	EV al 100% con EM.	EO al 100% con EM	EC al 100% con EM	EV al 50% con EM + EO al 50% con EM.	EV al 50% con EM + EC al 50% con EM.	EO al 50% con EM + EC al 50% con EM.	Testigo (Sin abono)	
Bloque															
I	7.60	8.37	8.50	7.18	8.19	7.19	3.66	7.37	7.90	7.86	7.02	6.85	7.75	3.74	99.16
II	7.26	7.43	7.89	6.70	7.41	7.35	3.47	6.28	6.70	7.17	7.03	6.37	7.13	8.21	96.40
III	6.37	8.00	7.20	8.70	7.63	7.39	2.66	6.67	4.91	7.11	6.82	7.64	6.73	5.47	93.31
IV	6.49	7.53	7.03	7.73	8.44	6.92	3.59	7.16	6.64	6.79	6.16	5.10	7.07	5.98	92.62
Suma	27.72	31.32	30.61	30.31	31.67	28.85	13.38	27.48	26.15	28.93	27.02	25.96	28.68	23.40	381.48
Promedio	6.93	7.83	7.65	7.58	7.92	7.21	3.35	6.87	6.54	7.23	6.76	6.49	7.17	5.85	6.81
Variedad	Cristal White Wax							Roja							Total
Suma	193.86							187.63							381.48
Promedio	6.92							6.70							6.81
Tipos de estiércol compostado con EM	EV al 100% con EM.		EO al 100% con EM		EC al 100% con EM		EV al 50% con EM + EO al 50% con EM.	EV al 50% con EM + EC al 50% con EM.		EO al 50% con EM + EC al 50% con EM.		Testigo (Sin abono)		Total	
Suma	55.20		57.48		59.54		57.33	57.63		57.53		36.79		381.48	
Promedio	6.90		7.18		7.44		7.17	7.20		7.19		4.60		6.81	

Nota* Descripción del efecto de los estiércoles compostados con EM en el diámetro del bulbo de cebolla (cm/bulbo). Donde: EV; Estiércol de vacuno, EO; Estiércol de ovino, EC; estiércol de cuy y EM; Microorganismos eficientes.

Tabla 20

ANVA para el diámetro del bulbo en planta (cm).

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT		SIGNIF	
					0.05	0.01		
Bloques	3	1.95	0.65	1.00	2.85	4.33	NS	NS
Tratamiento	13	68.60	5.28	8.16	1.98	2.62	*	*
Variedades	1	0.69	0.69	1.07	4.09	7.33	NS	NS
Estiércol +EM	6	46.93	7.82	12.10	2.34	3.31	*	*
Variedad*Estiércol +EM	6	20.98	3.50	5.41	2.34	3.31	*	*
Error Experimental	39	25.21	0.65					
Total	55	95.76	CV = 11.80					

La Tabla 20. Análisis de varianza (ANVA) para la variable diámetro de bulbo en planta (cm/bulbo) en el cultivo de cebolla considerando dos variedades y diferentes niveles de estiércol compostados con microorganismos eficientes, se desprende que: No existen diferencias estadísticas significativas entre los bloques, esto nos da indicios de que la distribución fue homogénea. Mientras que, para los tratamientos, posee un nivel de significancia del 99% de probabilidad de hallar diferencias estadísticas significativas. Para variedades, no se encontraron diferencias estadísticas significativas, indicando que ambas variedades evaluadas presentan comportamientos similares en cuanto al diámetro de bulbo. El factor estiércol con EM mostró diferencias estadísticas altamente significativas hasta al 99%, evidenciando que los diferentes niveles de aplicación de estiércol compostado influyen significativamente en el diámetro del bulbo. La interacción variedad*estiércol con EM también presentó diferencias estadísticas significativas hasta al 99 %, sugiriendo que la respuesta de cada variedad varía según el tipo y nivel de fertilización orgánica aplicada. Con un coeficiente de variabilidad de 11.80 % lo cual señala que el dato analizado expresa confiabilidad en los resultados obtenidos.

Tabla 21

Prueba de Tukey para las combinaciones de variedades por estiércol compostado con EM para el diámetro del bulbo en (cm).

N° de Orden	Combinación variedades por estiércol compostado con EM	Diámetro bulbo (cm)	Significancia de Tukey	
			5%	1%
I	(T5) Var. Cristal White Wax*EV al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	7.92	A	A
II	(T2) Var. Cristal White Wax*EO al 100% c. con EM	7.83	A B	A
III	(T3) Var. Cristal White Wax*EC al 100% c. con EM	7.66	A B	A
IV	(T4) Var. Cristal White Wax*EV al 50% c. con EM + EO al 50% c. con EM.	7.58	A B	A
V	(T10) Var. Roja*EC al 100% c. con EM	7.23	A B	A
VI	(T6) Var. Cristal White Wax*EO al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	7.21	A B	A
VII	(T13) Var. Roja*EO al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	7.17	A B	A
VIII	(T1) Var. Cristal White Wax*EV al 100% c. con EM.	6.93	A B	A
IX	(T8) Var. Roja*EV al 100% c. con EM.	6.87	A B	A
X	(T11) Var. Roja*EV al 50% c. con EM + EO al 50% c. con EM.	6.76	A B	A
XI	(T9) Var. Roja*EO al 100% c. con EM	6.54	A B	A
XII	(T12) Var. Roja*EV al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	6.49	A B	A
XIII	(T14) Var. Roja*Testigo (Sin abono)	5.85	B	A
XIV	(T7) Var. Cristal White Wax*Testigo (Sin abono)	3.35	C	B

La Tabla 21. Prueba de Tukey para tratamientos de altura de planta (cm), se desprende que T5 (Var. Cristal White Wax*EV al 50% d.c. con EM + EC al 50% c. con EM) con un diámetro de 7.92 cm ocupa el primer lugar y fue estadísticamente superior a los demás tratamientos en estudio al 95% y 99% de confianza. El T2 (Var. Cristal White Wax*EO al 100% c. con EM) con 7.83 cm en segundo lugar, el T3 (Var. Cristal White Wax*EC al 100% c. con EM) con un promedio de 7.66 cm en tercer lugar y en último lugar T7 la Var. Cristal White Wax*Testigo (Sin abono) con un promedio de 3.35 cm.

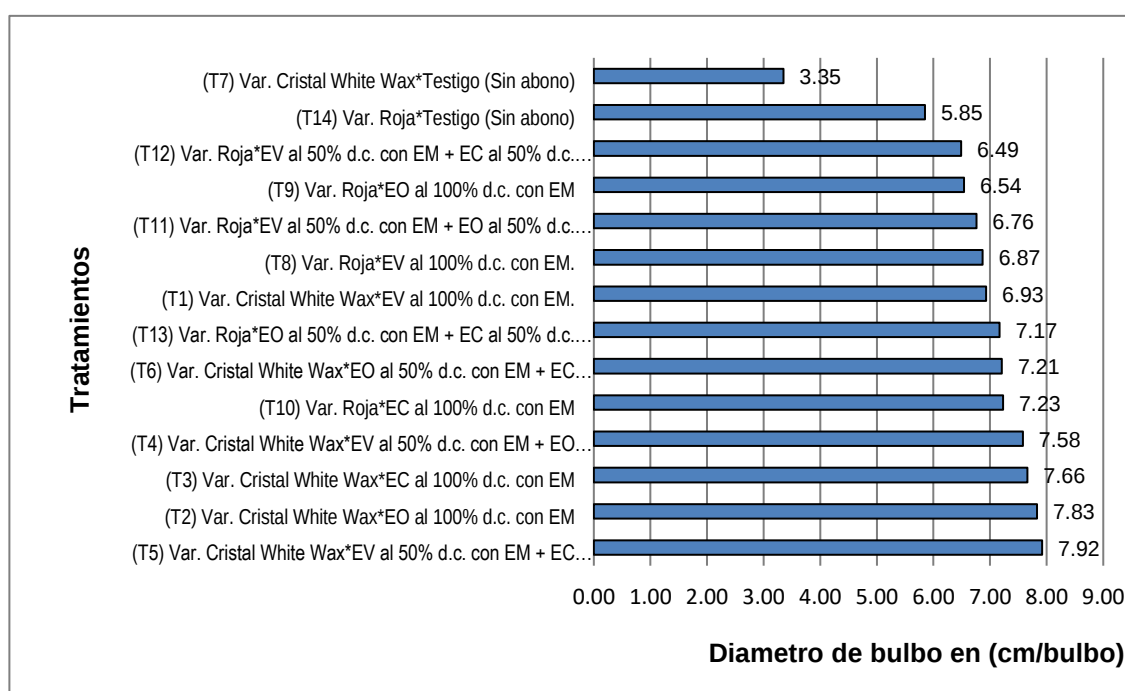
En razón a los grupos estadísticos iguales, se encuentran en el grupo estadístico A los tratamientos T5, T2, T3, T4, T10, T6, T13, T1, T8, T11, T9, T12 con diámetros que oscilan entre 7.92 y 6.49 cm. En el segundo grupo B se encuentran los tratamientos T2, T3, T4, T10, T6, T13, T1, T8, T11, T9, T12, T14, que ocuparon lugares intermedios, con un promedio que osciló entre 7.83 y 5.85 cm. Por otro lado, solo el tratamiento T7, con un

promedio de 3.35, conforma el grupo C, que ocupa el último lugar con un 95% de confianza.

Para los grupos estadísticamente iguales con probabilidades al 99% de confianza, se encuentran en el grupo A y ocupan el primer lugar los tratamientos T5, T2, T3, T4, T10, T6, T13, T1, T8, T11, T9, T12, T14 con un diámetro de bulbo entre 7.92 y 5.85 cm. Por otro lado, solo el tratamiento T7 se encuentra en el grupo B ocupando el último lugar.

Estos resultados son consistentes con estudios previos, como el de (Quezada, 2011) quien encontró diferencias estadísticas entre variedades de cebolla (Navideña y Perilla) en su respuesta a la fertilización orgánica. El estudio concluyó que la respuesta en diámetro de bulbo depende tanto del tipo de abono como de la variedad cultivada.

Figura 9. Interacción variedades por estiércoles descomposturas con EM para el diámetro de bulbo (cm).



En la Figura 9, se muestra la combinación para el diámetro de planta en cm/bulbo, donde se observa una clara diferenciación entre los tratamientos aplicados. Los resultados indican que el T5 (Var. Cristal White Wax*EV al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM), alcanzó un diámetro de bulbo en centímetros 7.92 cm, seguido muy de cerca por T2 (Var. Cristal White Wax*EO al 100% c. con EM) con 7.83 y T3 (Var. Cristal White Wax*EC al 100% c. con EM) con 7.66 cm.

Los tratamientos que utilizaron estiércol compostado con EM mostraron diámetros de bulbo en centímetros superiores que oscilaban entre 7.92 y 6.49 cm, lo que demuestra la efectividad de estos abonos orgánicos en el desarrollo vegetativo de las plantas de cebolla. La variedad Cristal White Wax presentó consistentemente mejores resultados que la variedad Roja en la mayoría de las combinaciones evaluadas.

Los tratamientos testigo (sin abono) mostraron los menores valores: Var. Roja*Testigo con 5.85 cm y Var. Cristal White Wax*Testigo con apenas 3.35 cm, evidenciando la importancia de la fertilización orgánica para el crecimiento adecuado de las plantas.

Tabla 22

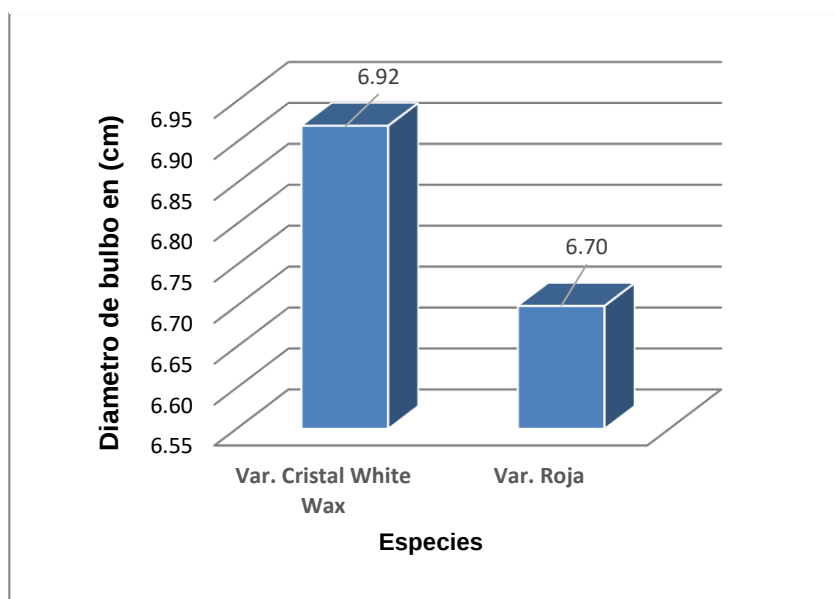
Prueba Tukey variedades de cebolla para diámetro de bulbo planta (cm).

ALS (5%) = 0.52 ALS (1%) = 0.66		
N° de Orden	Variedades	Diámetro bulbo (cm)
I	Var. Cristal White Wax	6.92
II	Var. Roja	6.70

La Tabla 22. “Prueba Tukey especies de cebolla diámetro de bulbo planta (cm/bulbo)”, se desprende que la variedad Cristal White Wax con un diámetro promedio de 6.92 cm ocupó el primer lugar, superando aritméticamente a la variedad Roja que obtuvo 6.70 cm. Sin embargo, es importante señalar que no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambas variedades tanto al 95% y al 99% de confianza, ya que ambas se encuentran en el mismo grupo estadístico.

La diferencia de 0.22 cm entre ambas variedades indica que, aunque numéricamente la variedad Cristal White Wax presenta un ligero mayor diámetro de bulbo, esta diferencia no es estadísticamente relevante. Esto sugiere que ambas variedades tienen un comportamiento similar en cuanto al desarrollo del diámetro del bulbo bajo las condiciones experimentales.

