UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA



TESIS

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA INOCULACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES EN ABONOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE CEBOLLA (Allium cepa L.) EN K´AYRA-CUSCO.

PRESENTADO POR:

Br: JHAIR MIRKO VARGAS ARAGON.

PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRONOMO.

ASESOR:

M.Sc. CARLOS ALBERTO FARFAN QUINTANA

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** CARLOS ALBERTO FARFAN QUINTANA quien aplica el software de detección de similitud al trabajo de investigación/tesistitulada: EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA INOCULACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES EN ABONOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE CEBOLLA (Allium cepa L.) EN K'AYRA- CUSCO

Presentado por: JHAIR MIRKO VARGAS ARAGON DNI N° 60293624;
presentado por: DNI N°:
Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERO AGRONOMO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 04 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 3 %.

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.	X
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, 18 de AGOSTO de 2026

Firma
Post firma Carlos Alberto Farfán Quintana
Nro. de DNI 23865684
ORCID del Asesor 0000-0002-8263-1900

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: **oid:** 27259:614975220

JHAIR MIRKO VARGAS ARAGON-TESIS.pdf

Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::27259:614375220

Fecha de entrega
14 ago 2026, 1:18 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
17 ago 2026, 10:10 a.m. GMT-5

Nombre del archivo
JHAIR MIRKO VARGAS ARAGON-TESIS.pdf

Tamaño del archivo
7.8 MB

129 páginas

24.034 palabras

127.109 caracteres

3% 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 40 palabras)

Fuentes principales

3%	Fuentes de Internet
0%	Publicaciones
1%	Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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 mis queridos padres Herminia Aragón Condori, Fredy Vargas Barrientos, y a mi hermano Alexis Vargas Aragon, por brindarme su apoyo incondicional durante toda mi etapa universitaria, por sus consejos y apoyo emocional.

A mis tíos de la Familia Aragón y a mi tía Marisol, los cuales me brindaron sus valiosos consejos y compartieron sus experiencias tanto profesionales como académicas

A mis estimados amigos de Universidad, con quienes compartí gratos momentos durante mi formación profesional en la Facultad de Agronomía.

AGRADECIMIENTOS

A mi casa de estudios, la “Tricentenaria Universidad San Antonio Abad Del Cusco”, institución en la que forjé mi formación profesional y en cuyos espacios conservo gratos recuerdos de mi etapa como estudiante universitario.

Expreso mi reconocimiento a los docentes de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, y de manera especial al cuerpo de enseñanza de la Escuela Profesional de Agronomía, por su valioso aporte en mi formación académica y profesional.

A mi asesor, Mgt. Carlos Alberto Farfán Quintana, por su confianza, orientación y constante apoyo brindado durante el desarrollo de la presente investigación, guiándome de manera acertada en este proceso de titulación.

A mis compañeros de Universidad, y de manera especial al código 2016-1, a quienes les estaré eternamente agradecido por haberme brindado su compañía y amistad durante todo el transcurso de mis estudios universitarios.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS ..... **ii**

RESUMEN ..... **x**

INTRODUCCIÓN **1**

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN **3**

1.1 Identificación del problema 3

1.2 Planteamiento del problema 5

1.2.1 Problema General 5

1.2.2 Problemas específicos 5

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN **6**

2.1 Objetivos 6

2.1.1 Objetivo General 6

2.1.2 Objetivo Especifico 6

2.2 Justificación 7

III. HIPÓTESIS **9**

3.1 Hipótesis General 9

3.2 Hipótesis Específicos 9

IV. MARCO TEÓRICO **10**

4.1 Antecedentes 10

4.1.1 Antecedentes Internacionales 10

4.1.2 Antecedente Nacional 11

4.1.3 Antecedentes Regionales 12

4.2 Bases teóricas....13

4.2.1 Cultivo de la Cebolla....13

4.2.2 Prácticas Culturales....18

4.2.3 Aspectos climáticos....25

4.2.4 Rendimiento....26

4.2.5 Abonos Orgánicos....27

4.2.6 Gallinaza....29

4.2.7 Compost....31

4.2.8 Microorganismos Eficientes (EM)....32

4.2.9 Camas elevadas-Camellones....38

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN....40

5.1 Tipo de Investigación....40

5.2 Ubicación del Campo Experimental....40

5.3 Ubicación Temporal de la Investigación....41

5.4 Materiales y Métodos....43

5.4.1 Materiales De Campo, Equipos y Herramientas....43

5.4.2 Material Biológico....43

5.5 Métodos....44

5.5.1 Diseño experimental....44

5.5.2 Características del Campo Experimental....45

5.5.3 Tratamientos....48

5.5.4 Indicadores por variable.....49

5.5.5 Conducción del experimento 49

5.5.6 Evaluaciones 60

VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....64

6.1 Efecto del rendimiento del cultivo de cebolla con la aplicación de los abonos orgánicos inoculados con microorganismos eficientes.....64

6.1.1. Rendimiento de bulbo(t/ha) 64

6.1.2 Comportamiento agronómico 66

6.1.3. Características físicas del bulbo.....79

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....85

7.1 Conclusiones.....85

7.2 Recomendaciones 86

VIII. BIBLIOGRAFÍA.....87

ANEXOS.....94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Extracciones aproximadas de 1 ha de cebolla en kg/ha.....23

Tabla 2: Mayores productores de cebolla a nivel nacional.....27

Tabla 3: Composición de la gallinaza.....**30**

Tabla 4: Composición del compost 32

Tabla 5: Contenido del producto 33

Tabla 6: Datos físicos 34

Tabla 7: tratamientos aplicados 48

Tabla 8: Indicadores por variable 49

Tabla 9: Interpretación del análisis de suelo.....50

Tabla 10: volumen total(ml) de microorganismos eficientes activados (AEM).....52

Tabla 11: Incorporación de materia orgánica en kg/unidad experimental.....54

Tabla 12: Incorporación de materia orgánica en kg/ha.....54

Tabla 13: Incorporación de EMA en ml/Unidad experimental 55

Tabla 14: Incorporación de EMA en litros/ha 55

Tabla 15: Tabla de necesidades de macronutrientes.....58

Tabla 16: Rendimiento(t/ha).....64

Tabla 17: ANVA para rendimiento (t/ha).....64

Tabla 18: Altura de planta(cm).....66

Tabla 19: ANVA para altura de planta(cm).....67

Tabla 20: Análisis de diferencias de medias con Tukey para altura de planta(cm)....67

Tabla 21: Numero de hojas.....70

Tabla 22: ANVA para número de hojas 70

Tabla 23: Prueba de TUKEY para número de hojas 71

Tabla 24: Diámetro de pseudotallo (cm) 73

Tabla 25: ANVA para diámetro del pseudotallo 73

Tabla 26: Prueba de TUKEY para diámetro de pseudotallo(cm).....74

Tabla 27: Altura del pseudotallo(cm) 76

Tabla 28: ANVA para altura del pseudotallo (cm) 76

Tabla 29: Prueba de TUKEY para altura de pseudotallo (cm).....77

Tabla 30: Diámetro de bulbo (cm).....79

Tabla 31: ANVA para diámetro de bulbo(cm) 79

Tabla 32: TUKEY para diámetro de bulbo(cm) 80

Tabla 33: Peso de bulbo (g) 82

Tabla 34: ANVA para peso de bulbo(g) 82

Tabla 35: Prueba de TUKEY para peso de bulbo(g) 83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: La cebolla 13

Figura 2: Cebolla variedad roja arequipeña 15

Figura 3: Características botánicas de la cebolla 16

Figura 4: fenología de la cebolla. 18

Figura 5: Plano de Ubicación del campo experimental 42

Figura 6 : Croquis del campo experimental 47

Figura 7: Croquis de la Unidad experimental 48

Figura 8 : Rendimiento de bulbo (t/ha) 66

Figura 9: Altura de Planta(cm) 69

Figura 10: Numero de hojas 72

Figura 11: Diámetro del pseudotallo(cm) 75

Figura 12: Altura del Pseudotallo 78

Figura 14: Peso de Bulbo (g) 84

Figura 15: preparación del terreno con ayuda de un tractor agrícola, ... 105

Figura 16: Toma de muestra de suelo, para su envió posterior a laboratorio. 105

Figura 17: Trazado del área experimental 106

Figura 18: Trazado de camas o platabandas (unidades experimentales) 106

Figura 19: Platabandas o camas elaboradas 107

Figura 20: Remoción de piedras 107

Figura 21: Campo experimental listo para el trasplanté de cebolla 108

Figura 22: Activación de ME, usando bolsa hermética y jeringa milimétrica..... 108

Figura 23: Envase de EM-COMPOST, se observan las indicaciones del producto . 109

Figura 24: inoculación de AEM a abonos orgánicos (gallinaza, compost) 109

Figura 25: Incorporación de materia orgánica a las unidades experimentales (camas o platabandas)..... 110

Figura 26:Uso de aspersores para poner en capacidad de campo el campo experimental. 110

Figura 27: Corte de raiz y parte superior de la plantula de cebolla ,para estimular su desarrollo 111

Figura 28: Trasplante de plántulas de ce cebolla a campo definitivo 111

Figura 29: Riego del cultivo de cebolla 112

Figura 30: Uso de electrobomba para la actividad de riego del cultivo..... 112

Figura 31: Limpieza de malezas 113

Figura 32: Evaluaciones del cultivo de cebolla 113

Figura 33: Formación de bulbo de cebolla 114

Figura 34: medición de altura de cebolla(cm) 114

Figura 35: Cosecha de bulbos de cebolla..... 115

Figura 36: Selección de plantas aleatorizadas para evaluación 115

Figura 37: Campo experimental demarcado por bloques y tratamientos 116

Figura 38: Exposición de bulbos de cebolla al sol(curado), para su posterior almacenaje..... 116

Figura 39: Curado de los bulbos de cebolla..... 117

Figura 40: Medición del diámetro de bulbo(cm), usando el vernier..... 117

Figura 41: Peso del area neta (kg) 118

Figura 42: Pesado del bulbo(g)..... 118

RESUMEN

El trabajo de investigación denominado: **"Evaluación del efecto de la inoculación de microorganismos eficientes en abonos orgánicos en la producción del cultivo de cebolla (*Allium cepa L.)* en K´ayra-Cusco"**, se realizó de diciembre de 2022 a julio de 2023, el lugar de instalación del área experimental fue en el Departamento de Cusco, Distrito de San Jerónimo- Kayra.

El objetivo fue evaluar el efecto de la inoculación de microorganismos eficientes en abonos orgánicos, con la finalidad de determinar si esta tecnología mejora las características de los fertilizantes orgánicos y comparar sus efectos frente a abonos orgánicos convencionales en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.).

Se empleo un Diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con seis tratamientos y cuatro repeticiones. El análisis estadístico se realizó mediante un análisis de varianza (ANOVA), posteriormente se aplicó la prueba de comparación de medias Tukey. Los tratamientos fueron: T1 (compost), T2 (compost inoculado), T3(gallinaza), T4 (gallinaza inoculada), T5 (aplicación de microrganismos eficientes activados al suelo) y T6 (el testigo).

Los resultados indicaron que el tratamiento T4 (gallinaza inoculada con EM) obtuvo el mayor rendimiento, alcanzando 15.71 t/ha. En comportamiento agronómico, este mismo tratamiento presentó los mejores resultados, registrando altura de planta de 55.85 cm, número de hojas de 6.57, diámetro del pseudotallo de 1.88 cm y altura del pseudotallo de 3.95 cm. Asimismo, respecto a la calidad física del bulbo, el tratamiento T4 presentó los valores más altos, con peso promedio de bulbo de 109.36 g y diámetro de bulbo de 5.38 cm.

Palabras clave: Inoculación, Microorganismos eficientes (EM), Microorganismos eficientes activados (AEM), Abonos orgánicos

INTRODUCCIÓN

La cebolla (Allium cepa L.) constituye uno de los cultivos hortícolas de mayor importancia económica y alimentaria en la región Cusco, debido a su amplia demanda y consumo como parte de la dieta diaria de la población. Además, representa una importante fuente de ingresos para numerosas familias dedicadas a la actividad agrícola, ya que una proporción significativa de la superficie cultivable del departamento se destina a su producción. De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2019), la producción anual de cebolla en la región Cusco alcanza aproximadamente 7 224 toneladas, equivalente a cerca del 1 % de la producción nacional.

El cultivo de cebolla presenta elevados requerimientos nutricionales para alcanzar rendimientos óptimos, por lo que es común el empleo de fertilizantes sintéticos para satisfacer las necesidades de nutrientes del cultivo. No obstante, el uso intensivo y prolongado de estos insumos puede ocasionar efectos adversos sobre la calidad del suelo, tales como la acidificación, el incremento de la salinidad, la disminución de la biodiversidad microbiana y el deterioro de su estructura física. En este contexto, los abonos orgánicos representan una alternativa sostenible para la fertilización, ya que aportan materia orgánica y nutrientes de liberación gradual, además de contribuir al mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, favoreciendo su fertilidad y productividad a largo plazo.

Los microorganismos eficientes (EM) han adquirido relevancia como una tecnología orientada al fortalecimiento de sistemas agrícolas sostenibles. Estos consorcios microbianos favorecen la descomposición acelerada de la materia orgánica, incrementan la disponibilidad de nutrientes, mejoran la actividad biológica del suelo y reducen la dependencia de fertilizantes químicos. Asimismo, Arias Hoyos, A. (2010) menciona que su aplicación contribuye a la conservación ambiental al disminuir las pérdidas de nutrientes, reducir la contaminación de fuentes hídricas y mitigar la emisión de gases asociados al cambio climático.

Diversas investigaciones reportan una interacción favorable entre los abonos orgánicos y los microorganismos eficientes. Estudios previos señalan que la inoculación de materia orgánica con EM acelera su mineralización y mejora su calidad como fertilizante (Condori, 2021; Cruz, 2019). Del mismo modo, se ha demostrado que esta práctica favorece la estructura física del suelo, incrementa la capacidad de retención de agua y promueve un mejor desarrollo vegetativo y productivo del cultivo (Gómez, 2020).

En ese sentido, la presente investigación se planteó evaluar el efecto de la inoculación de microorganismos eficientes en abonos orgánicos sobre la producción del cultivo de cebolla en condiciones de K'ayra-Cusco, con el propósito de generar información técnica que contribuya al desarrollo de estrategias de fertilización más sostenibles y eficientes para la producción hortícola de la región.