Figura 10. Diámetro de bulbo en cm para las dos variedades



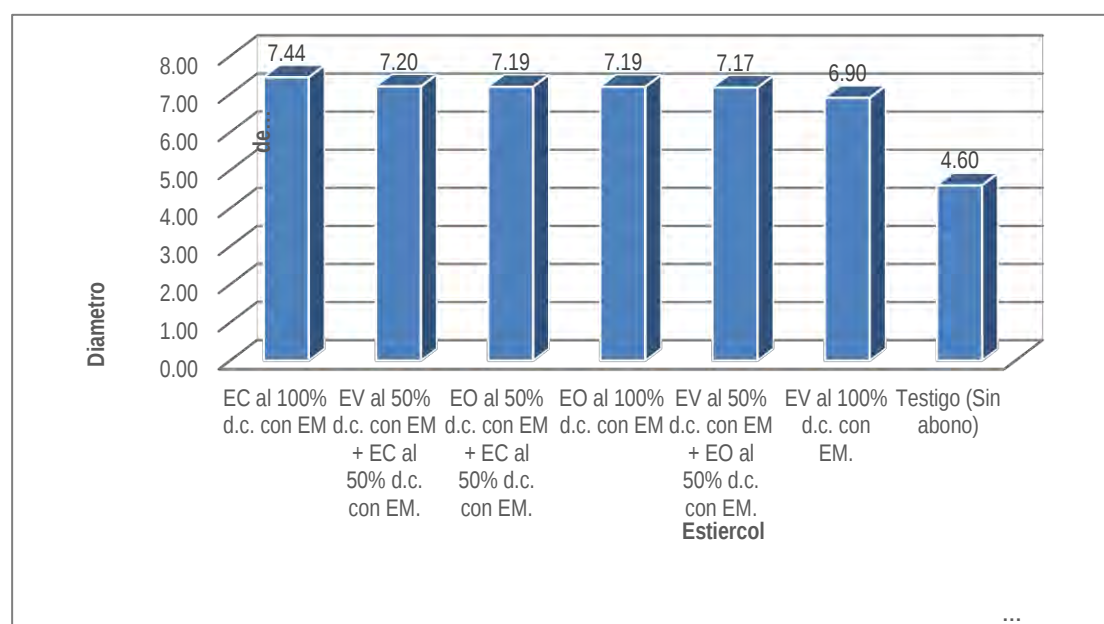
La Figura 10, complementa visualmente los resultados de la prueba Tukey, mostrando gráficamente las pequeñas diferencias en diámetro de bulbo entre ambas variedades. El gráfico de barras evidencia que la variedad Cristal White Wax (6.92 cm) presenta una ligera ventaja numérica sobre la variedad Roja (6.70 cm), pero confirma que esta diferencia es mínima y no significativa estadísticamente, lo que indica que ambas variedades son igualmente apropiadas para la producción de bulbos con diámetros comerciales similares bajo las condiciones de fertilización orgánica con EM evaluadas en el estudio.

Tabla 23

Prueba Tukey estiércoles compostados con EM para diámetro de bulbo de planta en (cm).

N° de Orden	Estiércoles compostados con EM	Diámetro bulbo (cm)	Significancia de Tukey	
			5%	1%
I	EC+EM al 100%	7.44	A	A
II	EV+EM al 50% + EC+EM al 50%	7.20	A	A
III	EO+EM al 50% + EC+EM al 50%	7.19	A	A
IV	EO+EM al 100%	7.19	A	A
V	EV+EM al 50% d.c. con EM + EO+EM al 50%	7.17	A	A
VI	EV+EM al 100%	6.90	A	A
VII	Testigo (Sin abono)	4.60	B	B

Figura 11. Estiércoles compostados con microorganismos eficientes para diámetro de bulbo planta en (cm).



La Tabla 23 y la Figura 11, presentan información complementaria sobre el efecto de los estiércoles compostados con microorganismos eficientes para el diámetro de bulbo de cebolla. En la representación gráfica se visualizan claramente los datos numéricos de la Tabla 23, confirmando la consistencia de los resultados obtenidos.

De la tabla 23. Prueba Tukey abonos compostados con EM para diámetro de bulbo planta en cm, se desprende que los tratamientos con estiércol compostados con EM mostraron un comportamiento estadísticamente homogéneo. Del análisis conjunto se desprende que los abonos compostados con microorganismos eficientes para diámetro bulbo en cm, mostraron un comportamiento estadísticamente homogéneo. En primer lugar, el tratamiento EC+EM al 100% alcanzó mayor diámetro de bulbo de 7.44 cm, seguido en segundo lugar EV+EM al 50% + EC+EM al 50% obteniendo 7.20 cm y en ultimo último lugar el tratamiento testigo (sin abono) cuenta con un promedio de 4.60 cm de diámetro de bulbo con probabilidades 95% y al 99% de confianza.

Por tanto, con probabilidades al 99% de confianza los grupos estadísticos se distribuyen de la siguiente manera en el grupo A se encuentran los abonos orgánicos EC+EM al 100%, EV+EM al 50% + EC+EM al 50%, EO+EM al 50% + EC+EM al 50%, EO+EM al 100%, EV+EM al 50% compostado con EM + EO+EM al 50% y EV+EM al 100% con promedios que oscilan entre 7.44 a 6.90 cm de de diámetro bulbo en cm la diferencia más contundente se observa con el testigo (sin abono) que alcanzó apenas 4.60 cm, ubicándose en el grupo estadístico B. Esta diferencia representa incrementos del 71% al 85% cuando se aplica fertilización orgánica con microorganismos eficientes, evidenciando la importancia crítica de la fertilización para el desarrollo vegetativo.

La Figura 11, complementa estos resultados mostrando visualmente la uniformidad de los tratamientos orgánicos (oscilando entre 7.44 y 6.90 cm) versus el marcado contraste con el testigo (4.60 cm). Los resultados demuestran que los microorganismos eficientes

potencian considerablemente el desarrollo del diámetro bulbo independientemente del tipo de estiércol utilizado, proporcionando flexibilidad al productor sin comprometer la calidad del producto final.

Tabla 24

ANVA auxiliar variedades de cebolla x estiércol compostados con microorganismos eficientes, para diámetro de bulbo de planta en (cm).

F de V.	GL	SC	CM	FC	FT		SIGNIF	
					0.05	0.01		
Variedades *EV al 100% c. con EM.	1	0.008	0.008	0.012	4.091	7.333	NS	NS
Variedades *EO al 100% c. con EM	1	3.341	3.341	5.168	4.091	7.333	*	NS
Variedades *EC al 100% c. con EM	1	0.351	0.351	0.542	4.091	7.333	NS	NS
Variedades *EV al 50% c. con EM + EO al 50% c. con EM.	1	1.348	1.348	2.085	4.091	7.333	NS	NS
Variedades *EV al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	1	4.068	4.068	6.293	4.091	7.333	*	NS
Variedades *EO al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	1	0.004	0.004	0.006	4.091	7.333	NS	NS
Variedades *Testigo (Sin abono)	1	12.553	12.553	19.416	4.091	7.333	*	*
Estiércoles compostados con EM*Var. Cristal White Wax	6	62.600	10.433	0.062	2.342	3.305	NS	NS
Estiércoles compostados con EM*Var. Roja	6	5.304	0.884	0.731	2.342	3.305	NS	NS
Error exp.	39	25.2132	0.6465					

La Tabla 24, presenta el ANVA auxiliar de variedades de cebolla por estiércol compostados con EM para diámetro de bulbo de planta en centímetros. Este análisis permite evaluar las interacciones específicas entre variedades y los estiércoles compostados con microorganismos eficientes en el efecto del desarrollo del diámetro del bulbo.

Para el análisis de los efectos, se observa que las variedades con estiércoles comportados con microorganismos eficientes nos muestran diferencias significativas entre variedades. Para las fuentes de variabilidad variedades* Variedades *EO al 100% compostado con EM y Variedades *EV al 50% compostado con EM + EC al 50% compostado con EM presentaron valores de Fc significativos con probabilidades al 95%.

En cuanto a las fuentes de variabilidad estiércoles compostados con EM para las dos variedades Cristal White Wax y Var. Roja no es significativa con probabilidades al 95 y 99%.

6.3. Peso de bulbo (gr.)

Tabla 25

Peso del bulbo en planta (gr.).

Variedades	Cristal White Wax							Roja							Total
Estiércoles compostados con EM	EV al 100% con EM.	EO al 100% con EM	EC al 100% con EM	EV al 50% con EM + EO al 50% con EM.	EV al 50% con EM + EC al 50% con EM.	EO al 50% con EM + EC al 50% con EM.	Testigo (Sin abono)	EV al 100% con EM.	EO al 100% con EM	EC al 100% con EM	EV al 50% con EM + EO al 50% con EM.	EV al 50% con EM + EC al 50% con EM.	EO al 50% con EM + EC al 50% con EM.	Testigo (Sin abono)	
Bloque															
I	145.34	202.70	205.89	135.49	181.98	135.11	71.52	202.49	248.72	288.72	172.53	178.37	195.85	95.63	2460.32
II	133.98	152.11	169.46	113.70	143.26	134.59	72.92	151.31	152.32	183.94	176.27	157.24	216.83	143.04	2100.96
III	106.05	167.89	144.94	216.07	155.43	155.54	72.92	179.37	72.92	181.16	166.08	196.95	180.19	108.74	2104.24
IV	123.64	168.83	137.98	169.53	208.93	138.50	77.19	198.58	180.64	164.82	129.26	91.68	208.04	97.23	2094.85
Suma	509.01	691.53	658.26	634.79	689.59	563.74	294.55	731.74	654.59	818.63	644.14	624.24	800.91	444.64	8760.36
Promedio	127.25	172.88	164.56	158.70	172.40	140.93	73.64	182.94	163.65	204.66	161.03	156.06	200.23	111.16	156.44
Variedad	Cristal White Wax							Roja							Total
Suma	4041.47							4718.90							8760.36
Promedio	144.34							168.53							156.44
Tipos de estiércol compostado con EM	EV al 100% con EM.	EO al 100% con EM	EC al 100% con EM	EV al 50% con EM + EO al 50% con EM.	EV al 50% con EM + EC al 50% con EM.	EO al 50% con EM + EC al 50% con EM.	Testigo (Sin abono)								Total
Suma	1240.75	1346.13	1476.89	1278.92	1313.84	1364.65	739.19								8760.36
Promedio	155.09	168.27	184.61	159.87	164.23	170.58	92.40								156.44

Nota* Descripción del efecto de los estiércoles compostados con EM en peso de bulbo en planta (g/bulbo) Donde: EV; Estiércol de vacuno, EO; Estiércol de Ovino, EC; estiércol de cuy y EM; Microorganismos eficientes.

Tabla 26

ANVA para peso de bulbo en planta (gr.).

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT		SIGNIF	
					0.05	0.01		
Bloques	3	6957.98	2319.33	2.056	2.85	4.33	NS	NS
Tratamiento	13	62450.99	4803.92	4.26	1.98	2.62	*	*
Variedades	1	8194.88	8194.88	7.26	4.09	7.33	*	NS
Estiércol +EM	6	42471.97	7078.66	6.27	2.34	3.31	*	*
Variedades*Estiércol +EM	6	11784.14	1964.02	1.74	2.34	3.31	NS	NS
Error Experimental	39	43999.85	1128.20					
Total	55	113408.82	CV=	21.47				

La Tabla 26. Análisis de varianza (ANVA) para la variable peso de bulbo en planta (gr/bulbo) en el cultivo de cebolla considerando dos variedades y diferentes niveles de estiércol compostado con EM, se desprende que: No existen diferencias estadísticas significativas entre los bloques, esto nos da indicios de que la distribución fue homogénea. Mientras que, para tratamientos, posee un nivel de significancia al 99% de probabilidad de hallar diferencias estadísticas significativas. Para variedades, se encontró diferencias estadísticas significativas solo al 95% en cuanto al peso de bulbo. El factor estiércol con EM mostró diferencias estadísticas altamente significativas al 1%, evidenciando que los diferentes niveles de aplicación de estiércol compostado influyen significativamente en el peso del bulbo. La interacción variedad*estiércol con microorganismos eficientes no presentó diferencias estadísticas significativas, sugiriendo que ambas variedades responden de manera similar a los diferentes tipos y niveles de fertilización orgánica aplicada en cuanto a peso de bulbo en gramos. Con un coeficiente de variabilidad de 21.47% lo cual señala que el los dato analizado presenta una variabilidad moderada pero aún dentro de rangos aceptables para este tipo de investigación.

Tabla 27

Prueba de Tukey para las combinaciones de variedades por estiércol compostado con EM para el peso del bulbo de planta en (g).

N° de Orden	Combinación variedades por estiércol compostado con EM	Peso bulbo (gr./bulbo)	Significancia de Tukey	
			ALS (5%) = 3.57 ALS (1%) = 4.20	
			5%	1%
I	(T10) Var. Roja*EC al 100% c. con EM	204.66	A	A
II	(T13) Var. Roja*EO al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	200.23	A	A
III	(T8) Var. Roja*EV al 100% c. con EM.	182.94	A B	A
IV	(T2) Var. Cristal White Wax*EO al 100% c. con EM	172.88	A B	A B
V	(T5) Var. Cristal White Wax*EV al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	172.40	A B	A B
VI	(T3) Var. Cristal White Wax*EC al 100% c. con EM	164.57	A B	A B
VII	(T9) Var. Roja*EO al 100% c. con EM	163.65	A B	A B
VIII	(T11) Var. Roja*EV al 50% c. con EM + EO al 50% c. con EM.	161.04	A B	A B
IX	(T4) Var. Cristal White Wax*EV al 50% c. con EM + EO al 50% c. con EM.	158.70	A B	A B
X	(T12) Var. Roja*EV al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	156.06	A B C	A B
XI	(T6) Var. Cristal White Wax*EO al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	140.94	A B C	A B
XII	(T1) Var. Cristal White Wax*EV al 100% c. con EM.	127.25	A B C	A B
XIII	(T14) Var. Roja*Testigo (Sin abono)	111.16	B C	A B
XIV	(T7) Var. Cristal White Wax*Testigo (Sin abono)	73.64	C	B

La Tabla 27. Prueba de Tukey para el tratamiento de peso de bulbo (en g): se desprende que T10 (T10, Var. Roja*EC al 100% compostados con EM) tiene un peso de 204.66 g. ocupa el primer lugar y fue estadísticamente superior a los demás tratamientos en estudio al 95% y al 99% de confianza. Los T13 (Var. Roja*EO al 50% compostados con EM + EC al 50% compostados con EM.) con 200.23 gr en segundo lugar, el T8 (Var. Roja*EV al 100% compostados con EM.) con un promedio de 182.94 gr. en tercer lugar y en último lugar T7 la Var. Cristal White Wax*Testigo (Sin abono) con un promedio de 73.64 gr.

En razón a los grupos estadísticos con probabilidades al 95% de confianza son iguales en el grupo A los tratamientos T10, T13, T8, T2, T5, T3, T9, T11, T4, T12, T6, T1 con un peso en que oscilan entre 204.66 y 127.25 gr. En el segundo grupo B se encuentran los tratamientos T8, T2, T5, T3, T9, T11, T4, T12, T6, T1, T14 y ocuparon lugares intermedios con un promedio que osciló de 182.94 a 111.16 gr. y en el grupo C se

encuentran los tratamientos T12, T6, T1, T14, T7 con un promedio de 156.06 a 73.64 gr. ocupando el último lugar.

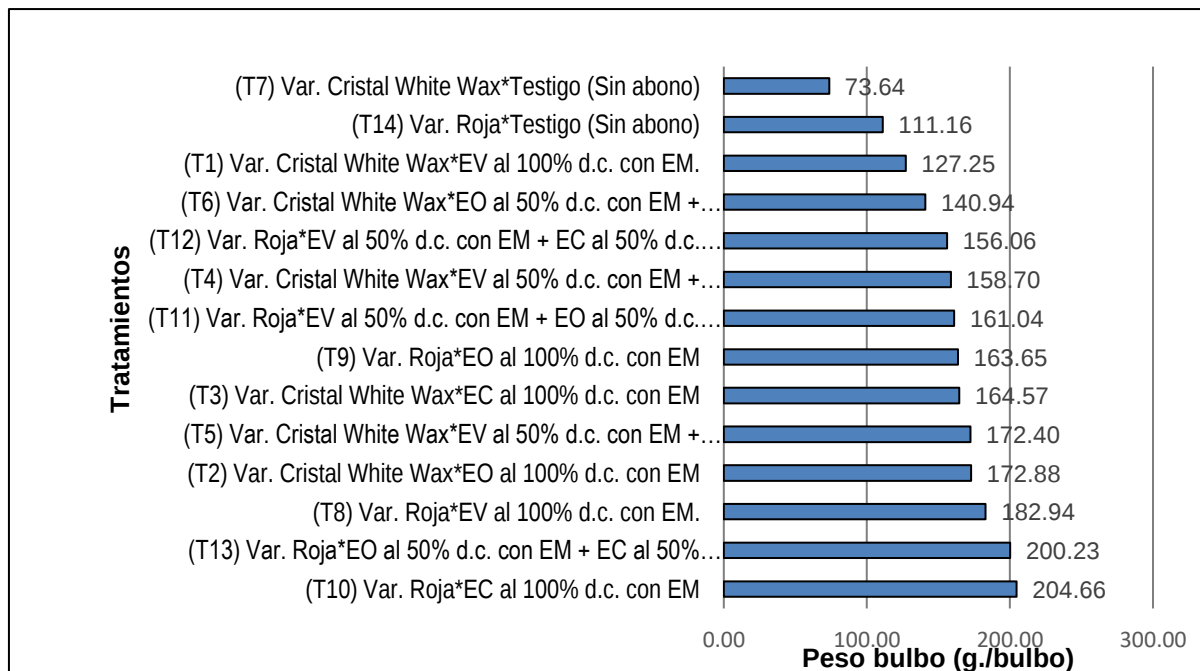
En razón a los grupos estadísticamente iguales se encuentran en el grupo A y ocupan el primer lugar tanto al 99% de confianza. Los tratamientos T10, T13, T8, T2, T5, T3, T9, T11, T4, T12, T6, T1, T14 con un peso de bulbo entre 204.66 y 111.16 gr. y en el grupo B estadístico se encuentran T2, T5, T3, T9, T11, T4, T12, T6, T1, T14, T7 ocupando el último lugar al 99% de confianza.

Estos resultados son consistentes con estudios previos, como el de (Quezada, 2011) quien encontró diferencias estadísticas entre variedades de cebolla (Navideña y Perilla) en su respuesta a la fertilización orgánica. El estudio concluyó que la respuesta en diámetro de bulbo depende tanto del tipo de abono como de la variedad cultivada.

Los hallazgos se correlacionan con los de Mamani (2023), quien también encontró que la aplicación de abonos enriquecidos con EM-1 resultó estadísticamente significativa para el peso unitario del bulbo. Mamani registró el mayor peso con el tratamiento de Humus + EM (294.63 g), siendo este valor superior al máximo obtenido en esta investigación (204.66 g). Esta diferencia en magnitud puede deberse al tipo de enmienda orgánica utilizada (humus vs. estiércol puro/mezclado) y al potencial genético de la variedad 'Ilabaya' en su estudio.

Los resultados son parcialmente consistentes con Cruz (2013), quien también usó estiércol de ovino y encontró que el tratamiento de ovino (T1) obtuvo el mayor peso de bulbo (121.09 g). Sin embargo, Cruz reportó que las diferencias entre tratamientos no fueron significativas. En contraste, esta investigación sí demostró una clara diferencia estadística entre los tratamientos superiores (I y II) y los inferiores, lo cual indica que la tecnología EM utilizada para el compostaje en esta tesis optimizó la disponibilidad de nutrientes a un nivel que sí generó una distinción estadísticamente significativa en el peso del bulbo.

Figura 12. Combinación para peso de bulbo en (gr)



La figura 12, muestra la combinación para peso de bulbo en g/bulbo, donde se observa una clara diferenciación entre los tratamientos aplicados. Los resultados indican que el tratamiento con Var. Roja*EO al 100% compostado con EM alcanzó el mayor peso con 204.66 g/bulbo, seguido muy de cerca por Var. Roja*EO al 50% compostado con EM + EO al 50% de con EM con 200.23 g/bulbo y Var. Roja*EV al 100% compostado con EM con 182.94 g/bulbo.

Los tratamientos que utilizaron estiércol compostado con EM mostraron pesos superiores, oscilando entre 127.25 y 204.66 g/bulbo, lo que demuestra la efectividad de estos abonos orgánicos en el desarrollo y acumulación de biomasa en el bulbo de cebolla. En este parámetro, la variedad Roja mostró una superioridad marcada sobre la variedad Cristal White Wax, especialmente en los tratamientos con mayor concentración de estiércol orgánico.

Los tratamientos testigo (sin abono) mostraron los menores valores: Var. Roja*Testigo con 111.16 g/bulbo y Var. Cristal White Wax*Testigo con apenas 73.64

g/bulbo, evidenciando la importancia crítica de la fertilización orgánica para el desarrollo adecuado del peso del bulbo.

Tabla 28

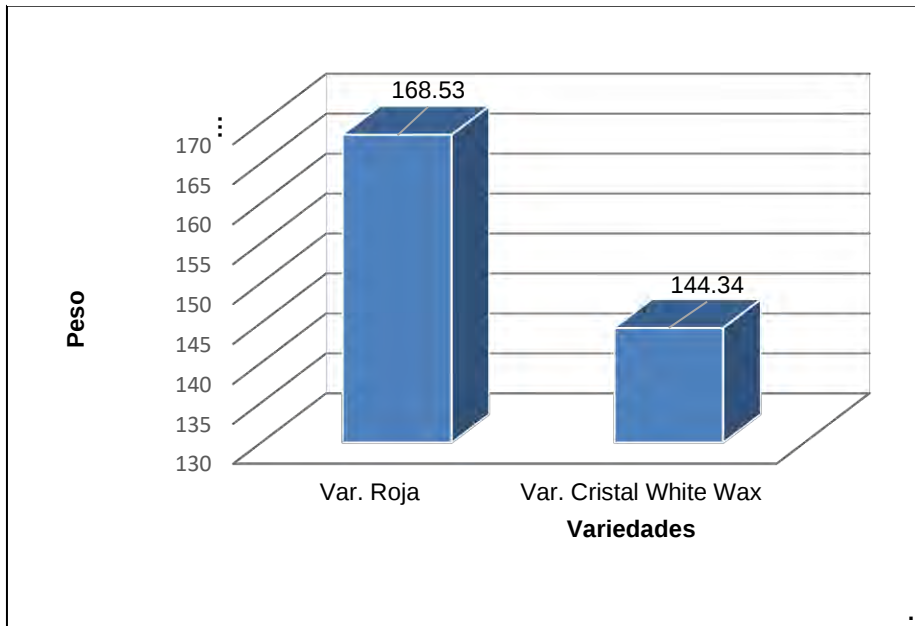
Prueba Tukey de la variedad de cebolla por peso del bulbo de la planta (gr.)

N° de Orden	Variedades	Peso bulbo (g./bulbo)	Significancia de Tukey	
			5%	1%
I	Var. Roja	168.53	A	A
II	Var. Cristal White Wax	144.34	B	A

La Tabla 28. Prueba Tukey especies de cebolla peso bulbo planta (gr.), se desprende que la variedad Roja con un peso promedio de 168.53 gr. ocupó el primer lugar y fue estadísticamente superior a la variedad Cristal White Wax tanto al 95% como al 99% de confianza. La variedad Cristal White Wax con un peso promedio de 144.34 gr. ocupó el segundo lugar, mostrando diferencias estadísticamente significativas respecto a la variedad Roja en ambos niveles de confianza.

La diferencia de 24,19 gr. Entre ambas variedades representa aproximadamente un 16.8% de superioridad de la variedad Roja sobre la Cristal White Wax. Esta diferencia significativa indica que la variedad Roja presenta un mejor comportamiento agronómico en cuanto a la acumulación de biomasa en el bulbo, lo que se traduce en mayor peso comercial del producto final. Esta superioridad se debe a las características genéticas propias de la variedad Roja que le permiten una mejor eficiencia en la translocación y acumulación de fotosintatos hacia el órgano de reserva.

Figura 13. Variedad de cebolla peso gr. de bulbo planta



La Figura 13, complementa visualmente los resultados de la prueba Tukey, mostrando claramente la diferencia sustancial en peso de bulbo entre ambas variedades. El gráfico de barras evidencia que la variedad Roja (168.53 gr) supera notoriamente a la variedad Cristal White Wax (144.34 gr), confirmando los resultados estadísticos obtenidos. Esta diferencia visual es más pronunciada que la observada en otros parámetros como altura de planta o diámetro de bulbo, lo que sugiere que el peso del bulbo es el parámetro donde se expresan más claramente las diferencias varietales bajo las condiciones de fertilización orgánica con EM evaluadas en el estudio.

Tabla 29

Prueba Tukey estiércol compostado con EM para peso de bulbo de planta en (gr.)

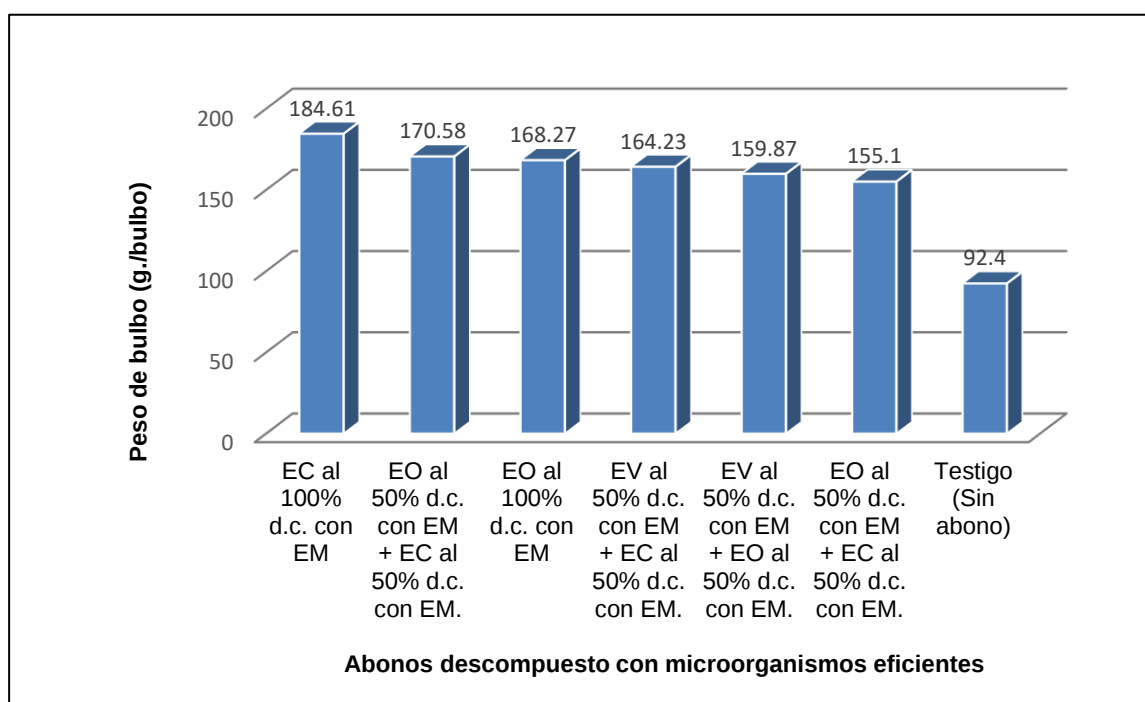
N° de Orden	Estiércoles compostados con EM	Peso bulbo (g./bulbo)	Significancia de Tukey	
			5%	1%
I	EC al 100% c. con EM	184.61	A	A
II	EO al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	170.58	A	A
III	EO al 100% c. con EM	168.27	A	A
IV	EV al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	164.23	A	A
V	EV al 50% c. con EM + EO al 50% c. con EM.	159.87	A	A
VI	EV al 100% c. con EM.	155.1	A	A
VII	Testigo (Sin abono)	92.4	B	B

La Tabla 29. “Prueba de Tukey” estiércol compostado con microorganismos eficientes para el peso del bulbo en gr. se desprende que los tratamientos con estiércol compostados con EM mostraron un comportamiento estadísticamente homogéneo. Del análisis conjunto se desprende que los abonos compostados con microorganismos eficientes para peso bulbo en gr. mostraron un comportamiento estadísticamente homogéneo. En primer lugar, el tratamiento EC al 100% compostado con EM alcanzó mayor peso en 184.61 gr. seguido en segundo lugar EO al 50% compostado con EM + EC al 50% compostado con EM obteniendo 170.58 gr y en ultimo último lugar el tratamiento testigo (sin abono) cuenta con un promedio de 92.4 gr de peso bulbo con probabilidades al 99% de confianza.

Por tanto, con probabilidades al 95 y 99% de confianza los grupos estadísticos se distribuyen de la siguiente manera en el grupo A se encuentran los abonos orgánicos EC al 100% compostado con EM, EO al 50% compostado con EM + EC al 50% compostado con EM, EO al 100% compostado con EM, EV al 50% compostado con EM + EC al 50% compostado con EM, EV al 50% compostado con EM + EO al 50% compostado con EM y EV al 100% compostado con EM con promedios que oscilan entre 184.61 a 155.1 gr de

peso bulbo, la diferencia más contundente se observa con el testigo (sin abono) que alcanzó apenas 92.4 gr el único, ubicándose en el grupo estadístico B. Esta diferencia representa incrementos del 68% al 100% cuando se aplica fertilización orgánica con microorganismos eficientes, evidenciando la importancia crítica de la fertilización para el desarrollo vegetativo.

Figura 14. Peso de bulbo en gr para estiércol descompuesto con EM.



La Figura 14, complementa estos resultados mostrando visualmente la uniformidad de los tratamientos orgánicos (oscilando entre 184.61 y 155.1 gr/bulbo) versus el marcado contraste con el testigo (92.4 g/bulbo). Los resultados demuestran que los microorganismos eficaces potencian significativamente la acumulación de biomasa en el bulbo independientemente del tipo de estiércol utilizado, duplicando prácticamente el peso del bulbo comparado con plantas no fertilizadas, lo que representa un impacto económico considerable para el productor.

Tabla 30

ANVA auxiliar variedades x estiércol compostado con EM y estiércol compostado con EM para las variedades esto para la variable peso de bulbo en gr.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT		SIGNIF	
					0.05	0.01		
Variedades *EV al 100% c. con EM.	1	6201.226	6201.226	5.497	4.091	7.333	*	NS
Variedades *EO al 100% c. con EM	1	170.561	170.561	0.151	4.091	7.333	NS	NS
Variedades *EC al 100% c. con EM	1	3214.977	3214.977	2.850	4.091	7.333	NS	NS
Variedades *EV al 50% c. con EM + EO al 50% c. con EM.	1	10.923	10.923	0.010	4.091	7.333	NS	NS
Variedades *EV al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	1	533.844	533.844	0.473	4.091	7.333	NS	NS
Variedades *EO al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	1	7031.616	7031.616	6.233	4.091	7.333	*	NS
Variedades *Testigo (Sin abono)	1	2815.872	2815.872	2.496	4.091	7.333	NS	NS
Estiércoles compostados con EM*Var. Cristal White Wax	6	30078.450	5013.075	4.443	2.342	3.305	*	*
Estiércoles compostados con EM*Var. Roja	6	24177.656	4029.609	3.572	2.342	3.305	*	*
Error exp.	39	43999.8526	1128.2013					

La Tabla 30, presenta el ANVA auxiliar de variedades por estiércol compostado con EM para la variable peso de bulbo en gramos. Este análisis permite evaluar las interacciones específicas entre variedades y tratamientos de fertilización orgánica en el desarrollo del peso del bulbo.