El autor

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1 Identificación del problema

Según el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2017), el uso intensivo de fertilizantes químicos en la agricultura constituye una problemática para la conservación del suelo, debido a que su aplicación continua puede provocar procesos de acidificación, salinización, contaminación de fuentes hídricas y alteraciones en la actividad microbiana, ocasionando su degradación y disminuyendo su capacidad productiva. Frente a esta situación, los abonos orgánicos y los microorganismos eficientes representan alternativas sostenibles orientadas al mejoramiento de la fertilidad del suelo y al desarrollo de sistemas de producción agrícola más amigables con el medio ambiente.

El cultivo de cebolla (Allium cepa L. var. Roja Arequipeña), debido a sus elevados requerimientos nutricionales, demanda cantidades considerables de nitrógeno, fósforo y potasio para alcanzar rendimientos satisfactorios. En muchos sistemas de producción, estas necesidades son cubiertas mediante la aplicación intensiva de fertilizantes sintéticos, lo que incrementa los costos de producción y puede generar efectos adversos sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

En este contexto, los abonos orgánicos constituyen una alternativa viable para mejorar la disponibilidad de nutrientes y contribuir a la conservación de la calidad del suelo. No obstante, su eficiencia depende en gran medida de la velocidad de descomposición y mineralización de la materia orgánica. En este sentido, la inoculación con microorganismos eficientes podría acelerar dichos procesos, favoreciendo una mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas y mejorando el comportamiento agronómico y el rendimiento del cultivo.

A pesar de su potencial, en el Centro Agronómico K'ayra existe escasa información experimental sobre el efecto de la inoculación de microorganismos eficientes en abonos orgánicos respecto al rendimiento, comportamiento agronómico y calidad física del bulbo de la cebolla (Allium cepa L. var. Roja Arequipeña) bajo condiciones de campo. Esta limitada disponibilidad de información técnica restringe la adopción de estrategias de fertilización orgánica más eficientes y adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de la región, lo que justifica la presente investigación orientada a evaluar esta tecnología como una alternativa para optimizar la producción de cebolla en la región Cusco.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Problema General

¿Cuál será el efecto de la aplicación de abonos orgánicos inoculados con microorganismos eficientes en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L. var. ROJA AREQUIPEÑA) bajo condiciones de campo en el Centro Agronómico K´ayra?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál será el rendimiento del cultivo de cebolla *(Allium cepa* L. *var.* Roja arequipeña*)*, con la aplicación de los abonos orgánicos inoculados con microorganismos eficientes?
- ¿Cuál será el comportamiento agronómico de la cebolla *(Allium cepa* L. *var.* Roja arequipeña*)*, con la aplicación de los abonos orgánicos inoculados con microorganismos eficientes?
- ¿Cuál será el efecto de la aplicación de abonos orgánicos inoculados con microorganismos eficientes en la calidad física del bulbo del cultivo de cebolla *(Allium cepa* L. *var.* Roja arequipeña*)*?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de la aplicación de los abonos orgánicos inoculados con microorganismos eficientes en el cultivo de cebolla *(Allium cepa* L. *var.* Roja arequipeña*)* bajo condiciones de campo en el Centro Agronómico K´ayra.

2.1.2 Objetivo Especifico

- Evaluar el efecto de los abonos orgánicos inoculados con microorganismos eficientes, en el rendimiento del cultivo de la cebolla *(Allium cepa* L. *var.* Roja arequipeña*)*.
- Evaluar el efecto de los abonos orgánicos inoculados con microorganismos eficientes, en el comportamiento agronómico del cultivo de cebolla *(Allium cepa* L. *var.* Roja arequipeña*)*.
- Evaluar el efecto de los abonos orgánicos inoculados con microorganismos eficientes, en la calidad física del bulbo del cultivo de cebolla (*Allium cepa L*. var. Roja arequipeña).

2.2 Justificación

Ambiental

Es fundamental evaluar el efecto de la inoculación de microorganismos eficientes en abonos orgánicos como parte del manejo nutricional del cultivo de cebolla, con el propósito de determinar su influencia sobre la disponibilidad de nutrientes, la actividad biológica del suelo y el rendimiento del cultivo. La validación de esta tecnología contribuirá a fortalecer el uso de abonos orgánicos como alternativa sostenible frente a la fertilización convencional, promoviendo prácticas agrícolas más amigables con el medio ambiente. Asimismo, favorecerá la conservación de la fertilidad del suelo, la reducción del impacto ambiental asociado al uso excesivo de fertilizantes químicos y el aprovechamiento eficiente de los recursos disponibles.

Investigación

Los abonos orgánicos constituyen una alternativa sostenible para la nutrición vegetal; sin embargo, presentan limitaciones relacionadas con la velocidad de descomposición y liberación de nutrientes. En este contexto, la inoculación con microorganismos eficientes representa una alternativa con potencial para favorecer estos procesos y mejorar el aprovechamiento de los nutrientes por las plantas. Los resultados de esta investigación aportarán evidencia sobre el efecto de esta práctica bajo las condiciones edafoclimáticas del Centro Agronómico K’ayra, generando información que podrá servir como referencia para futuras investigaciones y para el desarrollo de estrategias de fertilización orgánica en el cultivo de cebolla.

Social

La agricultura orgánica ha adquirido creciente importancia debido a la demanda de sistemas de producción sostenibles y alimentos inocuos. En este contexto, la incorporación de tecnologías que optimicen el uso de abonos orgánicos puede contribuir a mejorar la productividad del cultivo de cebolla mediante prácticas más eficientes y sostenibles. Asimismo,

la generación de información sobre estas alternativas puede beneficiar a los productores agrícolas, facilitando la adopción de prácticas de fertilización que contribuyan a una producción sostenible y al fortalecimiento de la actividad agrícola.

Económica

La evaluación de tecnologías orientadas a optimizar el aprovechamiento de los abonos orgánicos es importante desde el punto de vista económico, debido a que puede contribuir a mejorar la eficiencia en el uso de los nutrientes y disminuir la dependencia de fertilizantes sintéticos. Asimismo, su aplicación podría contribuir a reducir los costos de producción y mejorar la rentabilidad del cultivo de cebolla. La generación de información sobre estas prácticas permitirá orientar a los productores hacia alternativas de fertilización más eficientes y sostenibles, contribuyendo al fortalecimiento de la actividad agrícola en la región.

III. HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis General

La aplicación de abonos orgánicos inoculados con microorganismos eficientes al cultivo de cebolla (*Allium cepa* L. var. Roja Arequipeña), influirá positivamente en el rendimiento, comportamiento agronómico y la calidad física del bulbo, en comparación con los abonos orgánicos sin inocular y el tratamiento testigo.

3.2 Hipótesis Específicos

- La aplicación de abonos orgánicos inoculados con microorganismos eficientes incrementa significativamente el rendimiento del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L. var. Roja Arequipeña), en comparación con los abonos orgánicos sin inocular y el tratamiento testigo.
- La aplicación de abonos orgánicos inoculados con microorganismos eficientes mejorara significativamente en el comportamiento agronómico del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L. var. Roja Arequipeña), en comparación con los abonos orgánicos sin inocular y el tratamiento testigo.
- La aplicación de abonos orgánicos inoculados con microorganismos eficientes mejorara significativamente la calidad física del bulbo del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L. var. Roja Arequipeña), en comparación con los abonos orgánicos sin inocular y el tratamiento testigo.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1 Antecedentes

4.1.1 Antecedentes Internacionales

Cables-Labrada y Almaguer-Escalona (2013), en el estudio titulado "Alternativa saludable y económica para lograr una agricultura sostenible: los microorganismos eficientes", desarrollado en la Universidad de Ciencias Pedagógicas "José de la Luz y Caballero", Cuba, evaluaron el uso de microorganismos eficientes como alternativa a los productos agrícolas de origen químico. Los microorganismos fueron obtenidos a partir de materias primas orgánicas y posteriormente aplicados en cultivos como ajo, cebolla, maíz, calabaza y otras hortalizas. Los resultados evidenciaron mejoras en las características cualitativas de los cultivos y rendimientos similares a los obtenidos mediante abonamiento químico. Asimismo, se reportó una mejora de la fertilidad del suelo, una disminución de los suelos degradados y una reducción de los gastos asociados al abonamiento, destacando el potencial de los microorganismos eficientes como alternativa para una agricultura sostenible.

Calero-Hurtado et al. (2019) realizaron una investigación científica en la que evaluaron el efecto de la combinación de bioestimulantes vegetales y microorganismos eficientes sobre el rendimiento del cultivo de frijol. El estudio comprendió dos ensayos experimentales desarrollados entre octubre de 2014 y abril de 2015, correspondientes a diferentes épocas de siembra. Los tratamientos incluyeron un testigo, la inoculación y aplicación foliar de microorganismos eficientes, la aplicación de Fitomas E y la combinación de ambos productos. Se evaluaron variables como número de hojas por planta, biomasa seca, número de vainas por planta, granos por vaina, masa de 100 granos y rendimiento. Los resultados mostraron que la aplicación conjunta de microorganismos eficientes y Fitomas E produjo la mayor respuesta productiva, superando a las aplicaciones individuales y al testigo. El mayor rendimiento se

obtuvo durante la época intermedia de siembra, alcanzando 1090,0 kg/ha, mientras que al cierre de la temporada se obtuvo 660,0 kg/ha.

Terry Alfonso, Leyva y Hernández (2010), en el estudio titulado “Microorganismos benéficos como biofertilizantes eficaces para el cultivo de tomate”, evaluaron la efectividad agrobiológica de Azospirillum sp. sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.). Los resultados evidenciaron la presencia de los géneros Pseudomonas, Azospirillum, Azotobacter, Bacillus y Streptomyces en la zona radicular del cultivo, siendo Azospirillum el género dominante. Asimismo, la inoculación de este microorganismo permitió incrementar el rendimiento en 11 % respecto al tratamiento control sin inoculación.

4.1.2 Antecedente Nacional

Quispe (2015), realizó una investigación sobre el uso de microorganismos eficientes en cultivos hortícolas, evaluando sus efectos sobre el desarrollo vegetativo. El autor concluyó que la inoculación con estos microorganismos incrementó características agronómicas de los cultivos evaluados, tales como el vigor y la producción de biomasa vegetal, especialmente en condiciones de baja fertilidad del suelo.

Mamani Lima (2023), en Tacna, evaluó el efecto de diferentes abonos orgánicos enriquecidos con microorganismos eficientes en el cultivo de cebolla variedad Ilabaya. El autor obtuvo rendimientos de 16,55 t/ha con humus + EMa, 15,86 t/ha con compost + EMa, 15,78 t/ha con estiércol + EMa, 10,71 t/ha con gallinaza + EMa y 9,31 t/ha en el testigo. Los tratamientos humus + EMa, compost + EMa y estiércol + EMa conformaron el grupo estadístico superior, mientras que gallinaza + EMa y el testigo presentaron los menores rendimientos.

4.1.3 Antecedentes Regionales

Como antecedente regional, se considera la investigación desarrollada por Cuno Espetia (2023), titulada Producción de cebolla (*Allium cepa* L.) variedad roja arequipeña con tres clases de abonos orgánicos en condiciones de K'ayra-Cusco, realizada en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de diferentes fuentes de abonamiento orgánico sobre el comportamiento agronómico y productivo del cultivo. Para ello, comparó tratamientos con humus de lombriz, estiércol descompuesto y compost aplicados en distintas dosis. Los resultados evidenciaron diferencias significativas entre tratamientos, destacando el humus de lombriz a una dosis de 10 t/ha, que presentó los mejores resultados en variables como peso de bulbo (209.10 g/planta), diámetro de bulbo (10.40 cm) y altura de planta (59.33 cm). El autor concluyó que la fertilización orgánica influye positivamente en el desarrollo y producción de la cebolla roja arequipeña bajo condiciones agroecológicas de K'ayra-Cusco. Este estudio constituye un referente importante para la presente investigación, debido a que fue desarrollado en condiciones edafoclimáticas similares y demuestra la respuesta favorable del cultivo frente al uso de abonos orgánicos.

Alvarez Arias et al. (2022), en Curpahuasi, Apurímac, evaluaron el efecto de diferentes biofertilizantes sobre la fase vegetativa y el rendimiento del cultivo de cebolla variedad roja arequipeña. Los autores reportaron que la aplicación de humus de lombriz a una dosis de 10.8 t/ha obtuvo los mejores resultados en altura de planta y rendimiento, alcanzando 9.8 t/ha, recomendando su uso como alternativa nutricional para mejorar la producción del cultivo.

Por su parte, Huamán (2017) demostró que la aplicación de compost mejora significativamente variables productivas del cultivo de cebolla, tales como el peso del bulbo, el diámetro ecuatorial y el rendimiento, evidenciando su importancia como alternativa para optimizar la nutrición del cultivo mediante prácticas sostenibles.

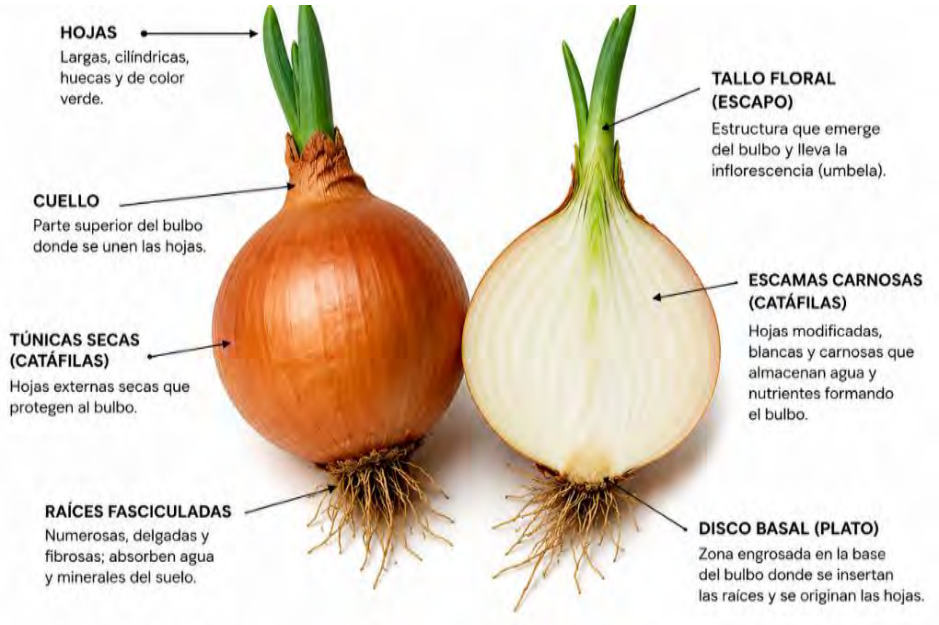
4.2 Bases teóricas

4.2.1 Cultivo de la Cebolla

4.2.1.1 Origen

Según (SENA, 1990), la Cebolla es una hortaliza de origen ancestral, y se estima que ha sido consumida desde el año 2300 A.C. Se han encontrado inscripciones en las pirámides de Egipto que sugieren que algunos albañiles la consumían en grandes cantidades. Su cultivo se inició en China y el Suroeste de Asia, desde donde se expandió a otros países. Pertenece al Genero *Allium*, que cuenta con aproximadamente 280 especies conocidas, siendo originarias principalmente de Europa, Norte de África, Asia y Norteamérica. En América, su introducción se llevó a cabo en el siglo XVIII a través de los españoles. Por su parte, Castillo (1999) indica que la cebolla tiene su origen en Asia Central, aunque su proceso de domesticación ocurrió de forma independiente en distintas regiones del mundo.