En el análisis de los efectos de las variedades dentro de cada tratamiento, se observa que ninguno de los tratamientos con estiércoles compostados con EM mostró diferencias significativas entre variedades para las fuentes de variabilidad Variedades*EV+EM al 100% se observa que existen diferencias significativas al 95% de probabilidad, Variedades*EO+EM al 100%, Variedades*EO+EM al 100%, y todas las combinaciones de Variedades*EV+EM al 50% + EO+EM al 50% presentaron valores de Fc que oscilan entre 0.151 y 6.233, todos por debajo del valor crítico de 4.091, resultandos no significativos tanto al 95% como al 99% de confianza.

Se muestra en el cuadro de análisis varianza auxiliar que las Variedades *EO al 50% d.c. con EM + EC al 50% d.c. con EM. Con probabilidades al 95% es significativo. Particularmente es notable que incluso la Variedades*Testigo Sin abono, no mostró

diferencias significativas entre variedades con un valor F_c de 2.496, a diferencia de otros parámetros evaluados donde sí se observaron diferencias varietales en ausencia de estiércoles compostados con microorganismos eficientes.

En cuanto a los efectos de los estiércoles compostados con microorganismos eficientes dentro de cada variedad, ambas variedades mostraron respuestas diferenciales altamente significativas. La variedad Cristal White Wax presentó un valor F de 4.443 significativo al 95 y 99%, mientras que la variedad Roja mostró un valor F de 3.572 también significativo al 95 y 99%. Estos resultados confirman que ambas variedades responden de manera diferente a los distintos tipos y concentraciones de estiércol compostado con EM, aunque la magnitud de la respuesta es similar entre ellas.

6.4. Rendimiento por unidad experimental

Tabla 31

Rendimiento en kg/8m².

Variedades	Variedad Cristal White Wax							Variedad Roja							Total
Estiércoles compostados con EM	EV+ EM al 100%	EO+ EM al 100%	EC+ EM al 100%	EV+ EM al 50% + EO+ EM al 50%	EV+ EM al 50% + EC+ EM al 50%	EO+ EM al 50% + EC+ EM al 50%	Testigo (Sin abono)	EV+ EM al 100%	EO+ EM al 100%	EC+ EM al 100%	EV+ EM al 50% + EO+ EM al 50%	EV+ EM al 50% + EC+ EM al 50%	EO+ EM al 50% + EC+ EM al 50%	Testigo (Sin abono)	
Bloque															
I	7.80	10.20	14.40	7.14	11.12	8.54	5.89	12.35	11.25	15.85	10.74	10.18	11.70	5.50	142.66
II	8.37	8.56	8.43	10.04	7.74	8.77	5.55	9.76	7.85	13.01	12.97	10.34	14.42	4.39	130.20
III	7.46	9.27	5.87	8.75	10.94	7.69	5.78	15.25	6.78	14.03	9.71	12.63	13.85	4.48	132.49
IV	7.46	9.27	5.87	8.75	10.94	7.69	5.97	15.25	6.78	14.03	9.71	12.63	13.85	5.48	133.68
Suma	31.09	37.3	34.57	34.68	40.74	32.69	23.19	52.61	32.66	56.92	43.13	45.78	53.82	19.85	539.03
Promedio	7.77	9.33	8.64	8.67	10.19	8.17	5.8	13.15	8.17	14.23	10.78	11.45	13.46	4.96	9.63
Variedad	Variedad Cristal White Wax							Variedad Roja							
Suma	234.26							304.77							539.03
Promedio	8.37							10.88							9.63
Tipos de estiércol compostado con EM	EV+ EM al 100%.		EO+ EM al 100%		EC+ EM al 100%		EV+ EM al 50% + EO+ EM al 50%		EV+ EM al 50% + EC+ EM al 50%		EO+ EM al 50% + EC+ EM al 50%		Testigo (Sin abono)		
Suma	83.70		69.96		91.49		77.81		86.52		78.47		43.04		539.03
Promedio	10.46		8.75		11.44		9.73		10.82		9.81		5.38		9.63

Nota* Descripción del efecto de los estiércoles compostados con EM Rendimiento por unidad experimental (kg/8m².) Donde: EV; Estiércol de vacuno, EO; Estiércol de Ovino, EC; estiércol de cuy y EM; Microorganismos eficientes.

Tabla 32*ANVA para peso en kg/8m²*

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT		SIGNIF	
					0.05	0.01		
Bloques	3	6.39	2.13	0.73	2.85	4.33	NS	NS
Tratamiento	13	397.25	30.56	10.44	1.98	2.62	*	*
Variedades	1	88.78	88.78	30.34	4.09	7.33	*	*
Estiércol ^{+EM}	6	204.92	34.15	11.67	2.34	3.31	*	*
Variedades*Estiércol ^{+EM}	6	103.55	17.26	5.90	2.34	3.31	*	*
Error Experimental	39	114.12	2.93					
Total	55	517.77	CV=	17.77				

La Tabla 32. Análisis de varianza (ANVA) para la variable peso en kg/8m² en el cultivo de cebolla considerando dos variedades y diferentes niveles de estiércol compostados con EM, se desprende que: No existen diferencias estadísticas significativas entre los bloques, esto nos da indicios de que la distribución fue homogénea. Mientras que, para tratamientos, posee un nivel de significancia del 1% mostrando un 99% de probabilidad de hallar diferencias estadísticas significativas. Para variedades, se encontraron diferencias estadísticas significativas al 5%, indicando que existe diferencia entre las dos variedades evaluadas en cuanto al peso por unidad de área. El factor estiércol con EM mostró diferencias estadísticas altamente significativas al 1%, evidenciando que los diferentes niveles de aplicación de estiércol compostado influyen significativamente en el peso por metro cuadrado. La interacción variedad*estiércol con EM también presentó diferencias estadísticas significativas al 5%, sugiriendo que la respuesta de cada variedad varía según el tipo y nivel de fertilización orgánica aplicada en términos de peso por unidad de área. Con un coeficiente de variabilidad de 17.77% lo cual señala que el dato analizado expresa confiabilidad en los resultados obtenidos.

Tabla 33

Prueba Tukey para las combinaciones de variedades por estiércoles compostados con EM para kg/8m².

N° de Orden	Combinación variedades por estiércol compostado con EM	Peso kg/8m ²	Significancia de Tukey	
			5%	1%
I	(T10) Var. Roja*EC al 100% c. con EM	14.23	A	A
II	(T13) Var. Roja*EO al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	13.46	A B	A B
III	(T8) Var. Roja*EV al 100% c. con EM.	13.15	A B	A B C
IV	(T12) Var. Roja*EV al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	11.45	A B C	A B C D
V	(T11) Var. Roja*EV al 50% c. con EM + EO al 50% c. con EM.	10.78	A B C	A B C D E
VI	(T5) Var. Cristal White Wax*EV al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	10.19	A B C	A B C D E
VII	(T2) Var. Cristal White Wax*EO al 100% c. con EM	9.33	B C D	A B C D E F
VIII	(T4) Var. Cristal White Wax*EV al 50% c. con EM + EO al 50% c. con EM.	8.67	C D E	B C D E F
IX	(T3) Var. Cristal White Wax*EC al 100% c. con EM	8.64	C D E	B C D E F
X	(T6) Var. Cristal White Wax*EO al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	8.17	C D E	C D E F
XI	(T9) Var. Roja*EO al 100% c. con EM	8.17	C D E	C D E F
XII	(T1) Var. Cristal White Wax*EV al 100% c. con EM.	7.77	C D E	D E F
XIII	(T7) Var. Cristal White Wax*Testigo (Sin abono)	5.8	D E	E F
XIV	(T14) Var. Roja*Testigo (Sin abono)	4.96	E	F

La Tabla 33. Prueba Tukey para los tratamientos peso en kg/8m² área neta, se desprende que, T10 (Var. Roja*EC al 100% compostado con EM) con un peso de 14.23 kg ocupa el primer lugar y fue estadísticamente superior a los demás tratamientos en estudio al 95 y 99% de confianza. Los T13 (Var. Roja*EO al 50% compostado con EM + EC al 50% con EM.) con 13.46 kg en segundo lugar, el T8 (Var. Roja*EV al 100% compostado con EM.) con un promedio de 13.15 kg. en tercer lugar y en último lugar el T7 la Var. Cristal White Wax*Testigo (Sin abono) con un promedio de 4.96 kg.

Por tanto, los grupos estadísticos iguales son los siguientes. En el grupo estadístico A los tratamientos T10, T13, T8, T12, T5 con promedios entre 14.23 y 10.19 kg, luego en el grupo B los tratamientos T13, T8, T12, T11, T5, T2, con promedios entre 13.46 y 9.33 kg, en el grupo C los tratamientos T12, T11, T5, T2, T4, T3, T6, T9, T1 con promedios entre 11.45 y 7.77 kg, en el grupo D los tratamientos T2, T4, T3, T6, T9, T1, T7 con promedios entre 9.33 y 5.8 en el grupo E los tratamientos T4, T3, T6, T9, T1, T7, T14 con promedios entre

8.67 y 4.96 esto con probabilidades al 95% de confianza.

Por otra parte para la prueba de Tukey al 99% de confianza, los grupos estadísticamente iguales fueron los siguientes, para el grupo A los tratamientos T10, T13, T8, T12, T11, T5, T2 con promedios entre 14.23 y 9.33 kg, luego en el grupo B los tratamientos T13, T8, T12, T11, T5, T2, T4, T3 con promedios entre 13.46 y 9.33 kg, en el grupo C los tratamientos T8, T12, T11, T5, T2, T4, T3, T6, T9 con promedios entre 13.15 y 8.17 kg, en el grupo D los tratamientos T12, T11, T5, T2, T4, T3, T6, T9, T1 con promedios entre 11.45 y 7.77 kg, en el grupo E los tratamientos T11, T5, T2, T4, T3, T6, T9, T1, T7 con promedios entre 10.78 y 5.8 kg, en el grupo F los tratamientos T2, T4, T3, T6, T9, T1, T7, T14 con promedios entre 9.33 y 4.96 kg esto con probabilidades al 99% de confianza.

Mamani (2023), al evaluar la aplicación de abonos enriquecidos con EM-1 en cebolla, también encontró que los tratamientos orgánicos fueron estadísticamente significativos, con los mayores rendimientos obtenidos con Humus + Ema (44.69 kg/UE), superando significativamente al testigo (28.93 kg/UE). Esta diferencia puede atribuirse a la calidad del sustrato orgánico (Humus vs. Estiércol) y a las condiciones agroecológicas y variedad de cada sitio experimental. El humus, al ser un producto final del vermicompostaje, posee una disponibilidad de nutrientes generalmente mayor que un estiércol compostado.

Figura 15. Combinación para peso en kg/8m².

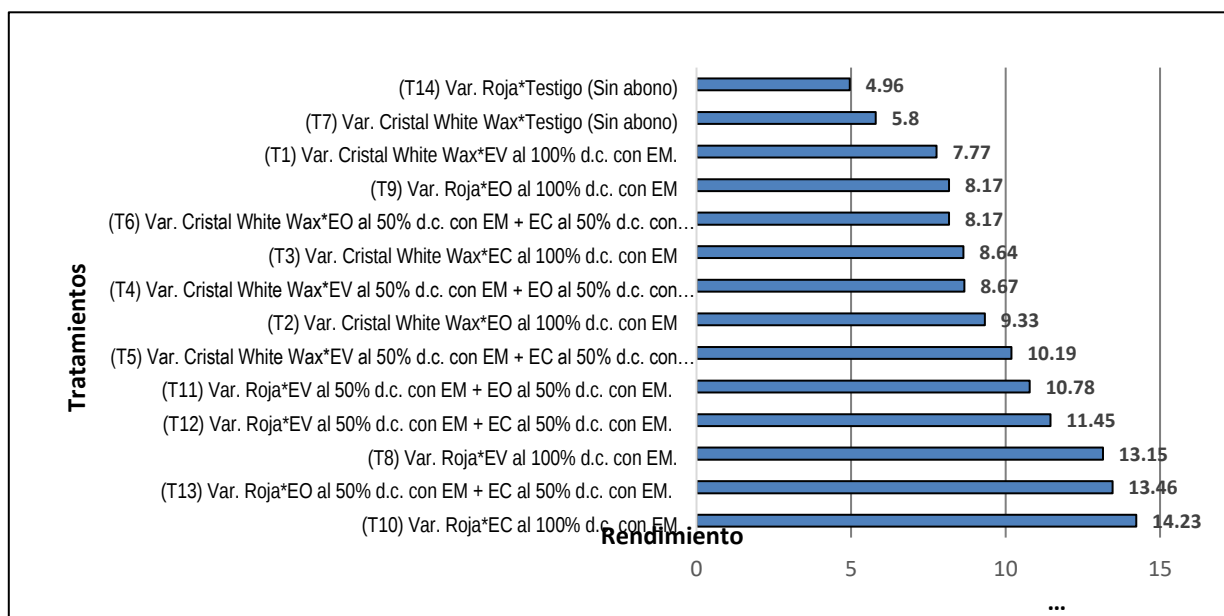


Figura 15, muestra la combinación para peso en kg/8m², donde se observa una clara diferenciación entre los tratamientos aplicados. Los resultados indican que el tratamiento con Var. Roja*EO al 100% compostado con microorganismos eficientes alcanzó el mayor rendimiento con 14.23 kg/8m², seguido por Var. Roja*EO al 100% compostado con microorganismos eficientes con 13.46 kg/8m² y Var. Roja*EV al 100% compostado con microorganismos eficientes con 13.15 kg/8m².

Los tratamientos que utilizaron estiércol compostado con EM mostraron rendimientos superiores, oscilando entre 7.77 y 14.23 kg/8m², lo que demuestra la efectividad de estos abonos orgánicos en la productividad por unidad de área del cultivo de cebolla. La variedad Roja mostró consistentemente mejores rendimientos que la variedad Cristal White Wax, especialmente en los tratamientos con concentraciones más altas de estiércol orgánico.

Los tratamientos con combinaciones de estiércoles (EV+EO al 50% cada uno) mostraron rendimientos intermedios pero satisfactorios, con valores entre 10.19 y 11.45 kg/8m², indicando que las mezclas también son efectivas para incrementar la productividad.

Los tratamientos testigo (sin abono) mostraron los menores rendimientos: Var. Roja*Testigo con 4.96 kg/8m² y Var. Cristal White Wax*Testigo con 5.8 kg/8m², evidenciando la importancia crítica de la fertilización orgánica para obtener rendimientos comercialmente viables.

Tabla 34

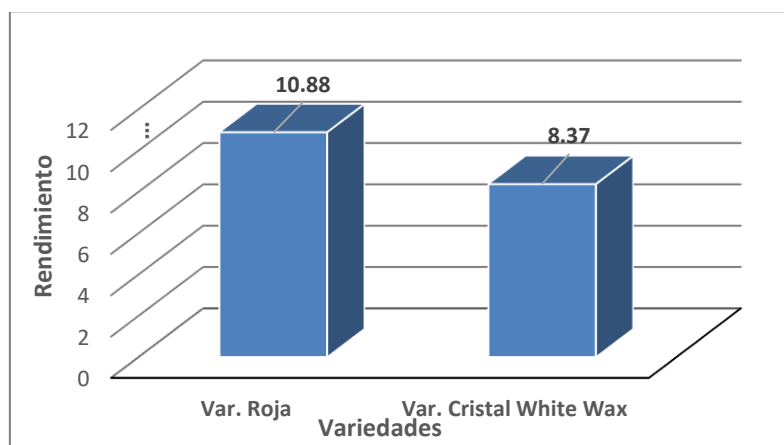
Prueba de Tukey rendimiento peso en kg/8m².