Figura 1: *La cebolla*



Fuente: Adaptado de Taiz et al. (2015).

4.2.1.2 Taxonomía

Cronquist T, A. (1992). La cebolla la clasifica taxonómicamente de la siguiente manera:

Reino: Vegetal

Sub reino: Embryobionta

División: Antophyta

Subdivisión: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Liliflorae

Familia: Alliaceae

Género: *Allium*

Nombre científico: *Allium cepa* L.

4.2.1.3 Variedades de cebolla en el Perú

En el Perú se cultivan diversas variedades y cultivares de cebolla adaptados a diferentes condiciones agroclimáticas y requerimientos del mercado. La producción nacional se orienta principalmente hacia la cebolla roja, siendo una de las de mayor importancia económica debido a su amplia aceptación en el consumo interno. Entre las principales variedades cultivadas destacan Roja Arequipeña, Camaneja, Lurín, Red Creole, Sivan y Pantera Rosa, las cuales presentan diferencias en rendimiento, adaptación, tamaño de bulbo y características agronómicas. La elección de una variedad depende de factores como condiciones climáticas, disponibilidad hídrica, manejo agronómico y resistencia a enfermedades. Asimismo, la región Arequipa concentra gran parte de la producción nacional de cebolla, siendo una de las principales zonas productoras del país. (Molinos & Cía, 2022).

Existe una amplia diversidad de variedades e híbridos de cebolla adaptados a diferentes condiciones agroecológicas y sistemas de producción. La selección de una variedad depende

principalmente de factores como altitud, disponibilidad hídrica y condiciones climáticas de la zona de cultivo. Asimismo, los materiales genéticos empleados deben presentar características agronómicas deseables, como adaptación al medio, buen rendimiento y tolerancia o resistencia a enfermedades. (Araya Umaña, 2012).

4.2.1.4 Cebolla roja variedad Arequipeña

La variedad Roja Arequipeña es una de las variedades de cebolla ampliamente cultivadas en el Perú debido a su adaptación a diferentes condiciones ambientales y su importancia comercial. Su crecimiento, desarrollo y rendimiento están influenciados por factores como la fertilización, manejo agronómico y disponibilidad hídrica (Cuno Espetia, 2023).

Figura 2: *Cebolla variedad roja arequipeña*



Fuente: MINAGRI 2017

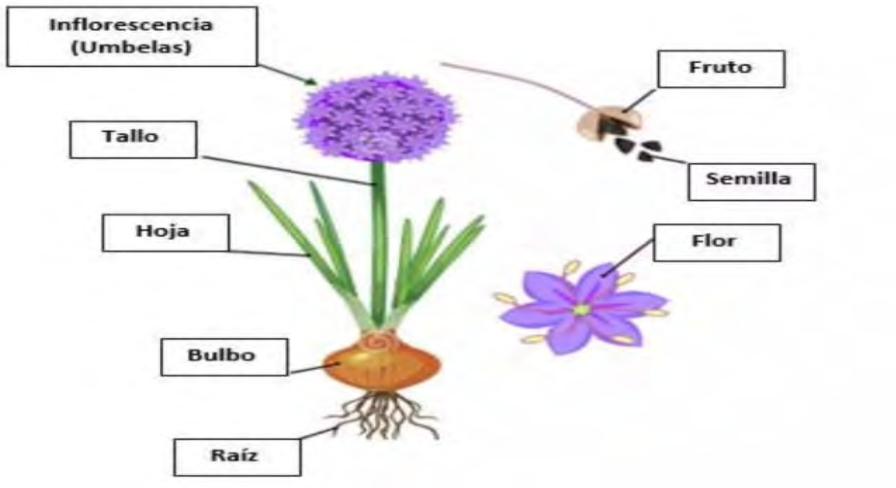
4.2.1.5 Características Botánicas

Según (SENA, 1990), la cebolla presenta diversas características botánicas, entre las cuales se encuentran:

- **Raíz:** Es adventicia y no ramificada, surge de un disco en un número considerable, irradiándose en todas direcciones. Su aspecto es fibroso, y su longitud aumenta a medida que se desarrolla.
- **Tallo:** Se reduce a un disco central, siendo su parte inferior la porción comestible. Tiene una forma de barril, variando según la variedad, y presenta un aspecto globoso y tunicado.

- **Hojas:** Emergen del disco central del tallo, adoptando una forma de vaina. Son largas, enteras, lanceoladas, cilíndricas, huecas y están unidas terminando en punta. En ciertas variedades, pueden alcanzar hasta un metro de longitud. Un rasgo distintivo es que sus nervaduras son paralelas.
- **Flores:** Son de color blanco violáceo, y su tono varía según la variedad. Se desarrollan en umbelas en la parte superior y poseen tallos alargados llamados escapos. En las flores perfectas, se encuentran los estambres exteriores e inferiores dispuestos en verticilos, cada uno con tres estambres. Además, tienen un pistilo con tres cavidades y dos óvulos en cada lóbulo. La polinización de las flores es llevada a cabo principalmente por insectos en las variedades que presentan floración perfecta.
- **Fruto:** Está formado por una capsula que contiene tres cavidades, y cada una de ellas alberga dos semillas negras. Estas semillas son de forma convexa por un lado y casi planas por el otro. En los cultivos comerciales, no es deseable que las cebollas florezcan ni que se produzcan semillas sexuales.

Figura 3: *Características botánicas de la cebolla*



Fuente: Naturaleza y Ecología. (2020)

4.2.1.6 Fenología

De acuerdo con Jaramillo (1997), el crecimiento y desarrollo de la cebolla de bulbo puede dividirse en cuatro fases fenológicas básicas:

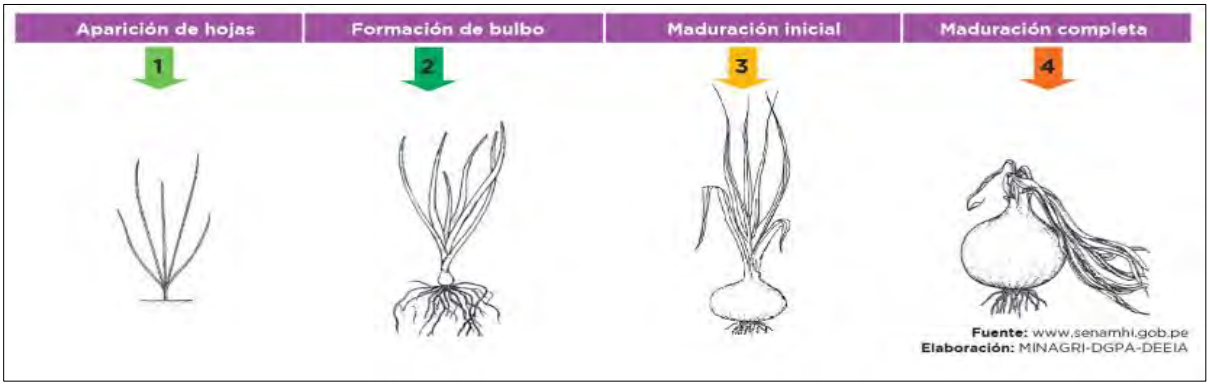
- **Fenofase 1**: Comprende desde la siembra hasta la emergencia de la hoja-cotiledonar.
- **Fenofase 2:** Desde la emergencia de la hoja cotiledonar hasta el inicio del llenado del bulbo.
- **Fenofase 3:** Desde el inicio del llenado del bulbo hasta el inicio del doblamiento del follaje.
- **Fenofase 4**: Entre el doblamiento del follaje y la cosecha.

Por otro lado, Rondón et al. (1996), identificaron diferentes fases en el desarrollo de las plantas de cebolla:

- **Emergencia:** Ocurre cuando la raíz principal crece hacia abajo y el cotiledón se alarga.
- **Primera hoja verdadera:** Esta hoja crece dentro del cotiledón y emerge a través de él, mientras que las raíces adventicias se desarrollan en la base del tallo.
- **Plántula:** Se caracteriza por la formación de nuevas hojas y raíces adventicias, así como la diferenciación del pseudotallo.
- **Iniciación de la formación del bulbo:** En esta fase, algunas hojas modifican sus vainas para recibir fotosintetizados, lo que aumenta el diámetro del pseudotallo y se inicia la translocación intensa de carbono para el crecimiento y almacenamiento del bulbo.

- **Máximo desarrollo vegetativo:** Comprende desde la iniciación hasta la terminación del llenado del bulbo, durante esta fase, las plantas alcanzan su máxima expresión en términos de área foliar y peso sseco de las hojas.
- **Terminación del llenado del bulbo:** En esta fase, las hojas de la planta comienzan a envejecer y entrar en senescencia.

Figura 4: *fenología de la cebolla.*



Fuente: www.senamhi.god.pe

4.2.2 Prácticas Culturales

4.2.2.1 Siembra

La cebolla es un cultivo que generalmente se establece mediante trasplante, aunque también puede realizarse por siembra directa. Para una adecuada producción de plántulas es necesario contar con semilleros bien preparados, con suelos sueltos y libres de terrones, favoreciendo una adecuada emergencia y desarrollo inicial. Asimismo, el uso de prácticas como la solarización y biofumigación contribuye a disminuir la presencia de malezas y patógenos del suelo. El trasplante debe realizarse cuando las plántulas alcancen entre 10 y 15 cm de altura y antes del inicio de la formación del bulbo, ya que un retraso puede afectar el rendimiento del cultivo (Araya Umaña, 2012).

4.2.2.2 Riegos

Según (INIA, 1992), es fundamental aplicar riegos frecuentes y ligeros, siempre que sea necesario y de manera oportuna, es decir, cuando el cultivo ha utilizado alrededor del 25% de agua disponible en la primera capa del suelo (profundidad de 30 cm). Evitar el riego excesivo es crucial, ya que esta acción puede favorecer la aparición de enfermedades como el Fusarium.

Del mismo modo, es importante interrumpir los riegos durante un periodo de 15 a 25 días antes de la cosecha para permitir que los bulbos maduren adecuadamente. El déficit de riego debe evitarse, ya que podría afectar negativamente al desarrollo del cultivo y rendimiento.

Durante la formación del bulbo cuando se debe prestar especial atención al suministro de agua, ya que un riego adecuado en esta etapa garantiza un buen tamaño y peso de los bulbos. Por lo tanto, se debe encontrar el balance adecuado en la cantidad y frecuencia de los riegos para asegurar un cultivo saludable y con buena producción.

4.2.2.3 Suelo

Salunkhe & Kadam (2003), mencionan que la cebolla prospera en suelos de textura media, preferiblemente en tipo franco arenoso, que tengan un buen drenaje y sean ricos en materia orgánica. Estas características favorecen el desarrollo saludable de las raíces y los bulbos. Por otro lado, se aconseja no cultivar la cebolla en suelos muy arcillosos, ya que dificultan la formación adecuada de los bulbos e incluso pueden ocasionar deformaciones. Los suelos arenosos presentan el inconveniente de retener bajo la humedad y los fertilizantes aplicados. Además, los suelos con drenaje deficiente obstaculizan el crecimiento de la planta y aumentan el riesgo de enfermedades fúngicas. Se recomienda implementar la rotación de cultivos para prevenir el ataque de hongos del suelo que causan enfermedades. Para determinar si el suelo requiere adición de cal agrícola, materia orgánica o nutrientes, es necesario realizar el análisis de suelo.

4.2.2.4 Manejo de Malezas

Según el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 1992), para un adecuado manejo de malezas se debe considerar lo siguiente:

- Es esencial comenzar la preparación del suelo con suficiente antelación para asegurar una cama de siembra de calidad y lograr un control efectivo de malezas.
- Se debe llevar a cabo la preparación del suelo con alta periodicidad e intensidad para obtener resultados óptimos.
- Se recomienda separar las siembras de los almácigos mediante hileras lo bastante espaciadas, de manera que facilite el uso de herramientas manuales para la limpieza y manejo del cultivo.
- La aplicación de herbicidas de preemergencia debe realizarse utilizando la dosis y condiciones adecuadas, garantizando así un control eficiente de las malezas sin afectar negativamente la germinación y desarrollo de los cultivos deseados.

4.2.2.5 Cosecha y Curado

Según Fornaris Rullan (2012), el proceso de cosecha y curado de la cebolla puede variar según las prácticas agrícolas de cada agricultor. A continuación, se presenta en qué consisten estos dos procesos, una de forma manual y otro mecanizado.

Cosecha y Curado manual. Consiste en lo siguiente:

- Se detiene el riego cuando entre 0 a 25% de los topes de las cebollas se han doblado, dependiendo del precio del mercado.
- Se utiliza una cuchilla o barra rotatoria para cortar debajo de los bulbos.
- Las cebollas se jalan a mano para separarlas completamente del suelo.

- Se podan las raíces y los topes, y los bulbos se colocan en baldes o pailas y luego se trasladan a sacos de yute, llenando cada saco con 60 a 80 libras de cebolla.
- Las cebollas se curan en el campo dentro de los sacos durante un periodo de 3 a 14 días, dependiendo del clima y precio del mercado.
- Posteriormente, las cebollas se transportan a las instalaciones de empaque, donde se clasifican y empaca, o bien, se clasifican y empacan directamente en el campo.

Cosecha y Curado mecanizado.