N° de Orden	Variedades	Peso kg/8m ²	Significancia de Tukey	
			5%	1%
I	Var. Roja	10.88	A	A
II	Var. Cristal White Wax	8.37	B	B

La Tabla 34. “Prueba de Tukey rendimiento peso en kg/8m²”, se desprende que la variedad Roja con un rendimiento promedio de 10.88 kg/8m² ocupó el primer lugar y fue estadísticamente superior a la variedad Cristal White Wax tanto al 95% como al 99% de confianza. La variedad Cristal White Wax con un rendimiento promedio de 8.37 kg/8m² ocupó el segundo lugar, mostrando diferencias estadísticamente significativas respecto a la variedad Roja en ambos niveles de confianza.

La diferencia de 2.51 kg/8m² entre ambas variedades representa aproximadamente un 30% de superioridad de la variedad Roja sobre la Cristal White Wax en términos de productividad por unidad de área. Esta diferencia significativa indica que la variedad Roja presenta un mejor comportamiento productivo bajo las condiciones experimentales evaluadas, lo que se traduce en mayor rentabilidad económica para el productor. La superioridad de la variedad Roja en rendimiento puede atribuirse a su mejor respuesta a la fertilización orgánica con EM, mayor eficiencia fotosintética y mejor adaptación a las condiciones ambientales locales.

Figura 16. Rendimiento de variedades de cebolla en



La Figura 16, complementa visualmente los resultados de la prueba Tukey, mostrando claramente la diferencia sustancial en rendimiento por unidad de área entre ambas variedades. El gráfico de barras evidencia que la variedad Roja (10.88 kg/8m²) supera notablemente a la variedad Cristal White Wax (8.37 kg/8m²), confirmando los resultados estadísticos obtenidos. Esta diferencia visual es considerable y representa un aspecto crucial para la toma de decisiones en la selección varietal, ya que el rendimiento por unidad de área es uno de los parámetros más importantes desde el punto de vista económico y productivo en el cultivo comercial de cebolla.

Tabla 35

Prueba Tukey estiércoles compostados con EM para peso en kg/8m².

ALS (5%) = 1.20

ALS (1%) = 2.64

N° de Orden	Estiércoles compostados con EM	Peso kg/8m²	Significancia de Tukey	
			5%	1%
I	EC al 100% d.c. con EM	11.44	A	A
II	EV al 50% d.c. con EM + EC al 50% d.c. con EM.	10.82	A B	A
III	EO al 50% d.c. con EM + EC al 50% d.c. con EM.	10.81	A B	A
IV	EV al 100% d.c. con EM.	10.46	A B	A
V	EV al 50% d.c. con EM + EO al 50% d.c. con EM.	9.73	A B	A
VI	EO al 100% d.c. con EM	8.75	B	A
VII	Testigo (Sin abono)	5.38	C	B

La Tabla 35 y la Figura 17, presentan información complementaria sobre el efecto de los estiércoles compostados con EM en el peso por unidad de área ($\text{kg}/8\text{m}^2$) área neta del cultivo de cebolla. La representación gráfica en donde se visualizan claramente los datos numéricos de la Tabla 35 estiércoles compostados con microorganismos eficientes para el peso en kg en un área neta de 8 m^2 de unidad experimental, se desprende que los tratamientos con estiércoles compostado con EM mostraron un comportamiento estadístico de la siguiente. Del análisis conjunto se desprende que los estiércoles compostados con microorganismos eficientes para peso de rendimiento en un área neta de 8 m^2 de la unidad experimental muestra. En primer lugar, el tratamiento EC al 100% compostado con EM con un promedio de 11.44 kg, seguido en segundo lugar EV al 50% d.c. con EM + EC al 50% compostado con EM obtuvo un promedio de 10.82 kg y en ultimo último lugar el tratamiento testigo (sin abono) cuenta con un promedio de 5.38 kg.

Por tanto, con probabilidades al 95% de confianza los grupos estadísticos se distribuyen de la siguiente manera para el grupo A se encuentran los tipos de abonos compostados EC al 100% compostado con EM, EV al 50% compostado con EM + EC al 50% compostado con EM, EO al 50% compostado con EM + EC al 50% compostado con EM, EV al 100% compostado con EM y EV al 50% compostado con EM + EO al 50% compostado con EM con promedios que oscilan entre 11.44 a 9.73 kg de peso, ubicándose en el grupo estadístico B los abonos compostados EV al 50% compostado con EM + EC al 50% compostado con EM, EO al 50% d.c. con EM + EC al 50% compostado con EM, EV al 100% compostado con EM, EV al 50% compostado con EM + EO al 50% compostado con EM y EO al 100% compostado con EM con promedios que van de 10.82 a 8.75 kg en 8 m^2 de área neta en una unidad experimental parcela y en el grupo C se encuentra el Testigo (Sin abono) con un promedio de 5.38 kg estas diferencias representando incrementos del 63% al 113% en rendimiento por unidad de área.

Figura 17. Peso de cebolla en kg/8m²

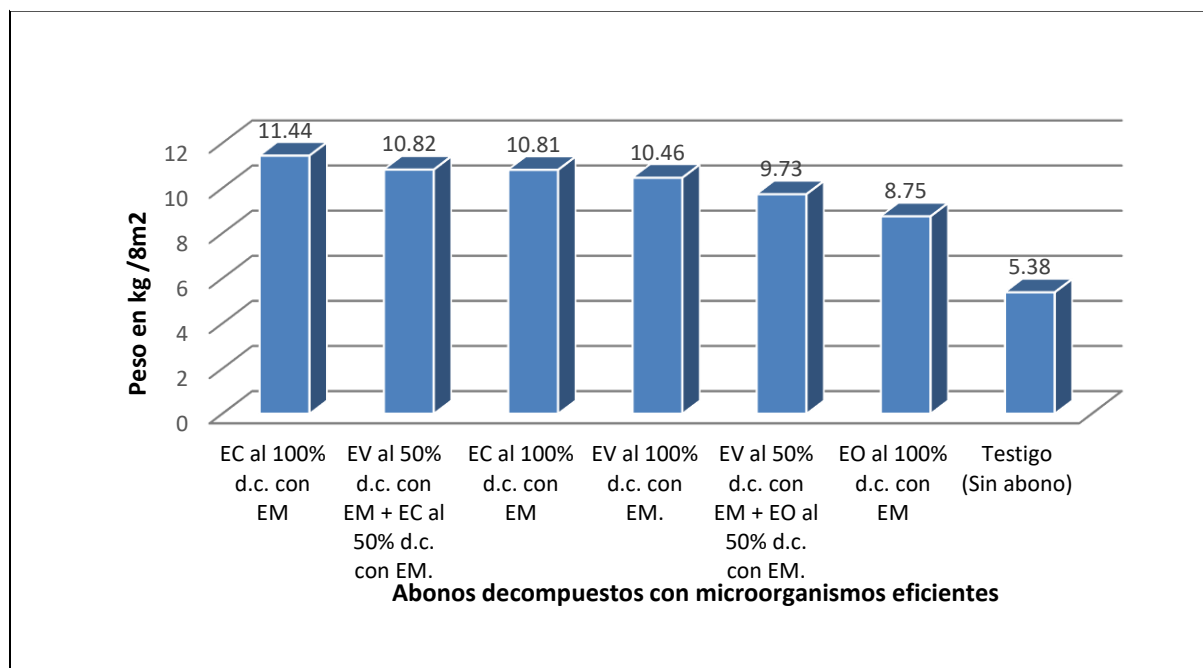


Figura 17, complementa estos resultados mostrando que los tratamientos con estiércol compostado con EM duplican aproximadamente el rendimiento comparado con el testigo. Los abonados compostados con microorganismos eficientes superaron al testigo entre 3.37 y 6.06 kg/8m², representando incrementos del 63% al 113% en rendimiento por unidad de área.

Tabla 36

*ANVA auxiliar variedades x estiércol compostados y estiércoles compostados con EM*variedades.*

F de V.	GL	SC	CM	FC	FT		SIGNIF	
					0.05	0.01		
Variedades *EV al 100% d.c. con EM.	1	57.889	57.889	19.783	4.091	7.333	*	*
Variedades *EO al 100% d.c. con EM	1	2.691	2.691	0.920	4.091	7.333	NS	NS
Variedades *EC al 100% d.c. con EM	1	62.440	62.440	21.339	4.091	7.333	*	*
Variedades *EV al 50% d.c. con EM + EO al 50% d.c. con EM.	1	8.925	8.925	3.050	4.091	7.333	*	*
Variedades *EV al 50% d.c. con EM + EC al 50% d.c. con EM.	1	3.175	3.175	1.085	4.091	7.333	NS	NS
Variedades *EO al 50% d.c. con EM + EC al 50% d.c. con EM.	1	55.810	55.810	19.073	4.091	7.333	*	*
Variedades *Testigo (Sin abono)	1	1.394	1.394	0.477	4.091	7.333	NS	NS
Abonos*Var. Cristal White Wax	6	45.537	7.589	2.594	2.342	3.305	*	NS
Abonos*Var. Roja	6	262.936	43.823	14.976	2.342	3.305	*	*
Error exp.	39	114.1189	2.9261					

La Tabla 36, presenta el ANVA auxiliar de variedades por estiércol compostado y estiércoles compostados con microorganismos eficientes por variedades para peso en kg en un área de 8 m² parcela neta. Este análisis permite evaluar las interacciones específicas entre variedades y tratamientos de fertilización orgánica en el rendimiento por unidad de área.

En el análisis de los efectos de las variedades dentro de cada tratamiento, se observan patrones interesantes de respuesta diferencial. Los tratamientos Variedades*EV_{+EM} al 100% y Variedades*EO_{+EM} al 100% mostraron diferencias significativas al 5% con valores F de 19.78 y 21.34 respectivamente, indicando que las variedades responden de manera diferente a estos tratamientos de alta concentración. Similarmente, el tratamiento Variedades*EO_{+EM} al 50% + EO_{+EM} al 50% presentó diferencias significativas al 5% con un valor F de 19.07.

Por el contrario, los tratamientos con combinaciones mixtas Variedades*EO+EM al 100%, Variedades*EV+EM al 50% + EO+EM al 50%, Variedades*EO+EM al 50% + EO+EM al 50%, y el testigo no mostraron diferencias significativas entre variedades, con valores F que oscilan entre 0.48 y 3.05, todos por debajo del valor crítico.

En cuanto a los efectos de los estiércoles dentro de cada variedad, ambas variedades mostraron respuestas diferenciales altamente significativas a los diferentes tratamientos. La variedad Cristal White Wax no presentó diferencias significativas (NS) con un valor F de 2.59, lo que sugiere un comportamiento de rendimiento más uniforme independientemente del tipo de estiércol aplicado. En contraste, la variedad Roja mostró diferencias altamente significativas con un valor F de 14.98 al 1% de confianza, indicando que esta variedad tiene mayor capacidad de respuesta diferencial a los distintos tipos y concentraciones de fertilización orgánica. El coeficiente de variabilidad experimental de 2.59% es notablemente bajo, indicando alta precisión en los datos de rendimiento. Los resultados sugieren que la variedad Roja presenta mayor plasticidad en su respuesta a distintos tratamientos de fertilización orgánica, mientras que la variedad Cristal White Wax mantiene un rendimiento más estable, pero potencialmente menos sensible a las variaciones en la fertilización.

6.5. Rendimiento t/ha

Tabla 37

Rendimiento t/ha

Variedades	Cristal White Wax							Roja							Total
Estiércoles compostados con EM	EV+ EM al 100%	EO+ EM al 100%	EC+ EM al 100%	EV+ EM al 50% + EO+ EM al 50%	EV+ EM al 50% + EC+ EM al 50%	EO+ EM al 50% + EC+ EM al 50%	Testigo (Sin abono)	EV+ EM al 100%	EO+ EM al 100%	EC+ EM al 100%	EV+ EM al 50% + EO+ EM al 50%	EV+ EM al 50% + EC+ EM al 50%	EO+ EM al 50% + EC+ EM al 50%	Testigo (Sin abono)	
Bloque															
I	9.75	12.75	18.00	8.93	13.90	10.68	7.36	15.44	14.06	19.81	13.43	12.73	14.63	6.88	178.33
II	10.46	10.70	10.54	12.55	9.68	10.96	6.94	12.20	9.81	16.26	16.21	12.93	18.03	5.49	162.75
III	9.33	11.59	7.34	10.94	13.68	9.61	7.23	19.06	8.48	17.54	12.14	15.79	17.31	5.60	165.61
IV	9.33	11.59	7.34	10.94	13.68	9.61	7.46	19.06	8.48	17.54	12.14	15.79	17.31	6.85	167.10
Suma	38.86	46.63	43.21	43.35	50.93	40.86	28.99	65.76	40.83	71.15	53.91	57.23	67.28	24.81	673.79
Promedio	9.72	11.66	10.80	10.84	12.73	10.22	7.25	16.44	10.21	17.79	13.48	14.31	16.82	6.20	12.03
Variedad	Cristal White Wax							Roja							
Suma	292.83							380.96							673.79
Promedio	10.46							13.61							12.03
Tipos de estiércol compostado con EM	EV+ EM al 100%.		EO+ EM al 100%		EC+ EM al 100%		EV+ EM al 50% + EO+ EM al 50%		EV+ EM al 50% + EC+ EM al 50%		EO+ EM al 50% + EC+ EM al 50%		Testigo (Sin abono)		
Suma	104.63		87.45		114.36		97.26		108.15		108.14		53.80		673.79
Promedio	26.16		21.86		28.59		24.32		27.04		27.03		13.45		24.06

Nota* Descripción del efecto de los estiércoles compostados con EM en el rendimiento t. ha-1. Donde: EV; Estiércol de vacuno, EO; Estiércol de Ovino, EC; estiércol de cuy y EM; Microorganismos eficientes.

Tabla 38*ANVA para rendimiento en t/ha.*

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT		SIGNIF
					0.05	0.01	
Bloques	3	9.9914	3.3305	0.7284	2.845	4.327	NS NS
Tratamiento	13	620.7068	47.7467	10.4431	1.981	2.624	* *
Variedades	1	138.7182	138.7182	30.3403	4.091	7.333	* *
Abonos d.c. con EM	6	320.1992	53.3665	11.6723	2.342	3.305	* *
Variedades *Abonos d.c. con EM	6	161.7894	26.9649	5.8977	2.342	3.305	* *
Error Experimental	39	178.3108	4.5721				
Total	55	809.0090	CV= 17.77				

De la tabla 38. Análisis de varianza (ANVA) para la variable rendimiento en t/ha en el cultivo de cebolla considerando dos variedades y diferentes niveles de estiércol compostado con microorganismos eficientes, se desprende que: No existe diferencias estadísticas significativas entre los bloques, esto nos da indicios de que la distribución fue homogénea. Mientras que, para tratamientos, posee un nivel de significancia del 1% mostrando un 99% de probabilidad de hallar diferencias estadísticas significativas. Para variedades, se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas al 1%, indicando que existe diferencia marcada entre las dos variedades evaluadas en cuanto al rendimiento por hectárea. El factor estiércol con microorganismos eficientes mostró diferencias estadísticas altamente significativas al 1%, evidenciando que los diferentes niveles de aplicación de estiércol compostado influyen significativamente en el rendimiento del cultivo. La interacción variedad*estiércol con microorganismos eficientes también presentó diferencias estadísticas significativas al 5%, sugiriendo que la respuesta de cada variedad varía según el tipo y nivel de fertilización orgánica aplicada en términos de rendimiento por hectárea. Con un coeficiente de variabilidad de 13.07% lo cual señala que el dato analizado expresa alta confiabilidad en los resultados obtenidos, siendo este valor inferior al límite aceptable del 20% para investigaciones de campo en cultivos hortícolas.

Tabla 39

Prueba Tukey para las combinaciones de variedades por estiércol compostado con EM de peso en t/ha.

ALS (5%) = 5.32 ALS (1%) = 6.25

N° de Orden	Combinación variedades por estiércol compostado con EM	Rend. tn/ha	Significancia de Tukey	
			5%	1%
I	(T10) Var. Roja*EC al 100% c. con EM	17.79	A	A
II	(T13) Var. Roja*EO al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	16.82	A B	A B
III	(T8) Var. Roja*EV al 100% c. con EM.	16.44	A B	A B C
IV	(T12) Var. Roja*EV al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	14.31	A B C	A B C D
V	(T11) Var. Roja*EV al 50% c. con EM + EO al 50% c. con EM.	13.48	A B C	A B C D E
VI	(T5) Var. Cristal White Wax*EV al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	12.74	A B C	A B C D E
VII	(T2) Var. Cristal White Wax*EO al 100% c. con EM	11.66	B C D	A B C D E F
VIII	(T4) Var. Cristal White Wax*EV al 50% c. con EM + EO al 50% c. con EM.	10.84	C D E	B C D E F
IX	(T3) Var. Cristal White Wax*EC al 100% c. con EM	10.81	C D E	B C D E F
X	(T6) Var. Cristal White Wax*EO al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	10.22	C D E	C D E F
XI	(T9) Var. Roja*EO al 100% c. con EM	10.21	C D E	C D E F
XII	(T1) Var. Cristal White Wax*EV al 100% c. con EM.	9.72	C D E	D E F
XIII	(T7) Var. Cristal White Wax*Testigo (Sin abono)	7.25	D E	E F
XIV	(T14) Var. Roja*Testigo (Sin abono)	6.21	E	F

La Tabla 39. Prueba Tukey para los tratamientos peso en tn/ha, se desprende que, T10 (Var. Roja*EC al 100% compostado con EM) con un peso de 17.79 tn/ha ocupa el primer lugar y fue estadísticamente superior a los demás tratamientos en estudio al 95 y 99% de confianza. Los T13 (Var. Roja*EO al 50% compostado con EM + EC al 50% compostado con EM.) con 16.82 tn/ha en segundo lugar, el T8 (Var. Roja*EV al 100% compostado con EM.) con un promedio de 16.44 t/ha. en tercer lugar y en último lugar el T14 Var. Roja*Testigo (Sin abono) con un promedio de 6.21 t/ha.

En razón a los grupos fueron estadísticamente iguales y se encuentran en el grupo estadístico A los tratamientos T10, T13, T8, T12, T5 con promedios entre 17.79 y 12.74 t/ha, luego en el grupo B los tratamientos T13, T8, T12, T11, T5, T2, con promedios entre 16.82 y 11.66 tn/ha en el grupo C los tratamientos T12, T11, T5, T2, T4, T3, T6, T9, T1 con promedios entre 14.31 y 9.72 tn/ha en el grupo D los tratamientos T2, T4, T3, T6, T9, T1, T7 con promedios entre 11.66 y 7.25 tn/ha en el grupo E los tratamientos T4, T3, T6, T9, T1,

T7, T14 con promedios entre 10.84 y 6.21 tn/ha esto con probabilidades al 95% de confianza.

Se muestra también para la prueba de Tukey al 99% los grupos estadísticamente iguales en el grupo A los tratamientos T10, T13, T8, T12, T11, T5, T2 con promedios entre 17.79 y 11.66 t/ha, luego en el grupo B los tratamientos T13, T8, T12, T11, T5, T2, T4, T3 con promedios entre 16.82 y 10.81 t/ha, en el grupo C los tratamientos T8, T12, T11, T5, T2, T4, T3, T6, T9 con promedios entre 16.44 y 10.21 t/ha, en el grupo D los tratamientos T12, T11, T5, T2, T4, T3, T6, T9, T1 con promedios entre 14.31 y 9.72 t/ha, en el grupo E los tratamientos T11, T5, T2, T4, T3, T6, T9, T1, T7 con promedios entre 11.48 y 7.25 t/ha, en el grupo F los tratamientos T2, T4, T3, T6, T9, T1, T7, T14 con promedios entre 11.66 y 6.21 t/ha esto con probabilidades al 99% de confianza.

Estos resultados son consistentes con Mamani (2023), quien reportó rendimientos de 16.55 t/ha con humus + EM-1, valor similar al obtenido en el presente estudio. Ambas investigaciones confirman que la inoculación con EM incrementa significativamente el rendimiento, atribuyéndose principalmente a la mejora de las propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo, así como al incremento de la microflora benéfica que favorece la disponibilidad de nutrientes.

Por otro lado, los rendimientos obtenidos superan significativamente los reportados por Quezada (2011), quien alcanzó 12.62 t/ha con la aplicación de 20 t/ha de materia orgánica sin EM. Esta superioridad del 41% evidencia que la inoculación con EM no solo potencia la efectividad de menores cantidades de estiércol, sino que optimiza la disponibilidad de nutrientes de manera más eficiente que la simple incorporación de materia orgánica, representando una alternativa más sostenible económicamente al requerir menores volúmenes de insumos.

Gutiérrez (2017) reportó rendimientos considerablemente superiores (60.21 t/ha) utilizando guano de islas combinado con estiércol de cuy tratado con ME en Lagunilla a

2445 msnm. Esta diferencia puede atribuirse a varios factores: primero, el guano de islas es una fuente de nutrientes significativamente más concentrada que los estiércoles convencionales; segundo, las condiciones agroecológicas de altura media pueden ser más favorables para el cultivo de cebolla; y tercero, las dosis de abonamiento fueron considerablemente mayores. No obstante, los rendimientos obtenidos en el presente estudio resultan económicamente viables y demuestran que con recursos localmente disponibles (estiércoles de ovino, vacuno y cuy) es posible alcanzar producciones comercialmente rentables con inversiones más accesibles para pequeños productores.

Es importante destacar que, al igual que Quezada (2011), en el presente estudio se encontraron diferencias altamente significativas entre variedades, confirmando que la respuesta genética específica de cada cultivar es un factor determinante para maximizar el rendimiento. La variedad Roja demostró superior adaptabilidad y capacidad de respuesta a la fertilización orgánica con EM, alcanzando rendimientos hasta 30% superiores a la variedad Cristal White Wax bajo las mismas condiciones de manejo.

Figura 18. Combinación para peso en t/ha

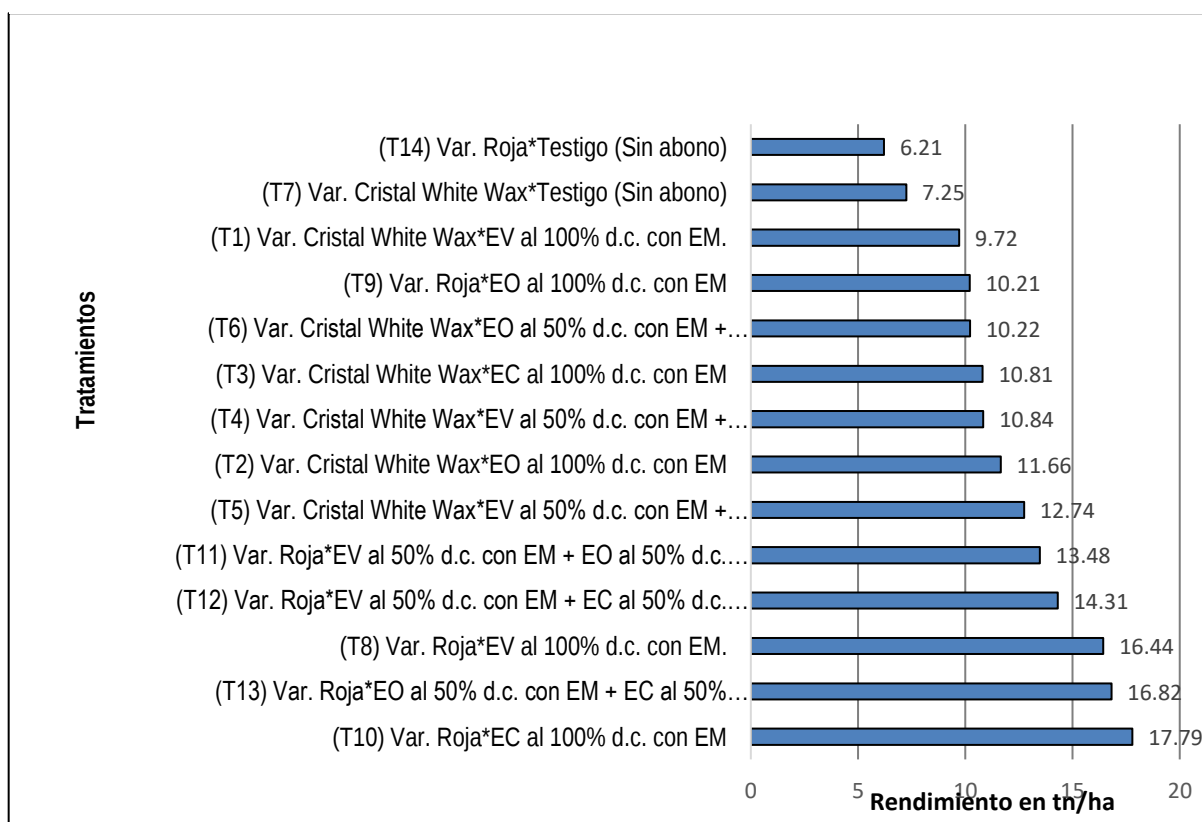


Figura 18, muestra la combinación para peso en t/ha, donde se observa una clara diferenciación entre los tratamientos aplicados. Los resultados indican que el tratamiento con Var. Roja*EO al 100% compostado por microorganismos eficientes alcanzó el mayor rendimiento con 17.79 t/ha, seguido por Var. Roja*EO al 100% compostado por microorganismos eficientes con 16.44 t/ha y Var. Roja*EV al 100% compostado por microorganismos eficientes con 16.44 t/ha.

Los tratamientos que utilizaron estiércol compostado con microorganismos eficientes mostraron rendimientos superiores, oscilando entre 17.79 y 16.44 t/ha, lo que demuestra la efectividad de estos abonos orgánicos en la productividad por unidad de área del cultivo de cebolla. La variedad Roja mostró consistentemente mejores rendimientos que la variedad Cristal White Wax, especialmente en los tratamientos con concentraciones más altas de

estiércol orgánico.

Los tratamientos con combinaciones de estiércoles (EV+EO al 50% cada uno) mostraron rendimientos intermedios pero satisfactorios, con valores entre 14.31 y 13.48 t/ha indicado que las mezclas también son efectivas para incrementar la productividad.

Los tratamientos testigo (sin abono) mostraron los menores rendimientos: Var. Roja*Testigo con 6.20 t/ha y Var. Cristal White Wax*Testigo con 7.25 t/ha, evidenciando la importancia crítica de la fertilización orgánica para obtener rendimientos comercialmente viables.

Tabla 40

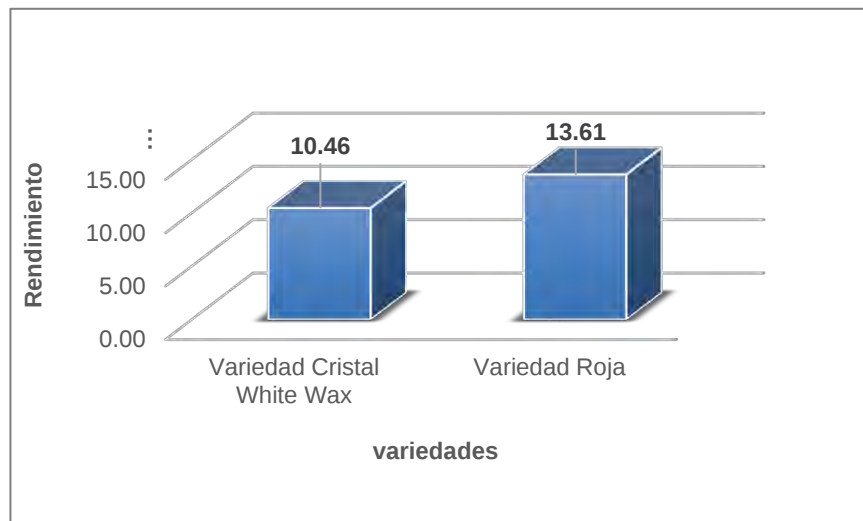
Prueba de Tukey rendimiento por peso en t/ha.

N° de Orden	Variedades	Peso t ha ⁻¹	Significancia de Tukey	
			5%	1%
I	Var. Roja	13.61	A	A
II	Var. Cristal White Wax	10.46	B	B

La Tabla 40. “Prueba de Tukey rendimiento peso en t/ha.”, se desprende que la variedad Roja con un rendimiento promedio de 13.61 t/ha ocupó el primer lugar y fue estadísticamente superior a la variedad Cristal White Wax tanto al 95% como al 99% de confianza. La variedad Cristal White Wax con un rendimiento promedio de 10.46 t/ha ocupó el segundo lugar, mostrando diferencias estadísticamente significativas respecto a la variedad Roja en ambos niveles de confianza.

La diferencia de 3.15 t/ha entre ambas variedades representa aproximadamente un 30% de superioridad de la variedad Roja sobre la Cristal White Wax en términos de rendimiento. Esta diferencia significativa indica que la variedad Roja presenta un mejor comportamiento productivo bajo las condiciones experimentales evaluadas, lo que se traduce en mayor rentabilidad económica para el productor.