Según Gómez & López Palmero (1987), la recolección de cebollas debe iniciarse cuando al menos el 70% de los tallos estén doblados, el bulbo sigue ganando peso hasta que solo queden dos o tres hojas verdes. En esta etapa final, el aumento de peso puede ser de hasta un 15-20%. El procedimiento más común es el arranque manual, dejando los bulbos en el campo durante uno o dos días para que las hojas terminen de secarse. Después, las cebollas se cortan con una hoz y se cargan en un remolque.

Los pasos de curado y mecanizado son los siguientes:

- Se detiene el riego entre 0 a 25% de los topes de las cebollas se han doblado.
- Se cortan los topes con una cuchilla rotatoria y se corta debajo de los bulbos utilizando una barra. En algunos casos, ambas operaciones se realizan simultáneamente.
- Los bulbos son levantados y transportados a un dispositivo llamado “finish-topper”, que elimina los topes y raíces que no se recortan en el campo.
- Los bulbos se curan dentro de cajones (bins) en el mismo campo, en instalaciones especiales para el curado artificial, en la empacadora o durante el almacenamiento.

- Luego, los bulbos se transportan en cajones o a granel a la empacadora, donde son clasificados y empacados.

4.2.2.6 Abonamiento y Fertilización

Vidigal et al. (2010) investigaron cómo la cebolla absorbe nutrientes en dos sistemas de cultivo: siembra directa y trasplante. Descubrieron que, en ambos casos, el desarrollo inicial es lento, pero la absorción de nutrientes se intensifica entre los 56 días (siembra directa) y los 74 días (trasplante) después de la siembra. Además, concluyeron que los nutrientes se absorben en el siguiente orden de importancia: potasio, nitrógeno, calcio, azufre, fósforo, magnesio, seguido por hierro, manganeso, cobre y zinc. Por otro lado, Filgueira (2013), señala que, si bien el fósforo no es el nutriente que más extrae la cebolla, es el que genera mayor impacto en el rendimiento y en el aumento del peso de los bulbos.

Salunkhe & Kadam (2003), han destacado en su estudio que la cebolla es una planta que requiere una cantidad significativa de nutrientes, como Nitrógeno(N), fosforo (P) y potasio(k), para lograr un crecimiento óptimo. En una cosecha exitosa de cebollas que produzcan alrededor de 30 toneladas de bulbos, se necesita aproximadamente 73 kg de Nitrógeno, 36 kg de fosforo y 68 kg de potasio. El nitrógeno es de especial importancia durante las primeras etapas del crecimiento, las deficiencias de estos macronutrientes pueden provocar un amarillamiento generalizado y debilitar las plantas. Por otro lado, un exceso de nitrógeno puede estimular un crecimiento descontrolado. Asimismo, un suministro inadecuado de potasio puede tener efectos negativos en la formación del bulbo, reducir la calidad de los bulbos y el grosos de las escamas, y aumentar la probabilidad de que las plantas desarrollen una cabeza redonda y florezcan prematuramente. Extracciones aproximadas de 1ha de cebolla en kg/ha.

Según (Maroto, 1982), las cifras promedias de extracción, como mencionan los autores en la tabla presentada a continuación, pueden ser consideradas como valores representativos obtenidos a través de distintos estudios.

Tabla 1: *Extracciones aproximadas de 1 ha de cebolla en kg/ha*

Rendimiento tn/ha de bulbos	**N**	**P_2O_5**	**K_2O**	**CaO**	**MgO**	**Fuente**
30	80	40	120	_	_	Jacob y V. Uesküll (1973)
31,8	116	44	144	131	29	Prats (1970), variedad *Hatif de Vaugirard*
28	70	33	98	_	_	Knott(1962)
22,4	85	19	95	_	_	Knott(1962)
5,10 (Mat. Seca)	155	75	116	91	13	Lefebvre (1976), variedad tipo *Auxonne.*

Fuente: (Maroto, 1982)

4.2.2.7 Plagas y Enfermedades

Según García Morato (2003), las plagas y enfermedades más importantes del cultivo de cebolla son las que se mencionaran a continuación:

- **Trips (*Thrips tabacci*).** Estos diminutos insectos chupadores, que en alguno de los casos podría ser una de las principales plagas de este cultivar, frecuentemente se alimentan de los tejidos de las hojas jóvenes y causan una variedad de síntomas únicos y característicos en la cebolla. El impacto especifico de las picaduras no sería tan severo si no fuera por la toxina que este animal inyecta en la hoja, lo que provoca la muerte de las células contiguas, lo que ocasiona un conjunto de células muertas que constituyen unas pequeñas placas blanquecinas o hojas plateadas y en ocasiones manchitas deformadas.

Estos síntomas son típicos de esta plaga, se observan en las hojas tiernas del cultivo de cebolla.

- **Larvas Minadoras (*Liriomyza spp*).** Se pueden observar pequeños tramos de color blanquecino en contraste con el verde de las hojas, los cuales son el resultado de la alimentación de larvas pequeñas. A veces, las hembras depositan sus huevos en la parte superior de las hojas jóvenes, lo que ocasiona la aparición de puntas secas. Este síntoma puede generar confusión sobre su causa, se debe examinar detenidamente el área afectada para detectar y confirmar la presencia de larvas. Se recomienda acolchado del suelo con films de colores repelentes para insectos y pulverizaciones de Malation.
- **Raíces Rosas (*Pyrenochaeta terrestris*).** El síntoma más distintivo de esta enfermedad es notable y único, ya que se manifiesta mediante una coloración rosada en las raíces que están parasitadas por el hongo. Esto se contrasta claramente con el color blanco nacarado de las raíces sanas. Se recomienda extraer las plantas afectadas y la rotación de cultivos.
- **Podredumbre Blanca (*Sclerotium cepivorum*).** Se visualiza bulbos que no tienen ni la dureza ni la consistencia habituales, al extraer la planta se observa un micelio blanco, similar a la estructura de algodón. Además, se presenta hojas amarillentas tienen una textura anormal, más suave y húmeda que las demás. Para su control se aplica fungicida del grupo Dicarboximidas (iprodiona, etc.), como medida preventiva se debe realizar la rotación de cultivos.
- **Mildiu (*peronospora destructor).*** El mildiu tiende a afectar preferentemente las hojas más externas, que son las más antiguas, y también los tallos florales, en caso de estar presentes, cuando las condiciones climáticas son favorables. El tejido parasitado pierde su color verde normal de manera progresiva,

adquiriendo una tonalidad verde claro-amarillenta hasta llegar a un aspecto blanquecino, y finalmente se marchita y necrosa. El control químico es mediante fungicidas, en cuanto a las medidas preventivas se debe evitar suelos con mal drenaje.

- **Botrytis (*Botrytis allii*).** Este patógeno foliar presenta síntomas característicos en las hojas de la cebolla. A los pocos días de la infección, aparecen pequeñas lesiones redondeadas y ligeramente deprimidas, principalmente en la parte superior de las hojas. Estas lesiones, de aproximadamente 4 mm de diámetro, son de color blanco y están rodeadas por un halo de tejido afectado de tonalidad verde claro a amarillento.

  Para su manejo, se recomienda evitar condiciones que favorezcan el encharcamiento del suelo, así como mantener una adecuada ventilación del cultivo. En cuanto al control químico, puede emplearse clorotalonil (por ejemplo, formulaciones comerciales como Daconil), siguiendo siempre las recomendaciones técnicas y dosis indicadas.

4.2.3 Aspectos climáticos

4.2.3.1 fotoperiodo

Según (SENA, 1990), la cebolla se clasifica generalmente como una planta de días largos (noches cortas) para la formación de bulbos, lo que significa que requiere un incremento en la duración del día para inducir este proceso. Es decir, necesita superar un fotoperiodo crítico específico para cada variedad. No obstante, existen cultivares adaptados a condiciones de días cortos, los cuales no necesariamente son estrictamente de días cortos, sino que presentan menores requerimientos de horas luz para iniciar la bulbificación. Una vez satisfecho el fotoperiodo requerido por la variedad, el desarrollo del bulbo ocurre de manera normal, siempre que las condiciones de temperatura sean favorables.

4.2.3.2 Temperatura

Según Tomasino (1993), las necesidades térmicas de la cebolla varían en cada una de sus etapas de crecimiento. A continuación, se describen las temperaturas óptimas para diferentes fases del ciclo de desarrollo:

- **Germinación**: Para que las semillas germinen adecuadamente, se requiere una temperatura que oscile entre 18 y 25ºC.
- **Emergencia y Raíces:** El crecimiento de las raíces ocurre en un rango de temperatura que varía desde 2ºC hasta 20ºC, siendo más favorable entre 5 y 10ºC.
- **Crecimiento del Follaje:** Durante esta fase, el crecimiento del follaje de la cebolla se produce de manera óptima en temperaturas que fluctúan entre 18º y 23ºC.
- **Inicio y formación del bulbo:** La formación del bulbo en la cebolla está influenciada por la temperatura a la que se expone la planta, en estrecha interacción con la duración del día. Las condiciones óptimas para alcanzar un mayor diámetro y peso fitomasal del bulbo se sitúan alrededor de los 25 °C. Sin embargo, temperaturas extremas, tanto bajas como altas —por ejemplo, 10 °C y 30 °C, respectivamente—, pueden reducir significativamente el diámetro y el peso de los bulbos.

4.2.4 Rendimiento

Según FAO (2022), el rendimiento del cultivo de cebolla depende del material genético, manejo agronómico, fertilización, disponibilidad hídrica y condiciones edafoclimáticas; bajo condiciones favorables puede superar las 30 t/ha, mientras que en sistemas tradicionales o zonas altoandinas suele ser considerablemente menor.

Los rendimientos en el Perú varían de acuerdo con el departamento de producción. En Ica el rendimiento promedio es 60,706 kg/ha en el año 2010, seguido de Arequipa con 39.662 kg/ha, La Libertad con 32.624 kg/ha, Lambayeque 31.846 kg/ha, Tacna 30.239 kg/ha, Piura 23.825 y Junín 19.064 kg/ha. Estos departamentos concentran los mayores niveles en rendimiento a nivel nacional (MINAGRI, 2017).

Tabla 2: *Mayores productores de cebolla a nivel nacional*

Region	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Arequipa	30.378	29.711	28.72	31.26	36.546	40.194	39.898	41.348	47.196	41.573	39.662
Ica	43.463	41.348	40.019	41.518	53.309	56.044	55.524	70.332	61.709	59.465	60.706
Lima	27.535	28.89	24.215	27.394	27.399	23.515	24.86	23.521	24.255	23.359	22.964
La Libertad	13.923	16.137	20.422	22.904	22.151	25.625	29.068	28.805	28.876	30.176	32.624
Lambayeque	10.007	12.442	12.319	8.644	15.328	13.863	14.265	23.636	26.479	26.367	31.846
Tacna	25.965	30.865	32.069	32.511	29.824	31.032	31.793	30.366	32.87	34.318	30.239
Junin	17.91	18.068	18.635	18.404	18.272	18.586	18.893	18.894	18.787	18.904	19.064
Ancash	11.555	12.869	14.477	14.438	14.826	14.873	15.767	17.404	17.888	19.053	18.656
Piura	17.921	15.485	15.068	19.654	16.904	24.856	15.292	28.472	20.536	23.939	23.852
Resto del pais	6.571	6607	6.822	6.428	7.661	7.09	7.161	8.516	8.327	9.286	12.187
Promedio Nacional	**20.523**	**21.242**	**21.277**	**22.316**	**24.222**	**25.568**	**25.252**	**29.129**	**28.692**	**28.644**	**29.18**

Fuente*: MINAG-OEEE*

En condiciones agroecológicas de la región Cusco, el rendimiento del cultivo de cebolla presenta valores variables según el manejo agronómico empleado, registrándose producciones entre 12 y 18 t/ha en ensayos realizados bajo condiciones experimentales en K'ayra, debido a factores limitantes como altitud, amplitud térmica y fertilidad del suelo. Estos valores son inferiores a los obtenidos en zonas costeras especializadas, donde el rendimiento puede superar las 30 t/ha (Cuno Espetia, 2023).

4.2.5 Abonos Orgánicos

Soto y Meléndez (2004), mencionan que para abordar el tema de abonos orgánicos es importante comprender su definición. El termino proviene y hace referencia a material proveniente de animales o vegetales y su principal función es enriquecer el suelo, mejorar la estructura del suelo y aumentar el contenido biológico y nutritivo. Entre los abonos orgánicos más importantes se encuentran el humus de lombriz, el bocashi, compost de lombriz, gallinaza y otros de origen vegetal.

Facultad de Ciencias Agrarias (2019), mencionan que, en suelos con bajo contenido de materia orgánica, como los del departamento de Caaguazú en Paraguay, el cultivo de cebolla responde favorablemente a la fertilización orgánica. Esta práctica mejora tanto la fertilidad como las propiedades físicas y biológicas del suelo. Se recomienda aplicar estiércol vacuno (20-30 t/ha) o gallinaza descompuesta (8-10 t/ha), incorporándolos al suelo al menos 30 días antes de la siembra. Análisis realizados en parcelas demostrativas revelaron niveles bajos de materia orgánica (0,23%-0,62%), lo que justificó la necesidad de esta enmienda.

Mendez (2010), manifiesta que la agricultura orgánica se ha convertido en una alternativa viable debido a sus bajos costos de producción y a su potencial de uso en países donde la mayor parte de la producción de alimentos se realiza mediante sistemas no tecnificados. Asimismo, constituye una valiosa estrategia para mantener un medio ambiente saludable y obtener alimentos libres de sustancias tóxicas.

El propósito de incorporar materia orgánica al suelo es mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Estos abonos aportan nutrientes, favorecen la actividad de los microorganismos y ejercen un efecto positivo sobre la estructura del suelo. Como resultado, se promueve la formación de agregados estables, lo que permite una mayor retención de agua, un adecuado intercambio de gases y una mejor adsorción de nutrientes.

Según INDAP, INIA Intihuasi y Prodecop (1998), los efectos de la materia orgánica son de mucho beneficio para el suelo, se mencionan las siguientes:

- Ayuda a mejorar la estructura del suelo, mejora tanto terrenos arenosos como arcillosos. En terrenos arenosos ayuda con la capacidad de retención del suelo, en terrenos arcillosos ayuda con la formación de microporos ayudando así al intercambio gaseoso.
- Ayuda a almacenar y fijar los nutrientes en su matriz orgánica. Con este mecanismo puede retener minerales las cuales son claves en la fertilidad del

suelo. La libera de manera lenta de acuerdo con las necesidades de nutrientes de la planta.