Figura 19. Rendimiento en t/ha entre las variedades



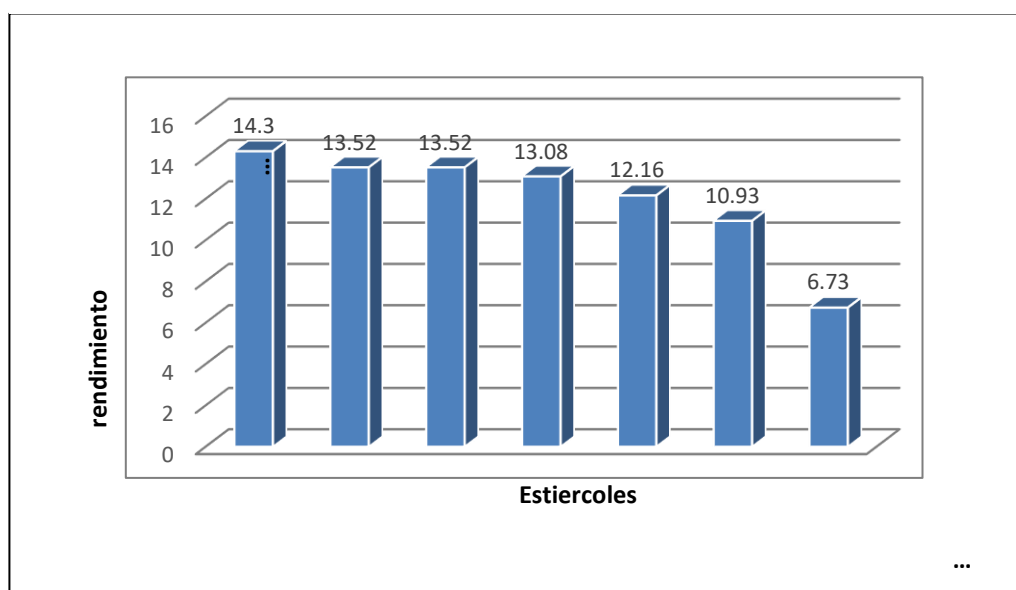
La Figura 19, complementa visualmente los resultados de la prueba Tukey, mostrando claramente la diferencia sustancial en rendimiento por unidad de área entre ambas variedades. El gráfico de barras evidencia que la variedad Roja (13.61 t/ha) supera notablemente a la variedad Cristal White Wax (10.46 t/ha) confirmando los resultados estadísticos obtenidos.

Tabla 41

Prueba de Tukey: estiércoles compostados con microorganismos eficientes en función del peso en t/ha.

N° de Orden	Estiércoles compostados con EM	Peso t ha ⁻¹	Significancia de Tukey	
			5%	1%
I	EC _{+EM} al 100%	28.59	A	A
II	EV _{+EM} al 50% + EC _{+EM} al 50%	27.04	A B	A
III	EO _{+EM} al 50% + EC _{+EM} al 50%	27.03	A B	A
IV	EV _{+EM} al 100%	26.16	A B	A
V	EV _{+EM} al 50% + EO _{+EM} al 50%	24.32	A B	A
VI	EO _{+EM} al 100%	21.86	B	A
VII	Testigo (Sin estiércol)	13.45	C	B

Figura 20. Estiércoles compostados con microorganismos



La Tabla 41 y la Figura 20, presentan información complementaria sobre el efecto de los estiércoles compostados con microorganismos eficientes en el peso por rendimiento (t/ha) del cultivo de cebolla. La representación gráfica visualiza claramente los datos numéricos de la Tabla 41 estiércol compostado con microorganismos eficientes para el peso en kg/ha, se desprende que los abonos compostados con EM mostraron un comportamiento estadístico de la siguiente manera. En primer lugar, el tratamiento EC al 100% compostado con EM con un promedio de 28.59 kg/ha , seguido en segundo lugar EV al 50% compostado con EM + EC al 50% compostado con EM obtuvo un promedio de 27.04 kg/ha y en ultimo último lugar el tratamiento testigo (sin abono) cuenta con un promedio de 13.45 kg/ha.

Por tanto, con probabilidades al 95% de confianza los grupos estadísticos se distribuyen de la siguiente manera para el grupo A se encuentran los tipos de abonos EC al 100% compostado con EM, EV al 50% compostado con EM + EC al 50% compostado con EM, EO al 50% compostado con EM + EC al 50% compostado con EM, EV al 100%

compostado con EM y EV al 50% compostado con EM + EO al 50% compostado con EM con promedios que oscilan entre 28.59 a 24.32 kg/ha, ubicándose en el grupo estadístico B los abonos compostados EV al 50% compostado con EM + EC al 50% compostado con EM, EO al 50% compostado con EM + EC al 50% compostado con EM, EV al 100% compostado con EM, EV al 50% compostado con EM + EO al 50% compostado con EM y EO al 100% compostado con EM con promedios que van de 27.04 a 21.86 kg/ha y en el grupo C se encuentra el Testigo (Sin abono) con un promedio de 13.45 kg/ha estas diferencias representando incrementos del 63% al 113% en rendimiento por unidad de área.

La Figura 20, complementa estos resultados mostrando que los tratamientos con estiércoles compostados más los EM duplican aproximadamente el rendimiento esta diferencia se percibe notoriamente con el testigo.

Tabla 42

ANVA auxiliar variedades x estiércol compostados y estiércoles compostados con EM variedades.*

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT		SIGNIF	
					0.05	0.01		
Variedades *EV al 100% c. con EM.	1	90.451	90.451	19.783	4.091	7.333	*	*
Variedades *EO al 100% c. con EM	1	4.205	4.205	0.920	4.091	7.333	NS	NS
Variedades *EC al 100% c. con EM	1	97.563	97.563	21.339	4.091	7.333	*	*
Variedades *EV al 50% c. con EM + EO al 50% c. con EM.	1	13.946	13.946	3.050	4.091	7.333	NS	NS
Variedades *EV al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	1	4.961	4.961	1.085	4.091	7.333	NS	NS
Variedades *EO al 50% c. con EM + EC al 50% c. con EM.	1	87.203	87.203	19.073	4.091	7.333	*	*
Variedades *Testigo (Sin abono)	1	2.179	2.179	0.477	4.091	7.333	NS	NS
Estiércoles compostados con EM*Var. Cristal White Wax	6	71.151	11.859	2.594	2.342	3.305	*	NS
Estiércoles compostados con EM*Var. Roja	6	410.837	68.473	14.976	2.342	3.305	*	*
Error exp.	39	178.3108	4.5721					

La Tabla 42, presenta el ANVA auxiliar de variedades por estiércol compostado con microorganismos eficientes para rendimiento en t/ha. Este análisis permite evaluar las interacciones específicas entre variedades y tratamientos de fertilización orgánica en el rendimiento por hectárea.

En el análisis de los efectos de las variedades dentro de cada tratamiento, se observan patrones consistentes de respuesta diferencial. Los tratamientos Variedades*EV_{+EM} al 100% y Variedades*EC_{+EM} al 100% mostraron diferencias altamente significativas con valores F de 36.70 y 39.59 respectivamente, indicando que las variedades responden de manera marcadamente diferente a estos tratamientos de alta concentración de estiércol de vacuno y cuy. Similarmente, el tratamiento Variedades*EO_{+EM} al 50% + EC_{+EM} al 50% presentó diferencias altamente significativas con un valor F de 35.39, siendo una de las combinaciones donde las variedades expresan mayor diferenciación.

El tratamiento Variedades*EV_{+EM} al 50% + EO_{+EM} al 50% mostró diferencias significativas al 5% con un valor F de 5.66, evidenciando una respuesta varietal moderadamente diferente. Por el contrario, los tratamientos Variedades*EO_{+EM} al 100%, Variedades*EV_{+EM} al 50% + EC_{+EM} al 50%, y el testigo no mostraron diferencias significativas entre variedades, con valores F de 1.71, 2.02 y 0.88 respectivamente, todos por debajo del valor crítico de 4.09.

En cuanto a los efectos de los estiércoles dentro de cada variedad, ambas variedades mostraron respuestas diferenciales altamente significativas a los diferentes tratamientos. La variedad Cristal White Wax presentó un valor F de 4.81 altamente significativo al 5%, sugiriendo capacidad de respuesta diferencial a los tipos de estiércol aplicado. En contraste, la variedad Roja mostró diferencias altamente significativas con un valor F de 27.79 tanto al 5% como al 1% de confianza, siendo este valor 5.8 veces superior al de Cristal White Wax, lo que indica que esta variedad tiene significativamente mayor capacidad de respuesta diferencial a los distintos tipos y concentraciones de fertilización orgánica.

El coeficiente de variabilidad experimental no se reporta explícitamente en esta tabla auxiliar, pero el cuadrado medio del error experimental de 1.58 es consistente con un experimento bien controlado. Los resultados demuestran claramente que la variedad Roja

presenta mayor plasticidad fenotípica y capacidad de aprovechar las diferentes fuentes de fertilización orgánica, especialmente los estiércoles de vacuno, cuy y sus combinaciones al 50%, mientras que la variedad Cristal White Wax mantiene un rendimiento más uniforme, pero con menor capacidad de respuesta a la optimización de la fertilización orgánica.

VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

7.1. Conclusiones

La aplicación de estiércoles compostados enriquecidos con microorganismos eficientes influyó significativamente en el comportamiento agropecuario y productivo de las variedades de cebolla evaluadas. La variedad Roja alcanzó un rendimiento promedio de 13.61 t/ha, superior al de la variedad Cristal White Wax (10.64 t/ha). Así mismo, tratamiento T10 (variedad Roja + estiércol de cuy compostado al 100% con EM) presentó el mejor desempeño, logrando un rendimiento de 17.79 t/ha y un peso promedio de bulbo de 204.66 g, constituyendo una alternativa más eficiente para las condiciones de Huyllapata – Santo Tomás.

1. Se llegó a la siguiente conclusión: los estiércoles compostados con microorganismos eficientes mejoraron significativamente las variables de crecimiento y desarrollo del cultivo, lo que se reflejó en mayores valores de altura de planta, diámetro de bulbo, peso del bulbo y rendimiento. Entre las fuentes orgánicas evaluadas el estiércol de cuy compostado con EM presentó la mejor respuesta agronómica, destacando por alcanzar los mayores promedios de peso de bulbo (204.66) y rendimiento (17.79 t/ha). Además, los tratamientos testigo, cuyos rendimientos oscilaron entre 6.20 y 7.25 t/ha.
2. Se concluye que la variedad roja presentó un comportamiento agronómico y productivo superior a la variedad Cristal White Wax, obteniendo un rendimiento promedio de 13.61 t/ha mientras que la variedad Cristal White Wax alcanzó 10.46 t/ha. La mayor respuesta se observó en la variedad Roja fertilizada con estiércol de cuy compostado al 100% con microorganismos eficientes, tratamiento que registró el mayor rendimiento (17.79 t/ha), demostrando su mejor adaptación y potencial productivo bajo las condiciones de la zona de estudio.

7.2. Sugerencias

1. Se recomienda a los agricultores de Santo Tomás implementar la fertilización orgánica utilizando el Estiércol de Cuy al 100% compostados con EM en combinación con la Variedad Roja (Var. Roja*EC al 100% d.c. con EM), debido a su clara superioridad estadística en rendimiento (17.79 t/ha).
2. Dado que el rendimiento máximo se obtuvo con una dosis del 100% de estiércoles, se sugiere realizar estudios de optimización económica enfocados en niveles de aplicación inferiores (por ejemplo, 75% o 50% de la dosis actual). El objetivo es determinar la dosis más rentable que mantenga una productividad cercana al rendimiento máximo, minimizando los costos de insumos.
3. Se recomienda complementar los resultados de rendimiento con la evaluación de otras variables cruciales para el mercado, como el contenido nutricional del bulbo (sólidos solubles Brix) y la vida útil post-cosecha, para ofrecer un paquete tecnológico integral a los agricultores.
4. Es fundamental promover el uso de la tecnología de Microorganismos Eficientes (EM) para la descomposición de estiércoles locales, a través de programas de extensión y capacitación, dada su probada capacidad para aumentar significativamente la eficiencia y productividad de los abonos orgánicos.

VIII. REFERENCIA

- Abdalla, M. M. F., Shafik, M. M., Saleh, H. A. M. A., Khater, M. A., & Ghazy, N. A. (2021). *Performance and reaction of faba bean genotypes to chocolate spot disease. Bulletin of the National Research Centre*, 45, 9. <https://doi.org/10.1186/s42269-021-00614-x>
- Adesemoye, A. O., Torbert, H. A., & Kloepper, J. W. (2009). *Plant growth-promoting rhizobacteria allow reduced application rates of chemical fertilizers. Microbial Ecology*, 58(4), 921–929. <https://doi.org/10.1007/s00248-009-9531-y>
- Agraria. (n.d.). *Perú exportó 312,555 toneladas de cebolla fresca por US\$ 134.580.000 en 2024, mostrando un aumento de 21 % en volumen y 27 % en valor.*
<https://agraria.pe/noticias/peru-exporto-312-555-toneladas-de-cebolla-fresca-por-us-134--38416>
- Aguilar Carpio, C., González Rendón, A., Pérez Ramírez, A., Ramírez Rojas, S. G., & Carapia Ruiz, V. E. (2017). *Combate químico de THRIPS TABACI (thysanoptera: thripidae) en el cultivo de cebolla, en Morelos, México. Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, 33(1), 39–44. <https://doi.org/10.21829/azm.2017.3311011>
- Álvarez-Arias, C., Kari-Ferro, A., Echegaray-Peña, N. G., Huaraca-Aparco, R., Flores-Pacheco, N. F., & Barreto-Carbajal, J. S. (2022). *Efecto de biofertilizantes en la fase vegetativa del cultivo de cebolla (Allium cepa L.). C&T Riqchary Revista de Investigación En Ciencia y Tecnología*, 4(1), 33–38.
<https://doi.org/https://doi.org/10.57166/riqchary/v4.n1.2022.86>
- Amaya Robles, J. E., & Méndez García, E. F. (2012). *Crecimiento de cebolla (Allium cepa L.) var. "Roja Arequipeña" en función de la fertilización NxK. Scientia Agropecuaria*, 1, 7–14. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2012.01.01>
- Brewster, J. L. (2008). *Bulb Growth Stages of Onion (Allium cepa L.). In Scientia Horticulturae (Colorado S).* <https://s3.wp.wsu.edu/uploads/sites/2723/2021/08/Onion-Card-Growth-Stages.pdf>
- Cortez Herrera, R. V. (2022). *Sistema de cultivo, producción y comercialización de la*

cebolla (Monografía de pregrado).

<https://repositorio.une.edu.pe/entities/publication/54e9f9be-706f-4839-ada3-6b9e4bab7f85>

Cueto Neyra, T. F., & Casas Díaz, A. V. (2017). *Situación fitosanitaria de la cebolla roja (Allium cepa) en Barranca.*

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2982/F01-R3558-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cuno Espetia, F. D. (2023). *Producción de cebolla (Allium cepa L.) variedad roja arequipeña con tres clases de abonos orgánicos en condiciones de K'ayra-Cusco.*

El-sherbeny, T. M. S., Mousa, A. M., & El-sayed, E. R. (2022). Saudi Journal of Biological Sciences Use of mycorrhizal fungi and phosphorus fertilization to improve the yield of onion (Allium cepa L .) plant. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(1), 331–338. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.08.094>

Enciso, C., Vera, P., Santacruz, A., & González, J. (2019). Guía Técnica cultivo de cebolla. In *Ppt* (Vol. 53, Issue 9).

https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_02.pdf

Feller, C., Bleiholder, H., Buhr, L., Hack, H., Hess, M., Klose, R., Meier, U., Stauss, R., van den Boom, T., & Weber, E. (1995). Phenological Growth Stages of Vegetable Crops. I. Bulb Vegetables, Root Vegetables and Green Vegetables. *Nachrichtenblatt Des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 47(8), 193–206.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2025). *The State of Food and Agriculture 2025: Addressing Land Degradation Across Landholding Scales.*

Friesen, N., Fritsch, R., & Blattner, F. (2006). Phylogeny and New Intrageneric Classification of Allium (Alliaceae) Based on Nuclear Ribosomal DNA ITS Sequences. *Aliso*, 22(1), 372–395. <https://doi.org/10.5642/aliso.20062201.31>

Fundación Valles. (2011). *Manual de cultivo de cebolla* (Artes Gráf).