- Ayuda al fortalecimiento del sistema de las raíces de las plantas, ayuda con la aireación, retención de humedad y actividad microbiana en el suelo.
- Ayuda con la activación de microorganismos presentes en el suelo y estos a su vez contribuyen con el control de plagas y enfermedades en las raíces.

4.2.6 Gallinaza

Según Estrada (2005), la gallinaza se emplea como un tipo de fertilizante cuya composición varía en función de la dieta y el sistema de alojamiento de las aves. Esta sustancia está compuesta por una mezcla de excrementos, plumas, restos de alimentos y huevos rotos que caen al suelo y se combinan con un material absorbente, como viruta, pasto seco cascarillas, entre otros. Su principal característica es ser una fuente importante de Nitrógeno, el cual aporta significativamente al mejoramiento de las propiedades del suelo, así como otros nutrientes esenciales, entre ellos el Fosforo, Calcio, Magnesio, Manganeso, Hierro, Boro y Zinc.

La calidad de la gallinaza estará determinada en principio por: el tipo de alimentación del ave, la edad del ave, cantidad de pluma, ventilación del galpón. Otro factor a tener en cuenta es el tiempo que permanece la gallinaza en el galpón, a mayor tiempo en el galpón es mayor el desprendimiento del nitrógeno en forma de amoniaco y como factor final se encuentra el proceso de secado de la gallinaza (Estrada Pareja, 2005).

4.2.6.1 Ventajas de la Gallinaza

Según La Calera (2016), las ventajas de la gallinaza son las siguientes:

- Actúa como un excelente mejorador de suelos, enriqueciéndolos con materia orgánica.
- Mejora la capacidad de retención de agua en el suelo.
- Aumenta la productividad de los cultivos.

- Proporciona una fuente de energía para los microorganismos, lo que estimula su rápida multiplicación.
- Favorece la aireación y oxigenación del suelo, aumentando así la actividad radicular y la presencia de microorganismos aerobios.
- Contribuye con micronutrientes adicionales como Hierro, Cobre, Zinc, Magnesio, Boro, entre otros. Estos nutrientes mejoran el aroma y sabor de los frutos, como sucede con el café, cítricos, arándanos y otras especies vegetales.

4.2.6.2 Composición de la Gallinaza

Tabla 3: *Composición de la gallinaza*

Elemento	Símbolo/Formula	Contenido (%)	Contenido(ppm)
Macro elemento			
Nitrógeno	N	1.5-2.2	
Fosforo	P2O5	4.0-4.5	
Potasio	K2O	2.5-3.0	
Elemento sec.			
Calcio	CaO	7-8	
Magnesio	MgO	1.3-1.8	
Sodio	Na	0.3-0.7	
Micro elementos			
Hierro	Fe		1282
Zinc	Zn		342
Cobre	Cu		54
Manganeso	Mn		402
Boro	B		54

Fuente: La calera (2016).

4.2.7 Compost

Lampkin (1992), Señala que el compost es considerado uno de los abonos orgánicos más efectivos y de fácil obtención, contribuye a mantener la fertilidad del suelo y obtener excelentes resultados en el rendimiento de los cultivos. El proceso de compostaje se caracteriza por generar altas temperaturas debido a que los microorganismos utilizan la materia orgánica como fuente de alimento. Durante este proceso de alimentación, la temperatura puede elevarse, alcanzando niveles de 65º a 70ºC. Para un desarrollo adecuado del proceso, es esencial que exista suficiente humedad y oxígeno, ya que estos elementos son vitales para la supervivencia de los microorganismos encargados de descomponer los materiales orgánicos. Mayoritariamente, estos microorganismos que sobreviven a temperaturas elevadas son los responsables de desintegrar la materia orgánica.

Una vez que la temperatura del compost desciende, los microorganismos perjudiciales para las plantas, en caso de existir, desaparecen. Esto favorece el desarrollo de microorganismos beneficiosos que operan a temperaturas entre 15 y 25ºC, los cuales no representan un riesgo para las plantas. En resumen, el proceso de compostaje garantiza un equilibrio adecuado de microorganismos que resultan beneficiosos para la fertilidad del suelo y el desarrollo saludable de los cultivos.

4.2.7.1 Propiedades del Compost

De acuerdo con Labrador (1996), la materia orgánica en el suelo actúa como fuente de alimento y soporte para los microorganismos, quienes se alimentan del humus y contribuyen con su mineralización. Asimismo, la presencia de materia orgánica mejora las propiedades químicas del suelo, aumentando tanto el poder tampón como la capacidad de intercambio catiónico.

Por otro lado, advierten que la aplicación excesiva de compost puede conllevar problemas medioambientales, como un aumento en la lixiviación de nitratos hacia aguas

superficiales y subterráneas. Asimismo, dependiendo del material de origen utilizado, podría darse una acumulación de metales pesados o contaminantes orgánicos en el suelo.

Por su parte Parnes (1990), expone que cuando el compost se utiliza como fertilizante, libera los nutrientes de forma gradual, lo que resulta beneficioso en ecosistemas donde existe riesgo de pérdida de nitrógeno debido a la lixiviación. Además de aportar macronutrientes (Nitrógeno, Fosforo, Potasio) y micronutrientes.

El compost también juega un papel relevante como supresor de enfermedades en las plantas, gracias a mecanismos biológicos como la antibiosis, el parasitismo y la competencia con microorganismos patógenos, lo que contribuye a prevenir el desarrollo de enfermedades.

4.2.7.2 Composición del Compost

Tabla 4: *Composición del compost*

COMPOSICIÓN	CANTIDAD
Ph	7,20
Relación C/N	12,79
Nitrógeno	2,10%
Fosforo	1.30%
Potasio	0.78%
Calcio	3,19%

Fuente: *INÍA 2008*

4.2.8 Microorganismos Eficientes (EM)

4.2.8.1 Definición

EM es una abreviación de Effective Microorganisms (Microorganismos Eficaces, efectivos o eficientes), que se refiere a un cultivo mixto de microorganismos beneficiosos presentes de forma natural en ecosistemas, sin manipulación genética. Estos microorganismos son fisiológicamente compatibles entre sí y, su efecto individual potencia significativamente

cuando se inoculan en medio natural, debido a su acción sinérgica en comunidad, tal como exponen los autores, Ramírez (2009) y Fundases (2014).

Pedraza et al. (2010), señalan que los microorganismos eficientes son una combinación de microorganismos beneficiosos, principalmente bacterias fotosintéticas, productoras de ácido láctico, levaduras, actinomicetos y hongos fermentadores. Estos pueden ser aplicados como inoculantes para aumentar la diversidad microbiana en los suelos, mejorando así su calidad y salud, lo que a su vez promueve el crecimiento, la calidad y el rendimiento de los cultivos, según lo menciona Moya (2012).

Según Calero-Hurtado et al. (2019), el uso de microorganismos sirve para facilitar la disponibilidad de nutrientes en las plantas es una estrategia clave dentro de la agricultura adaptada al cambio climático. Existen numerosas interacciones positivas entre plantas y microorganismos que favorecen los ecosistemas.

La tecnología de los Microorganismos Eficientes (ME), creada por el profesor Teuro Higa, se basa en la combinación específica de estos organismos. Esta tecnología, implementada en más de 80 países, busca optimizar las condiciones del suelo y reducir la aparición de enfermedades. Diversas investigaciones han confirmado sus beneficios en la agricultura, mejorando el rendimiento de cultivos como hortalizas, maíz y frijol, y aportando ventajas directas a los agricultores.

4.4.8.2 Composición de los Microorganismos Eficientes

Tabla 5: *Contenido del producto*

Contenido Mínimo UFC/ ml
Bacterias Acidolácticas > 1.0×10^5
Bacterias Fototrópicas >1.2×10^5
Levaduras >1.1×10^5
Enzimas

Fuente: ficha técnica del producto

Tabla 6: *Datos físicos*

Datos Físicos
Apariencia: liquido color marrón- amarillo
Olor: Fermento-agradable
pH: 3.5

Fuente: ficha técnica del producto

4.4.8.3 Surgimiento de la Tecnología EM

El doctor Teruo Higa, profesor de Horticultura de la universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón, desarrollo la tecnología EM en la década de 1980. A principios de la década de 1960, el profesor Higa comenzó a buscar una alternativa a los fertilizantes y pesticidas sintéticos que se habían popularizado después de la Segunda Guerra Mundial en la producción de alimentos a nivel mundial. Al estudiar las funciones individuales de diferentes microorganismos, el profesor descubrió que el éxito de su efecto potencializado radicaba en su combinación. Desde entonces, esta tecnología ha sido objeto de investigación, desarrollo y aplicación en diversos usos relacionados con la agricultura, la ganadería y el medio ambiente, y se utiliza en más de 80 países en todo el mundo (Arias Hoyos, A, 2010).

4.4.8.4 Acción de los Microorganismos

Según Ramírez (2009), los diferentes microorganismos presentes en los EM utilizan sustancias producidas por otros organismos para favorecer su crecimiento y desarrollo. Asimismo, las raíces de las plantas liberan compuestos que pueden ser aprovechados por estos microorganismos, estimulando su actividad y la producción de aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas (Moya, 2012). Esta interacción favorece la actividad microbiológica en la rizósfera y puede contribuir al aprovechamiento de los nutrientes presentes en los abonos orgánicos.

Cuando los Microorganismos Eficientes aumentan su población en un determinado medio, actúan como una comunidad, lo que conlleva a un aumento de la actividad de los microorganismos naturales presentes en dicho entorno. Esto resulta en un enriquecimiento de la microflora, un equilibrio de los ecosistemas microbianos y una suspensión de microrganismos patógenos, según lo expuesto por el Programa de Reducción de la Pobreza (PRP, 2009).

4.4.8.5 Principales microorganismos EM

De acuerdo con Fundases (2014), las especies principales de microorganismos son:

- **Bacterias del ácido láctico.** *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei, Streptococcus lactics*.
- **Bacterias fotosintéticas.** *Rhodopseudomonas plastrus, Rhodobacter spaeroides.*
- **Levaduras**. *Saccharomyces cerevisiae, Cándida utilis.*
- **Actinomicetes.** *Streptomyces albus, Streptomyces griseus.*
- **Hongos de fermentación.** *Aspergillus oryzae, Mucor hiemalis*.

Estas son algunas de las más destacadas que se encuentran en el EM, según Fundases (2014).

4.4.8.6 Activación de los Microorganismos Eficientes

El EM (Effective Microorganisms), es un producto microbiano multipropósito que contiene diferentes tipos de organismos vivos. Estos microrganismos tienen la capacidad de reproducirse entre sí siempre que exista condiciones adecuadas de alimento y ambiente.

Este proceso de reproducción se conoce como activación y se puede realizar de manera sencilla, lo que hace que el uso de EM sea más económico. Cuando se utilizan EM para diversas aplicaciones, el aumento en la densidad de población de estos microorganismos beneficiosos

es clave para obtener buenos resultados. Gracias a la activación de EM, es posible aplicar este producto con mayor frecuencia, lo que a su vez reduce los gastos asociados (Ramírez, 2009).

4.4.8.7 Materiales para la Activación de los Microorganismos Eficientes

Para preparar 20 partes de EM Activado (AEM), se requieren los siguientes elementos:

- **Recipiente adecuado.** Es necesario un recipiente plástico hermético, botella, contenedor o tanque grande. Se debe asegurar lavar bien el recipiente antes de usarlo. Se debe evitar botellas o contenedores de vidrio, ya que, durante el proceso de fermentación, el producto produce gas, y este gas se forma a partir del segundo día de envasado del EM. Por lo tanto, es necesario abrir la tapa del recipiente durante dos o tres minutos para liberar el gas.
- **Melaza.** Se necesita melaza en una proporción del 5% del volumen total.
- **EM.** Se añade EM en una proporción del 5% del volumen total.
- **Agua.** Se puede utilizar agua de lluvia, agua de grifo o agua destilada comercial. Se debe recordar que cuanto mayor sea la calidad del agua, mejores serán los resultados. Si se utiliza agua de grifo, se debe dejar reposar 24 a 48 horas para que el cloro se evapore y disminuya los posibles efectos dañinos sobre los microorganismos.
- **Herramientas.** Se utiliza un embudo, una taza para mezclar, una cuchara y un papel indicador de pH para medir el valor del pH del EM.

  Es importante destacar que se recomienda utilizar el EM después de 7 días de almacenado, cuando su pH sea menor a 3,8.

Estos son los elementos y pasos necesarios para preparar 20 partes de EM Activado (AEM). Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (2008).

4.4.8.8 Preparación

La preparación del inoculante microbiano consiste en combinar una porción de EM, una porción de melaza y veinte porciones de agua caliente (a una temperatura entre 110ºF y 115ºF, o 43ºC a 46ºC). Esta mezcla se almacena en un recipiente hermético durante un periodo de 4 a 7 días para llevar a cabo la fermentación. Durante todo el proceso, es necesario eliminar diariamente la acumulación de gas. Una vez finalizado, el producto resultante se envasa en recipientes tapados y se mantienen en un lugar fresco o a una temperatura entre 20ºC y 30ºC (68ºF a 86ºF), sin necesidad de refrigeración. (Ramírez, 2009).

4.4.8.9 Inoculación y principios biológicos del EM

Según Fundases (2014), la inoculación de suelos y plantas con microorganismos benéficos para mejorar el ambiente microbiano y promover el crecimiento de las plantas ha sido objeto de debate entre los científicos agrícolas durante décadas. El principio biológico que guía la acción de este consorcio de bacterias se basa, entre otras propiedades, en su capacidad antioxidante.

Además, cuando estos microorganismos entran en contacto con la materia orgánica, liberan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos y minerales. Estos microorganismos actúan también mediante mecanismos de exclusión competitiva, limitando el desarrollo de organismos patógenos tanto en ambientes contaminados como durante los procesos de descomposición. Con el tiempo, su población tiende a estabilizarse en función de las condiciones del medio, reduciendo el riesgo de desequilibrios microbiológicos.

4.4.8.10 Efectos de los EM

Según Moya (2012), la aplicación de los EM tiene varios efectos beneficiosos, entre los cuales incluyen:

- Promoción de la germinación, floración, desarrollo de frutos y reproducción de las plantas.

- Mejora física, química y biológica del ambiente del suelo, suprimiendo patógenos que causan enfermedades.
- Aumento en la capacidad fotosintética de los cultivos.
- Mejora en la germinación y desarrollo de las plantas
- Incremento de la eficacia de la materia orgánica como fertilizante.
- Reducción de malos olores y, por ende, la disminución de la necesidad de desinfectantes.
- Menor consumo de agua de lavado al implementar el manejo de camas secas para recolectar excretas.
- Ayuda en la utilización eficiente de desecho de animales.
- Mejora en la calidad y aceleración en la elaboración de abono
- Reutilización de aguas residuales como aguas de riego.
- Mejora de la calidad de los productos animales.
- Promoción de la transformación aeróbica de compuestos orgánicos, evitando la descomposición por oxidación que genera gases sulfurosos y amoniacales.
- Reducción en la producción de lodos en sistemas de tratamiento convencionales.

4.2.9 Camas elevadas-Camellones

Los camellones o camas elevadas constituyen una práctica agronómica que mejora el drenaje, la aireación y el manejo del cultivo, favoreciendo el adecuado establecimiento y desarrollo de la cebolla. Consisten en estructuras elevadas de 1.20 m de ancho y 20 cm de altura aproximadamente, con calles de 60 cm de ancho para la circulación. Se toma en cuenta si el terreno presenta desnivel, apto para la libre circulación del agua evitando el encharcamiento y erosión. (FAO 2010)

4.2.9.1 Ventajas

- Facilita el manejo de labranza y control de malezas.
- Mejora la postura inclinada, se reduce el esfuerzo físico.
- Reduce la compactación del suelo
- Aumenta la cantidad de Materia Orgánica
- Se mejora la estructura del suelo.
- Aumenta la capacidad de infiltración del agua.,
- Reduce la erosión del suelo.
- La fertilidad del suelo aumenta.

4.2.9.2 Desventajas

- La construcción de las camas o camellones es laboriosa.
- Se necesita conocimiento para elaborarlas.
- No es recomendado para los terrenos irregulares.
- Depende de materia orgánica(matillo), para que la estructura no se erosione.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Tipo de Investigación

La presente investigación fue de tipo experimental con un enfoque cuantitativo y un nivel explicativo, debido a que se evaluó el efecto de la inoculación de microorganismos eficientes en abonos orgánicos (compost y gallinaza) sobre el rendimiento, comportamiento agronómico y calidad física del bulbo del cultivo de cebolla roja (*Allium cepa* L. var. Roja Arequipeña), bajo condiciones de campo K´ayra-San Jerónimo-Cusco.

El enfoque cuantitativo permitió la medición y el análisis de las variables mediante la recolección de datos numéricos, los cuales fueron sometidos a análisis estadístico para contrastar las hipótesis planteadas. Asimismo, el nivel explicativo permitió establecer la relación de causa y efecto entre la inoculación de microorganismos eficientes en los abonos orgánicos y las variables de respuesta evaluadas.

5.2 Ubicación del Campo Experimental

- **Ubicación Política**

Región: Cusco

Provincia: Cusco

Distrito: San Jerónimo

Sector: Centro Agronómico K´ayra-Potrero Relleno 01

- **Ubicación geográfica**

Longitud: 71°52′29” OESTE

Latitud: 13°33′31” SUR

Altitud: 3,219 m.

- **Ubicación Hidrográfica**

Cuenca: Vilcanota

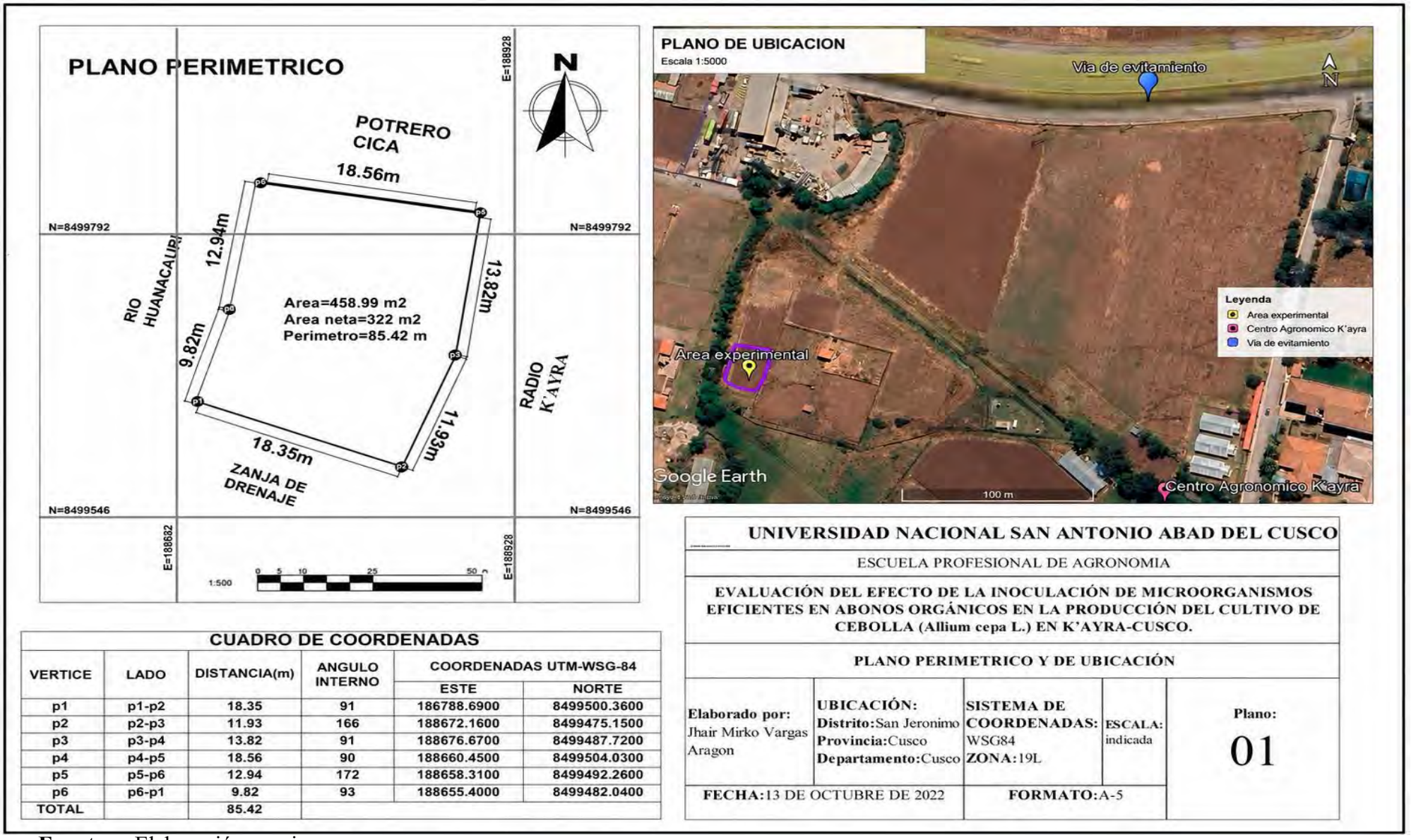
Sud cuenca: Huatanay

Micro cuenca: Huanacaure

5.3 Ubicación Temporal de la Investigación

La investigación se desarrolló desde el 15 de febrero hasta el 15 de julio de 2023. Durante este periodo se realizaron las labores de instalación y conducción del cultivo, así como la cosecha y evaluación de las variables en estudio. Asimismo, la fase de campo se ejecutó del 15 de febrero al 23 de junio de 2023.

Figura 5: *Plano de Ubicación del campo experimental*



CUADRO DE COORDENADAS					
VERTICE	LADO	DISTANCIA(m)	ANGULO INTERNO	COORDENADAS UTM-WSG-84	
				ESTE	NORTE
p1	p1-p2	18.35	91	186788.6900	8499500.3600
p2	p2-p3	11.93	166	188672.1600	8499475.1500
p3	p3-p4	13.82	91	188676.6700	8499487.7200
p4	p4-p5	18.56	90	188660.4500	8499504.0300
p5	p5-p6	12.94	172	188658.3100	8499492.2600
p6	p6-p1	9.82	93	188655.4000	8499482.0400
TOTAL		85.42			

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA INOCULACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES EN ABONOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE CEBOLLA (Allium cepa L.) EN K'AYRA-CUSCO.

PLANO PERIMETRICO Y DE UBICACIÓN

Elaborado por: Jhair Mirko Vargas Aragon	**UBICACIÓN:** **Distrito:** San Jeronimo **Provincia:** Cusco **Departamento:** Cusco	**SISTEMA DE COORDENADAS:** WSG84 **ZONA:** 19L	**ESCALA:** indicada	**Plano:** 01
FECHA: 13 DE OCTUBRE DE 2022		**FORMATO:** A-5		

Fuente: Elaboración propia

5.4 Materiales y Métodos

5.4.1 Materiales De Campo, Equipos y Herramientas

5.4.1.1 Materiales de campo

- ✓ Libreta de campo
- ✓ Carteles de identificación
- ✓ Bolsa hermética
- ✓ Fungicida
- ✓ Jeringa milimétrica

✓ 5.4.1.2 Herramientas

- ✓ Lampas.
- ✓ Picos
- ✓ Kituchi
- ✓ Wincha

✓ 5.4.1.3 Equipos

- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Laptop
- ✓ Balanza de precisión
- ✓ Impresora
- ✓ Electrobomba
- ✓ Vernier

5.4.2 Material Biológico

5.4.2.1 Material vegetativo

Se utilizó alrededor de 3000 plántulas de cebolla (*Allium cepa* L. var. Roja Arequipeña), las cuales fueron adquiridas de almacigueras que se encuentran en el centro poblado de Qorao-Cusco, con coordenadas geográficas: 13.484371° S, 71.917064° O.

5.4.2.2 Microorganismos Eficientes (EM-COMPOST)

Es un inoculante biológico diseñado a partir de microorganismos con acción simbiótica, con el propósito de estimular el desarrollo de las plantas y prevenir la presencia de plagas y enfermedades. Es importante mencionar que estos microorganismos no son nocivos, ni patógenos, ni genéticamente modificados, ni químicamente sintetizados.

Este compuesto de Bacterias *Acidolácticas*, Bacterias *Fototróficas*, levaduras y enzimas. La dosis de aplicación es de 20 litros de EM-COMPOST activado por cada 10 TM de materia orgánica a compostar.

5.4.2.3 Gallinaza

La gallinaza fue obtenida de una granja avícola dedicada a la producción de pollos de engorde, ubicada en el distrito de San Jerónimo, Cusco con coordenadas geográficas: 13°32'54.6" S y 71°51'44.8" O. Para el desarrollo de la investigación se adquirieron diez sacos de este abono orgánico, los cuales fueron trasladados al área experimental, donde fueron sometidos a un proceso de compostaje previo a su aplicación. Posteriormente, se tomó una muestra representativa de la gallinaza compostada y se envió al Laboratorio de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina, con la finalidad de determinar su composición química y conocer su contenido de nutrientes.

5.4.2.4 Compost

El compost utilizado en la investigación fue obtenido del área de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de K'ayra, ubicada en el distrito de San Jerónimo, Cusco con coordenadas geográficas: 13°33'38.2" S y 71°52'03.2" O. Para el desarrollo del experimento se dispuso de veinte sacos de este abono orgánico. Posteriormente, se tomó una muestra representativa del compost, la cual fue enviada al Laboratorio de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina, con la finalidad de determinar su composición química y conocer su contenido nutricional.

5.5 Métodos

5.5.1 Diseño experimental

El diseño experimental empleado fue el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), conformado por cuatro bloques correspondientes a las cuatro repeticiones. Cada

bloque estuvo integrado por seis tratamientos, incluido el tratamiento testigo, conformando un total de 24 unidades experimentales.

Se seleccionó este diseño debido a la heterogeneidad del terreno experimental, caracterizada por la presencia de piedras, zonas con diferente grado de compactación y variaciones en las condiciones del suelo. El bloqueo permitió controlar esta variabilidad, reduciendo el error experimental y aumentando la precisión en la comparación de los tratamientos.

Los tratamientos fueron distribuidos aleatoriamente dentro de cada bloque mediante sorteo, con la finalidad de minimizar el efecto de la variabilidad del terreno sobre los resultados experimentales. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANVA) y, cuando se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, las medias fueron comparadas mediante la prueba de Tukey, al 5 % y 1 %.