Geisseler, D., Ortiz, R. S., & Diaz, J. (2022). Nitrogen nutrition and fertilization of onions

- (*Allium cepa* L.)—A literature review. *Scientia Horticulturae*, 291, 110591.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110591>
- Geneseeds S.A.C. (2023). *Cebolla Cristal White Wax*. <https://geneseeds.com.pe>
- Griffiths, G., Trueman, L., Crowther, T., Thomas, B., & Smith, B. (2002). Onions - A global benefit to health. *Phytotherapy Research*, 16(7), 603–615.
<https://doi.org/10.1002/ptr.1222>
- Gutiérrez Sánchez, W. I. (2017). *Gutiérrez Sánchez, W. I.* [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2676>
- Havey, M. J. (2024). Genetic Analyses of the Shape and Volume of Onion Bulbs and Daylength Effects on Bulbing. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 149(2), 86–91. <https://doi.org/10.21273/JASHS05362-23>
- Higa, T., & Parr, J. F. (1994). Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment (Vol. 1). *International Nature Farming Research Center*, 808, 1–16. https://www.em-pars.com/wp-content/uploads/2018/05/7-beneficial-and-effective-microorganisms-for-a-sustainab-.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Hortus S. A. (2020). *Cebolla Roja Hortus*.
- Karagiannis, C. S., Pappelis, A. J., & Yopp, J. H. (1995). Brassinolide is a selective ribosomal cistron regulator in onion leaf base tissue. *Mechanisms of Ageing and Development*, 80(1), 35–42. [https://doi.org/10.1016/0047-6374\(94\)01558-4](https://doi.org/10.1016/0047-6374(94)01558-4)
- Kato, T. (1963). Physiological studies on the bulbing and dormancy of onion plant. I. The process of bulb formation and development. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 32(3), 229–237.
https://repositories.lib.utexas.edu/handle/2152/39127%0Ahttps://cris.brighton.ac.uk/ws/portalfiles/portal/4755978/Julius+Ojebode%27s+Thesis.pdf%0Ausir.salford.ac.uk/29369/1/An_gela_Darvill_thesis_esubmission.pdf%0Ahttps://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/ha
- Khokhar, K. M. (2019). *Onion: Floral & Pollination Biology* (Issue December).
https://www.researchgate.net/publication/338159680_PART_2_ONION_SEED_PROD

- Lawande, K. E. (2012). *Handbook of Herbs and Spices*. Handbook of Herbs and Spices: Second Edition, 1, 417–429. <https://doi.org/10.1533/9780857095671.417>
- Lizárraga, A. D. (2016). *Biología de la mosca minadora Liriomyza huidobrensis Blanchard (Diptera, Agromyzidae)*. *Revista Latinoamericana de La Papa*, 3(1), 30–40. <https://doi.org/10.37066/ralap.v3i1.31>
- Mahmood, N., Muazzam, M. A., Ahmad, M., Hussain, S., & Javed, W. (2021). *Department of Chemistry, Lahore Garrison University, Lahore, Pakistan. Scientific Inquiry and Review*, 5(3), 1–18.
- Mamani Lima, R. J. (2023). *Influencia de abonos orgánicos enriquecidos con microorganismos eficaces en el rendimiento de cebolla roja (Allium cepa L.) var. llabaya* [Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. <https://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/20.500.12510/4065>
- Matthews, M. L., & Endress, P. K. (2013). *Comparative floral structure and systematics of the clade of Lophopyxidaceae and Putranjivaceae (Malpighiales)*. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 172(4), 404–448. <https://doi.org/10.1111/boj.12048>
- Medina, J. (2008). *Guía técnica: Cultivo de cebolla*. In Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). https://intranet.cedaf.org.do/digital/cebolla_guia_idiaf.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2024). *Cebolla cabeza roja*.
- Morocho, M. T., & Leiva-Mora, M. (2019). *Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas*. *Centro Agrícola*, 46(2), 93–103. <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v46n2/0253-5785-cag-46-02-93.pdf>
- Palacios, M. A., & colaboradores. (2019). *Efecto de la concentración de extractos de Allium cepa y Allium sativum sobre la actividad antimicrobiana*. In *Chemical Reviews* (Vol. 8, Issue 5). <https://repositorio.uap.edu.pe/jspui/handle/20.500.12990/6293>
- Peñaloza-Sánchez, A. M., Bustamante-González, Á., Vargas-López, S., Jaramillo-

- Villanueva, J. L., & Quevedo-Nolasco, A. (2020). *Water footprint of onion (Allium cepa L.) and husk tomato (Physalis ixocarpa Brot.) crops in the region of Atlixco, Puebla, Mexico. Tecnologia y Ciencias Del Agua*, 11(5), 1–29. <https://doi.org/10.24850/J-TYCA-2020-05-01>
- Preethi, K., Kerketta, A., Bahadur, V., & Rajkumar, S. (2022). *Effect of organic manures and inorganic fertilizers on growth, yield and quality of onion (Allium cepa L.) var. Nashik Red. International Journal of Environment and Climate Change*, 12(11), 1491–1497. <https://doi.org/10.9734/IJECC/2022/v12i1131130>
- Pushpalatha, M., Patil, C. S., & Firake, D. M. (2023). Diversity and role of flower visitors in onion seed production. *Current Science*, 124(3), 304–312. <https://doi.org/10.18520/cs/v124/i3/304-312>
- 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*. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/12677/T1615.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rashid, M. H. A., Cheng, W., & Thomas, B. (2019). *Temporal and Spatial Expression of Arabidopsis Gene Homologs Control Daylength Adaptation and Bulb Formation in Onion (Allium cepa L.)*. *Scientific Reports*, 9(1), 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51262-1>
- Revista Lombriz. (2024). *Arequipa logra mayor producción de cebolla durante agosto 2024*. <https://revistalombriz.com.pe/arequipa-logra-mayor-produccion-de-cebolla-durante-agosto-2024/>
- Reyes García et al. (2017). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. In Instituto Nacional de Salud (INS) (Ed.), *Instituto Nacional de Salud (INS)* (10.^a edici, Vol. 6, Issue 56). <https://hdl.handle.net/20.500.14196/1034>
- Sansan, O. C., Ezin, V., Ayenan, M. A. T., Chabi, I. B., Adoukonou-Sagbadja, H., Saïdou, A.,

- & Ahanchede, A. (2024). *Onion (Allium cepa L.) and Drought: Current Situation and Perspectives*. *Scientifica*, 2024. <https://doi.org/10.1155/2024/6853932>
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú (SENASA). (2020). *Guía de buenas prácticas agrícolas para el cultivo de cebolla*. www.minagri.gob.pe
- Showler, A. T. (2022). *Effects of compost on onion quality , yield , and thrips infestation*. *Environmental Systems Research*, 11, 1-14 p. <https://doi.org/10.1186/s40068-022-00268-2>
- Soto, V. C., & Cuevas, J. (2025). *Pistil Development Delay Limits Seed Set in Protandrous Onion (Allium cepa L.)*. *Agronomy*, 15(3). <https://doi.org/10.3390/agronomy15030552>
- Steentjes, M. B. F., Scholten, O. E., & van Kan, J. A. L. (2021). *Peeling the onion: Towards a better understanding of botrytis diseases of onion*. *Phytopathology*, 111(3), 464–473. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-06-20-0258-IA>
- Tesfaye, M., Belew, D., Dessalegn, Y., & Shumye, G. (2018). *Effect of planting time on growth, yield components, seed yield and quality of onion (Allium cepa L.) at Tehuledere district, northeastern Ethiopia*. *Agriculture and Food Security*, 7(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s40066-018-0178-0>
- van der Heyden, H., Dutilleul, P., Charron, J. B., Bilodeau, G. J., & Carisse, O. (2020). *Factors influencing the occurrence of onion downy mildew (peronospora destructor) epidemics: trends from 31 years of observational data*. *Agronomy*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/agronomy10050738>
- Venialgo Chávez, R. N. (2017). *Comportamiento agronómico de dos cultivares de cebolla bajo dos métodos de siembra*. *Revista Sobre Estudios e Investigaciones Del Saber Académico*, 11, 25–31.
- Vessey, J. K. (2003). *Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers*. *Plant and Soil*, 255(2), 571–586. <https://doi.org/10.1023/A:1026037216893>
- Yabar Hermitaño, P. (2023). *Efecto de tres fuentes orgánicas procesadas con microorganismos eficaces sobre el rendimiento de cebolla china (Allium fistulosum L.)*

en un inceptisol de Pucallpa. In Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali. <https://drive.google.com/file/d/1oB4TDXbGRILAtydeLowHK0um4vYNCQE-/view>

Zhu, S., Tang, S., Tan, Z., Yu, Y., Dai, Q., & Liu, T. (2017). *Comparative transcriptomics provide insight into the morphogenesis and evolution of fistular leaves in Allium*. *BMC Genomics*, 18(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12864-016-3474-8>

IX. ANEXOS

ANEXO 1:

Resultados de análisis de suelo

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú

 UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA
INFORME DE ANÁLISIS
N°0474-2024-LAQ

SOLICITANTE : EDY LUIS SIVANA PEÑA

MUESTRA : SUELO
FUENTE : ANEXO HUAYLLAPATA
DISTRITO : SANTO TOMAS
PROVINCIA : CHUMBIVILCAS
REGION : CUSCO
FECHA : C/16/10/2024

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:

pH	6,75
C.E. mmhos/cm	0,67
Materia Orgánica %	4,20
Nitrógeno %	0,19
Fosforo ppm P ₂ O ₅	9,60
Potasio ppm K ₂ O	155,10
C.I.C. meq/100	9,40
C.C. %	20,29
H.E. %	20,50
P.M.P. %	10,95
Carbonatos %	0
d.a. g/cc	1,588
d.r. g/cc	2,180
Arena %	79
Limo %	16
Arcilla %	5

QUÍMICA AGRÍCOLA I, E. PRIMO YUFERA, J. CARRASCO DORRIEN
Cusco, 21 de Octubre 2024

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA
MOLINOS HERRERA ARISTIDE
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO

ANEXO 2:

Resultados de análisis de estiércoles compostados con EM



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACION DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0473-2024-LAQ

SOLICITANTE : EDY LUIS SIVANA PEÑA

MUESTRA : ESTIERCOL DESCOMPUESTO DE

1. CUY
2. VACUNO
3. OVINO

FECHA : C/16/10/2024

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:

	ESTIERCOL CUY	ESTIERCOL VACUNO	ESTIERCOL OVINO
pH	6,86	7,10	7,30
C.E. mmhos/cm	24,60	16,20	19,80
Materia Orgánica %	64,40	42,20	33,90
Nitrógeno %	3,28	1,96	1,52
Fosforo % P ₂ O ₅	0,84	2,44	0,58
Potasio % K ₂ O	1,22	1,70	0,74

QUÍMICA AGRÍCOLA I, E. Primo Yúfera y J.M. Carrasco Dorrien

Cusco, 21 de Octubre 2024



Anexo N° 3:

Ficha técnica microorganismos eficientes EM

Productos de la Tecnología EM™

Autorizados para su uso en la agricultura orgánica:

EM-1®

- Optimiza el crecimiento de las plantas y previene la presencia de plagas y enfermedades.
- Mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.

EM-COMPOST®

- Acelera la descomposición de la materia orgánica e incrementa la calidad nutricional y biológica del compost.
- Reduce los malos olores y presencia de moscas en granjas, ayudando a prevenir enfermedades.

EM-AGUA®

- Transforma y sintetiza la materia orgánica, reduciendo los malos olores y producción de lodos en el sistema.
- Incrementa los valores de oxígeno disuelto y reduce los valores de DBO y DQO.

Fabricado en el Perú por BIOEM S.A.C. Bajo licencia de EMRO. EM Research Organization, Japón

EM

Microorganismos Eficaces™

EM™ es una abreviación de **Effective Microorganisms™** (Microorganismos Eficaces™), cultivo mixto de microorganismos beneficios de origen natural de tres géneros principales: Bacterias Fototróficas, Bacterias Ácido Lácticas y Levaduras.

"Deje que nuestros microorganismos trabajen para usted"

Dr. Teruo Higa

La tecnología EM™ fue desarrollada en la década de los ochenta por el Dr. Teruo Higa, profesor de la Universidad Ryukyus, Okinawa, Japón, como alternativa al uso de agroquímicos en la agricultura. Actualmente la tecnología EM™ es usada en más de 180 países a nivel mundial en diferentes áreas como:

- Mejoramiento de suelos
- Aplicación foliar en cultivos
- Elaboración de abonos orgánicos
- Cría y sanidad animal
- Tratamiento de aguas residuales

"Por una producción competitiva, en armonía con el ambiente y las futuras generaciones"

www.bioem.com.pe
www.em-la.com

RPM *112825 / #656656 Movistar: 943 603740 / 943 629819 Claro: 943 524528 informes@bioem.com.pe

ANEXO 4:

Registro fotográfico

Fotografía 14 Preparación del terreno para almacigado de la cebolla.

EM-1®

- Mezcla 1 litro de melaza (5%) en 18 litros de agua limpia sin cloro (90%) y agregar 1 litro de EM-1® (5%).
- Colocar la mezcla en un recipiente plástico, limpio, con tapa que permita el cierre hermético (sin aire).
- Dejar reposar por 5 a 7 días en un ambiente bajo sombra.

1 litro de EM-1® rendirá 20 litros de EM-1® - Activado (EMA) para aplicación.
El EMA no debe usarse después de un mes de activado.

DOSIS

Aplicación foliar en cultivos:

- 1 litro EM-1® - Activado por mochila de 20 litros.
- 10 litros EM-1® - Activado por cilindro de 200 litros.
- Se recomienda hacer aplicaciones semanales según las necesidades del cultivo.
- El EM-1® - Activado, puede mezclarse con abonos foliares y adherentes.

NO MEZCLAR CON PESTICIDAS QUÍMICOS

Preparación de biofermentos con EM-1®

- Llenar agua al cilindro hasta la mitad.
- Agregar cada uno de los ingredientes al cilindro. Agitando durante la adición de cada uno de ellos.
- Completar con agua, dejando un espacio de 10 cms. para la salida de los gases.
- Cerrar el cilindro herméticamente y colocar la manguera para la salida de gases.
- Dejar el cilindro en reposo por un periodo de 20 a 25 días, cerrado herméticamente.
- Colar el BIOL y usarlo según la dosis recomendada.

Dosis de aplicación

- Tratamiento al suelo a través del sistema de riego: 20 litros por hectárea.
- Aplicación foliar al cultivo: 10 litros por cilindro de 200 litros.
- Frecuencia de aplicación: 5 aplicaciones según las necesidades del cultivo.

RPM *112825 / #656656 Movistar: 943 603740 / 943 629819
Claro: 943 524528
informes@bioem.com.pe

www.bioem.com.pe
www.em-la.com

Fotografía 14

Preparación del terreno con tiro animal



Fotografía 15

Pesado de estiércol descompuesto EM



Fotografía 16

Vista panorámica del campo experimental



Fotografía 17

Desarrollo de las variedades de cebolla