5.5.2 Características del Campo Experimental

5.5.2.1 Campo experimental

- ✓ Largo: 23 m
- ✓ Ancho: 14 m
- ✓ Área total: 322 m²

5.5.2.2 Bloques:

- ✓ N° de bloques 4
- ✓ Ancho de bloque 5 m
- ✓ Largo de bloque 14 m
- ✓ Área del bloque 70 m²

5.5.2.3 Unidad experimental:

- ✓ N° de unidades experimentales totales: 24
- ✓ N° de unidades experimentales por bloque: 6

- ✓ Largo: 5 m
- ✓ Ancho: 1.50 m
- ✓ Área: 7.5 m²

5.5.2.4 Hileras:

- ✓ Nº de hileras por unidad experimental 5
- ✓ Largo 5 m
- ✓ Ancho 0.30 m
- ✓ Área 1.50 m²
- ✓ Nº de plantas por hilera 23

5.5.2.5 Calles:

- ✓ Numero de calles entre bloques 3
- ✓ Largo de calle entre bloques 14 m
- ✓ Ancho de calle entre bloques 1 m
- ✓ Área total de calles 42 m²

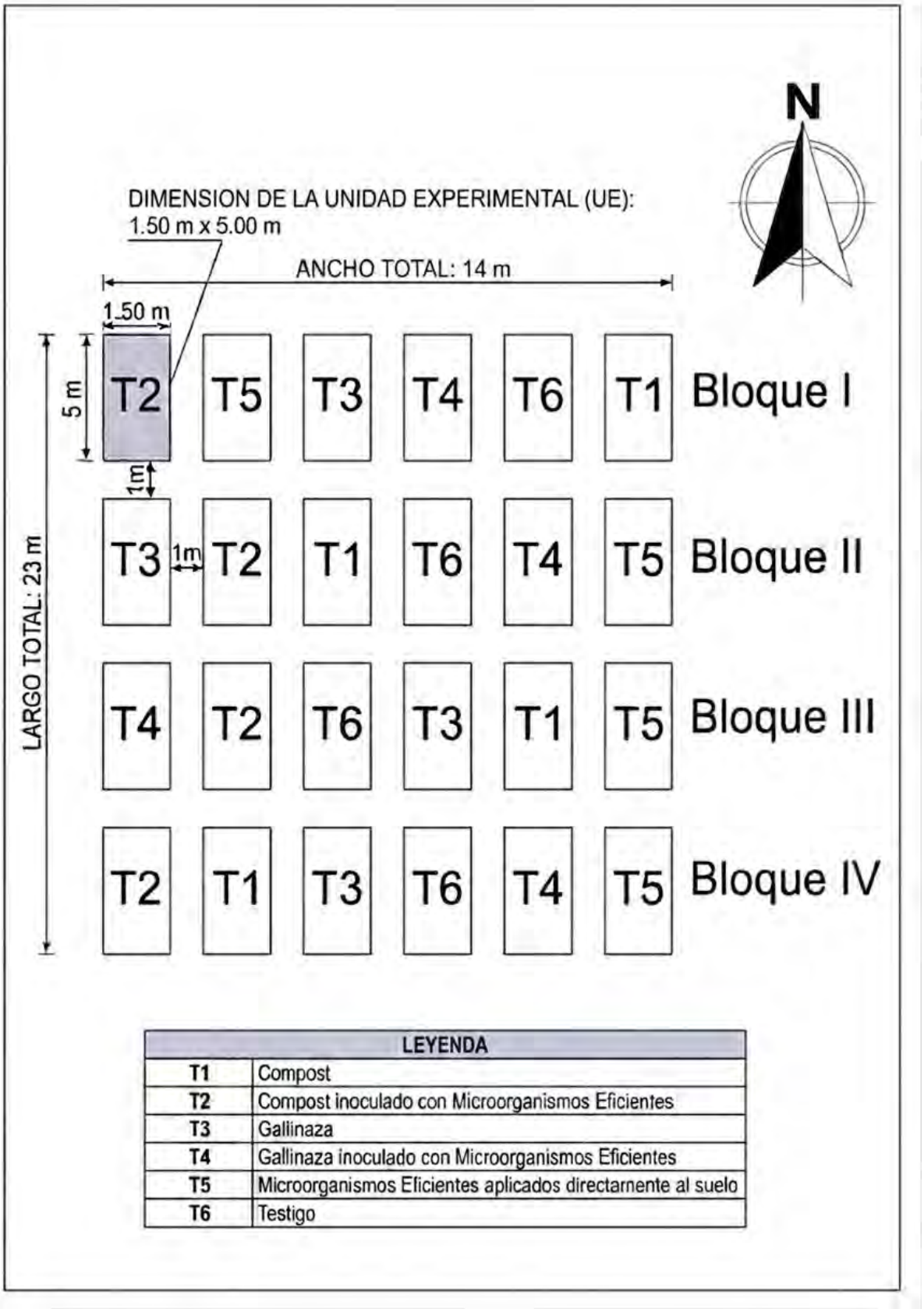
5.5.2.6 Calles entre camas:

- ✓ Numero de calles entre camas por bloque 5
- ✓ Numero de calles entre camas en total 20
- ✓ Largo de calle entre camas 5 m
- ✓ Ancho de calle entre camas 1 m
- ✓ Área total de calles entre camas 100 m²

5.5.2.7 Densidad de siembra

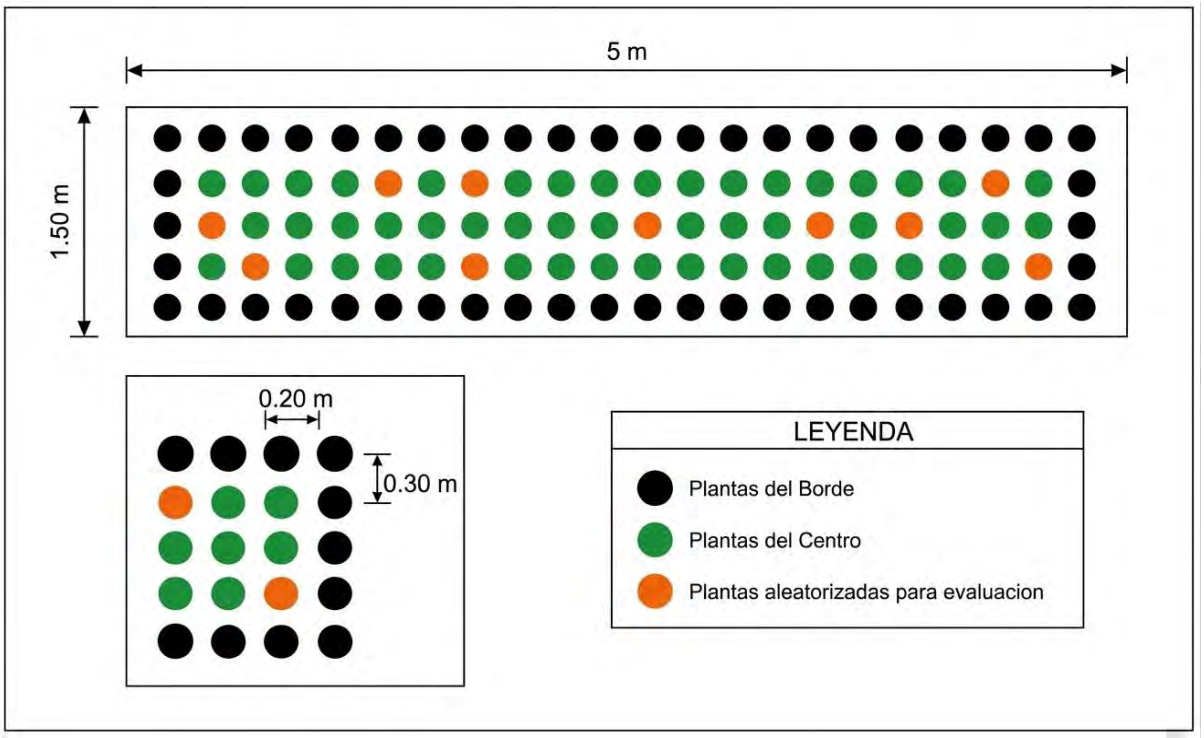
- ✓ Distancia entre hileras: 0.30 m
- ✓ Distancia entre plantas: 0.20 m
- ✓ N° de plantas/ha: 166 667
- ✓ N° Plantas por unidad experimental: 115

Figura 6 : *Croquis del campo experimental*



Fuente: Elaboración propia

Figura 7: *Croquis de la Unidad experimental (UE)*



Fuente: Elaboración propia

5.5.3 Tratamientos

Tabla 7: tratamientos aplicados

Clave	Descripción	Proporción
T1	Compost	15.80 kg/*UE*
T2	Compost inoculado con Microrganismos Eficientes	15.80 kg/*UE*
T3	Gallinaza	2.54 kg/ *UE*
T4	Gallinaza inoculada con Microorganismos Eficientes	2.54 kg/ *UE*
T5	Microorganismos Eficientes aplicados directamente al suelo	250 ml/ *UE*
T6	Testigo	Sin aplicación

Fuente: Elaboración propia

5.5.4 Indicadores por variable

Tabla 8: *Indicadores por variable*

Variable	Indicadores	Unidad
Variable Independiente		
Microorganismos eficientes	Dosis aplicada de microorganismos eficientes al abono orgánico	ml/m3 de materia orgánica
Variable dependiente		
Rendimiento	Producción por unidad de área	kg/ha
Calidad física del bulbo	Diámetro de bulbo	Cm
	Peso de bulbo	g
Comportamiento agronómico	Altura de planta	cm
	Altura de pseudotallo	cm
	Diámetro de pseudotallo	cm
	Numero de hojas	Unidades

Fuente: Elaboración Propia

5.5.5 Conducción del experimento

5.5.5.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizado para dar las condiciones necesarias para el desarrollo del cultivo de cebolla, esto con la ayuda de maquinaria agrícola (tractor agrícola), la remoción se realizó a una profundidad aproximada de 20 a 40 cm, posteriormente se hizo la nivelación del suelo para finalizar esta actividad. Esto se realizó el 03 de enero del 2023.

5.5.5.2 Muestreo de Suelo

Se tomo una muestra de 1 kg de peso de un área de 986.2 m², se aplicó la técnica de muestreo en zigzag, la profundidad de la muestra fue aproximadamente de 20 cm. Posteriormente esta muestra se envió al laboratorio de la Universidad La Molina, ubicada en el Departamento de Lima, esto en la fecha de 04 de enero del 2023.

Tabla 9: *Interpretación del análisis de suelo*

Tipo de análisis	Resultados	Interpretación
Ph	7.58	Ligeramente alcalino
Materia orgánica	1.28%	Bajo
Fosforo disponible	16.4 ppm	Bajo
Catión potasio	227 ppm	Alto
C.E.	1.80 Ds/m	Ligeramente salino
Arena	53%	
Limo	26%	Franco arenosa
Arcilla	21%	

Fuente: Laboratorio de análisis de suelo

5.5.5.3 Trazado y armado de camas

Se efectuó el trazo y marcado de las unidades experimentales mediante el uso de cordeles y yeso, logrando establecer camas experimentales de 5 m de longitud y 1.50 m de ancho. Se dispusieron un total de 24 camas o platabandas, separadas por calles de 1 m de ancho, considerando además la delimitación correspondiente entre unidades experimentales. Lo que representó un área total de 322 m². Esta labor fue realizada el 05 de febrero de 2023.

Debido a que el área experimental había sido utilizada previamente para fines distintos a la actividad agrícola, el suelo presentaba características poco favorables para el desarrollo del cultivo de cebolla, tales como suelo compactado, abundante presencia de piedras y materia

orgánica en poca cantidad. Por ello, se optó por la elaboración de camas elevadas o camellones, ya que estas permiten mejorar las condiciones para el desarrollo del cultivo. Entre sus principales ventajas destacan la uniformidad en las condiciones de aireación del suelo, la reducción del daño al momento del trasplante y una mejor preparación del terreno.

5.5.5.4 Riego

Esta actividad se llevó a cabo durante todo el desarrollo del experimento. Inicialmente, se aplicó riego por aspersión con el propósito de acondicionar el suelo hasta alcanzar su capacidad de campo, permitiendo así realizar el trasplante de la cebolla en condiciones adecuadas. Después del trasplante, se empleó riego por gravedad con una frecuencia de 15 días en promedio, manteniéndose esta práctica hasta la etapa de maduración del bulbo. Estas labores se ejecutaron en el periodo comprendido entre el 05 de febrero y el 01 de junio de 2023.

5.5.5.5 Activación de Microorganismos Eficientes

Se procedió a su activación previa mediante la preparación de una solución que integró el producto al 5% (57.5 ml), melaza al 5% (57.5 ml) y agua limpia al 90% (1035 ml) en un contenedor hermético (bolsa de cierre hermético). Tras un periodo de incubación de siete días, la culminación del proceso fermentativo se verificó mediante la presencia de un aroma agridulce característico y un nivel de pH 3.5. Para el proceso de compostaje, la dosificación empleada fue de 150 ml del producto activado por cada kg s de materia orgánico. En el caso del manejo del cultivo, se dosificaron 1000 ml a través de una bomba de fumigación, estableciendo una frecuencia de aplicación quincenal.

Se realizó la activación de 57.5 ml de Microrganismos eficientes (ME), con la siguiente proporción:

Distribución de la solución:

- Agua=90%---------1035ml
- Melaza=5%.....57.5ml

- ME=5%.....57.5ml

Esto se realizó en la fecha de 01/02/2023 al 07/02/2023.

Tabla 10: *volumen total(ml) de microorganismos eficientes activados (AEM)*

Descripción	Cantidad de producto EM (ml)	Agua(ml)	Melaza(ml)	Microorganismos eficientes activados AEM (ml)
Gallinaza	1	18	1	20
Compost	6.5	117	6.5	130
Microorganismos eficientes aplicados directamente	50	900	50	1000
TOTAL	57.5	1035	57.5	1150

Fuente: Elaboración Propia

5.5.5.6 Inoculación de Microorganismos Eficientes

Se realizó la inoculación de Microorganismos Eficientes previamente activados (AEM), a la gallinaza y compost, respectivamente. La proporción fue de 20 ml a 10.16 kg de gallinaza ,130 ml para 63.2 kg de compost. La aplicación de AEM también se inoculo de manera directa al suelo con la ayuda de una mochila de fumigación y una regadora, esto en intervalos de 20 días durante cinco momentos, comenzando de la primera semana después de la siembra, se aplicó un total de 1000 ml.

Esta actividad se realizó el 07 de febrero.

Cálculo de AEM requeridos(ml) para inoculación a la gallinaza

$20 litros \rightarrow 10\ 000 Kg\ de\ MO$

$X \rightarrow 10.1 Kg\ de\ MO$ proporcion

$X = 0.02 Litros\ de\ EMA$

Conversion a ml

$1000 ml \rightarrow 1 Litro$

ME(5%)=1ml

Melaza(5%)=1ml

Agua(90%)=18ml

TOTAL AEM(100%)=20ml

$$x \rightarrow 0.02 Litros$$

$$x = 20 ml\ de\ EMA$$

Cálculo de AEM requeridos(ml) para inoculación al compost

$20 litros \rightarrow 10\ 000 kg$ ME(5%)=6.5ml

$x \rightarrow 63.2 Kg de\ MO$ proporcion Melaza(5%)=6.5ml

$X = 0.13 litros\ de\ EMA$ Agua(5%)=117ml

Conversion a ml **TOTAL AEM(100%)=130ml**

$1000 ml \rightarrow 1 Litro$

$x \rightarrow 0.12 Litros$

$x = 130 ml\ de\ EMA$

Cálculo de AEM requeridos(ml) para inoculación directa al campo experimental

$10\ 000 m2 \rightarrow 40 Litros$ ME(5%)=50 ml

$250 m2 \rightarrow x$ proporción Melaza(5%)=50 ml

$x = 1 Litro\ \ de\ EMA$ Agua(5%)=950 ml

Conversión a ml **TOTAL AEM(100%)=1000 ml**

$1000 ml \rightarrow 1 Litro$

$x \rightarrow 1 Litro$

$x = 1000 ml\ de\ EMA$

5.5.5.7 Fertilización Orgánica

La materia orgánica se incorporó durante el proceso de formación de las camas, esto de acuerdo con el cálculo realizado de la cantidad de abono orgánico necesario para 7.5 m² (unidad experimental), se incorporó: gallinaza, compost, gallinaza inoculado con EMA,

compost inoculado con EMA. Las cuales son consideradas tratamientos. Esta actividad se realizó el 14 de febrero del 2023.

Según Hernandez Gutierrez, J. D. (2014). realizó un estudio sobre la influencia de una fertilización orgánica de nitrógeno fosforo y potasio, donde el tratamiento con nivel de fertilización 150-80-150(Humus de lombriz y Kimelgram) fue el tratamiento que mejores resultados obtuvieron en la producción de cebolla.

Tabla 11: *Incorporación de materia orgánica en kg/unidad experimental*

DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN POR UNIDAD EXPERIMENTAL (kg)	APLICACIÓN TOTAL AL ÁREA EXPERIMENTAL (kg)
Gallinaza inoculada	2.54	10.16
Gallinaza	2.54	10.16
Compost inoculado	15.80	63.2
Compost	15.80	63.2

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12*: Incorporación de materia orgánica en kg/ha*

Descripción	Aplicación en kg/ha	Aplicación en t/ha
Compost	21 067	21.067
Compost-EM	21 067	21.067
Gallinaza	3387	3.387
Gallinaza-EM	3387	3.387

Fuente: Elaboración Propia

5.5.5.8 Aplicación de EMA directamente al suelo

La aplicación de EMA (microrganismos eficientes activados), se realizó 10 días posteriores al trasplante de la cebolla a campo definitivo, durante intervalos de 1 semana en 5 momentos.

Aplicando un total de 250 ml de EMA por unidad experimental y un total de 1000 ml en toda el área experimental.

Tabla 13: *Incorporación de EMA en ml/Unidad experimental*

DESCRIPCIÓN	**APLICACIÓN POR UNIDAD EXPERIMENTAL (ml)**	**APLICACIÓN TOTAL AL ÁREA EXPERIMENTAL (ml)**
Microorganismos eficientes activados (EMA)	250	1000

Fuente: ficha técnica del producto

Tabla 14: *Incorporación de EMA en litros/ha*

DESCRIPCIÓN	**APLICACIÓN LITROS/HA**
Microorganismos eficientes activados (EMA)	40

Fuente: ficha técnica del producto

CALCULO DE MASA DEL SUELO

Considerando una profundidad efectiva de muestreo de 20 cm y una densidad aparente de 1.170 kg/m³, se realizó el cálculo de la masa de suelo por hectárea mediante la siguiente expresión:

$$\boldsymbol{MS = DAxAxP}$$

Donde:

MS = Masa de suelo (kg/ha)

DA = Densidad aparente (1.170 kg/m³)

A = Área (10,000 m²)

P = Profundidad (0.20 m)

Reemplazando:

$$MS = 1{,}170x10{,}000x0.20$$

$$\boldsymbol{MS = 2{,}340{,}000\ Kg\ de\ suelo/ha}$$

a) Cálculo de materia orgánica

El contenido de materia orgánica determinado fue de **1.28%.**

$$100kg \rightarrow 1.28kg$$

$$2{,}340{,}000kg \rightarrow X$$

$$X = 29{,}952Kg\ de\ MO/ha$$

Materia orgánica disponible=$\boldsymbol{29{,}952Kg\ de\ MO/ha}$

b) Cálculo del nitrógeno disponible

Se consideró que la materia orgánica contiene aproximadamente **5% de nitrógeno total.**

$$29{,}952x0.05 = 1{,}497.6kg1\ N\ total/ha$$

Aplicando un coeficiente de mineralización del 2%

$$1{,}497.6x0.02 = 29.95kg\ N/ha$$

Nitrógeno Disponible=$29.95\ kg\ N/ha$

c) <u>Cálculo de fosforo disponible</u>

Contenido de fósforo del análisis de suelo: **16.4 ppm**

$$1{,}000{,}000kg \rightarrow 16.4kg$$

$$2{,}340{,}000kg \rightarrow x$$

$$X = 38.38kg\ P/ha$$

Conversión a P_2O_5:

$$38.38x2.29 = 87.89kg\ P2O5/ha$$

Aplicando eficiencia del **10%**:

$$87.89x0.10 = 8.79kgP2O5/ha$$

$$87.89x0.10 = 8.79kg\ P2O5/ha$$

Fosforo disponible=$8.79kg\ P2O5/ha$

d) <u>Cálculo del potasio disponible</u>

Resultado del análisis: **0.45 meq/100 g**

Conversión a mg de K:

$$0.45 \times 39.1 = 17.595\ mg/100g$$

Conversión a kg:

$$17.595\ mg = 0.000017595\ kg$$

Extrapolando a la masa de suelo:

$$X = 411.723\ kg\ K/ha$$

Conversión a K_2O:

$$411.723 \times 1.3 = 535.24\ kg\ K2O/ha$$

Aplicando eficiencia del 10%:

$$535.24 \times 0.10 = 53.52\ kg\ K2O/ha$$

Potasio disponible=$53.52\ kg\ K2O/ha$

Tabla 15: *Tabla de necesidades de macronutrientes*

	N	P	K
Nutrientes Disponibles	29.95	8.79	53.52
Nutrientes Requeridos(teórico)Hernandez (2014)	150	80	150
NECESIDADES TOTALES	120.05	71.21	96.48

Fuente: Elaboración Propia

Hernández Gutiérrez (2014) reportó que la fertilización de 150-80-150 kg/ha de N-P_2O_5-K_2O, complementada con abonos orgánicos, permitió alcanzar los mejores rendimientos en cebolla cv. Sivan.

e) <u>Cálculo de gallinaza requerida</u>

Contenido de nitrógeno**: 3.55%**

$$100\ kg \rightarrow 3.55\ kg\ N$$
$$X \rightarrow 120.05\ kg\ N$$
$$\boldsymbol{X = 3,381.69\ kg/ha}$$

Para una unidad experimental de **7.5 m²:**

$$10{,}000\ m2 \rightarrow 3{,}381.69\ kg$$
$$7.5\ m2 \rightarrow X$$
$$\boldsymbol{X = 2.54\ kg/parcela}$$

f) <u>Cálculo de compost requerido</u>

Contenido de nitrógeno: **0.57%**

$$100\ kg \rightarrow 0.57\ kg\ N$$
$$X \rightarrow 120.05\ kg\ N$$
$$\boldsymbol{X = 21,061.40\ kg/ha}$$

Para una unidad experimental de **7.5 m²**:

$$10\ 000\ m2 \rightarrow 21{,}061.40\ kg$$
$$7.5m2 \rightarrow x$$
$$\boldsymbol{X = 15.80\ kg/parcela}$$

5.5.5.8 Trasplante

Por cada unidad experimental se trasplanto 115 plantas, con un distanciamiento entre hileras de 30 cm y el distanciamiento entre planta será de 20 cm, para la ubicación de cada planta se realizó un hoyo de aproximadamente 25 cm, en donde se trasplanto cada plántula de cebolla. Antes del trasplante se realizó el corte una parte superior de las hojas y corte de una parte inferior de la raíz de la plántula, esto con el fin de estimular el enraizamiento de la raíz. **E**sta actividad se realizó el 15 de febrero del 2023.

El distanciamiento de 0.20 m entre plantas y 0.30 m entre hileras fue seleccionado por representar una densidad intermedia que favorece un adecuado aprovechamiento del área de cultivo, permitiendo reducir la competencia intraespecífica por luz, agua y nutrientes, criterio respaldado por estudios realizados en especies del género Allium y ensayos previos de densidad de plantación (FAO, 2010; Morales, 2020).

5.5.5.9 Aporque

Esta activad se realizó con la finalidad de oxigenar el suelo, esto se realizó alrededor de tres veces, los últimos aporques se realizaron con la finalidad de estimular el desarrollo del bulbo. Esta actividad se realizó durante el transcurso de todo el experimento del 25 de febrero del 2023 al 05 de junio del 2023.

5.5.5.10 Deshierbe

Esta actividad se realizó para que el cultivo desarrolle en la mejor de las condiciones, esto con la ayuda de picos y kituchi, debido a que algunas malezas tienen una raíz profunda. Se realizó alrededor de cinco deshierbes en total. Esta actividad se realizó durante el transcurso de todo el experimento del 25 de febrero del 2023 al 05 de junio del 2023.

5.5.5.11 Cosecha

La cosecha se realizó 5 meses después de haberse instalado el cultivo en suelo definitivo, el proceso de cosecha se realizó de manera sistemática. Primero se realizó el tumbado de la cebolla para posteriormente se procedió a cosechar los bulbos de cebolla. En el momento de la cosecha se dejó expuesto las cebollas al sol durante aproximadamente 6 horas, para ayudar al proceso del curado, e inmediatamente después se almaceno para días posteriores realizar el curado. Se realizó el 23 de junio del 2023

5.5.5.12 Curado

Se realizó inmediatamente después de la cosecha, esta consistió en someter la cebolla cosechada a la insolación, esto durante el transcurso de 1 mes, debido a las condiciones desfavorables del clima (cielos con alta nubosidad). Esta actividad se realizó a partir del 24 de junio del 2023 al 15 de Julio del 2023.

5.5.6 Evaluaciones

5.5.6.1 Rendimiento por Hectárea

Para poder determinar el peso del bulbo por hectárea fue necesario realizar un pesado a los bulbos cosechados que estaban ubicados en las 3 hileras centrales omitiendo las cebollas que se encuentran en el borde, de toda la unidad experimental (63 unidades). Esta información posteriormente se usó la conversión a peso de bulbo en toneladas por hectárea. El área efectiva de evaluación por unidad experimental fue de 3.78m².

El rendimiento agrícola se define como la cantidad de producto cosechado obtenida por unidad de superficie en un periodo determinado, expresándose generalmente en toneladas por hectárea (t/ha), lo que permite evaluar la eficiencia productiva del cultivo (Hurtado, 1999). Para su determinación, se considera el peso promedio de los bulbos cosechados y la densidad de plantas establecida por hectárea. El peso promedio se obtiene mediante el pesaje de una muestra representativa de bulbos al momento de la cosecha, mientras que el número de plantas por hectárea se estima en función del distanciamiento de siembra y del área cultivada.

Asimismo, el rendimiento puede calcularse relacionando el peso total obtenido en el área neta evaluada con una hectárea, lo que permite proyectar la producción total del cultivo en una unidad estándar de superficie (Aguilar y Santoya, 2013). La expresión empleada es la siguiente:

$$\boldsymbol{R = \frac{P \times 1ha}{A_n}}$$

Donde:

R = Rendimiento (t/ha)

P = Peso total obtenido en el área neta evaluada

A_n = Área neta cosechada

5.5.6.2 Calidad física del bulbo

Peso de Bulbo

Para poder determinar el peso del bulbo, se realizó el pesado de unidades de cebollas aleatorizadas en el campo experimental, se pesaron un total de 10 cebollas por unidad parcelaria. El peso se obtuvo en g. Esta actividad se realizó la fecha 20 de Julio de 2023.

Diámetro de Bulbo

Se Realizó la medición del diámetro del bulbo, esto después del curado de la cebolla,

las muestras que serán medidas serán 10 bulbos correspondientes a una unidad experimental al azar, se hizo uso del instrumento llamado vernier. Esta actividad se realizó la fecha 21 de Julio de 2023.

5.5.5.4 Comportamiento agronómico

Diámetro de pseudotallo

Se midió el diámetro del pseudotallo en cuatro diferentes momentos correspondientes a las distintas fases fenológicas de la cebolla, el primero se realizó al inicio de la formación de la cuarta hoja (aparición de hojas), las siguientes tres evaluaciones se elaboraron en intervalos de 20 días (formación de bulbo, maduración de bulbo, maduración completa), siendo la cuarta evaluación cuando la cebolla llegó a desarrollarse completamente en la parte superior. Las evaluaciones se hicieron con la ayuda del instrumento llamado vernier. Se uso el promedio de las cuatro evaluaciones para el procesamiento de datos.

Altura de pseudotallo

En esta evaluación, se llevó a cabo la medición de la altura del pseudotallo de la cebolla en cuatro fases fenológicas diferentes, con la ayuda de una wincha. La primera se realizó al comienzo de la formación de la cuarta hoja (aparición de hojas). Posteriormente, se realizó tres evaluaciones adicionales en intervalos de 20 días después de la primera medición (formación de bulbo, maduración de bulbo, maduración completa). Se uso el promedio de las cuatro evaluaciones para el procesamiento de datos.

Tamaño de planta

Se realizó la medición del tamaño de las 10 plantas de cebolla aleatorizadas por unidad experimental, con ayuda de una wincha, en cuatro diferentes fases fenológicas de la cebolla, el primero al inicio de la formación de la cuarta hoja (aparición de hojas), las siguientes tres evaluaciones se ejecutaron en intervalos de 20 días (formación de bulbo, maduración de bulbo,

maduración completa). Se uso el promedio de las cuatro evaluaciones para el procesamiento de datos.

Numero de hojas

Esta evaluación se realizó en cuatro ocasiones diferentes y correspondientes a diferentes fases fenológicas de la cebolla. Se contaron las hojas de las 10 plantas aleatorizadas para las evaluaciones por unidad experimental, la primera evaluación se realizó a la misma vez que las anteriores mencionadas (inicio de la formación de la cuarta hoja), las siguientes tres evaluaciones se ejecutaron en intervalos de 20 días (formación de bulbo, maduración de bulbo, maduración completa). Se uso el promedio de las tres evaluaciones para el procesamiento de datos.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1 Efecto del rendimiento del cultivo de cebolla con la aplicación de los abonos orgánicos inoculados con microorganismos eficientes

6.1.1. Rendimiento de bulbo(t/ha)

Tabla 16: *Rendimiento(t/ha)*

TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
COMPOST	11.53	12.08	13.20	12.96	49.77	12.44
COMPOST-EM	9.92	12.43	16.09	9.75	48.19	12.05
GALLINAZA	15.65	12.00	11.41	14.09	53.15	13.29
GALLINAZA-EM	14.70	13.98	15.72	18.44	62.84	15.71
EM	11.41	12.83	10.33	10.67	45.24	11.31
TESTIGO	13.41	11.35	9.47	9.25	43.48	10.87
Sumatoria	76.62	74.68	76.21	75.14	302.67	75.67

Tabla 17: *ANVA para rendimiento (t/ha)*

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif	
					5%	1%		
Bloques	3	0.4104	0.1368	0.0313	3.2900	5.4200	NS	NS
Tratamientos	5	60.5681	12.1136	2.7737	2.9000	4.5600	NS	NS
Error	15	65.5106	4.3674					
Total	23	126.4891	**CV=16.57%**					

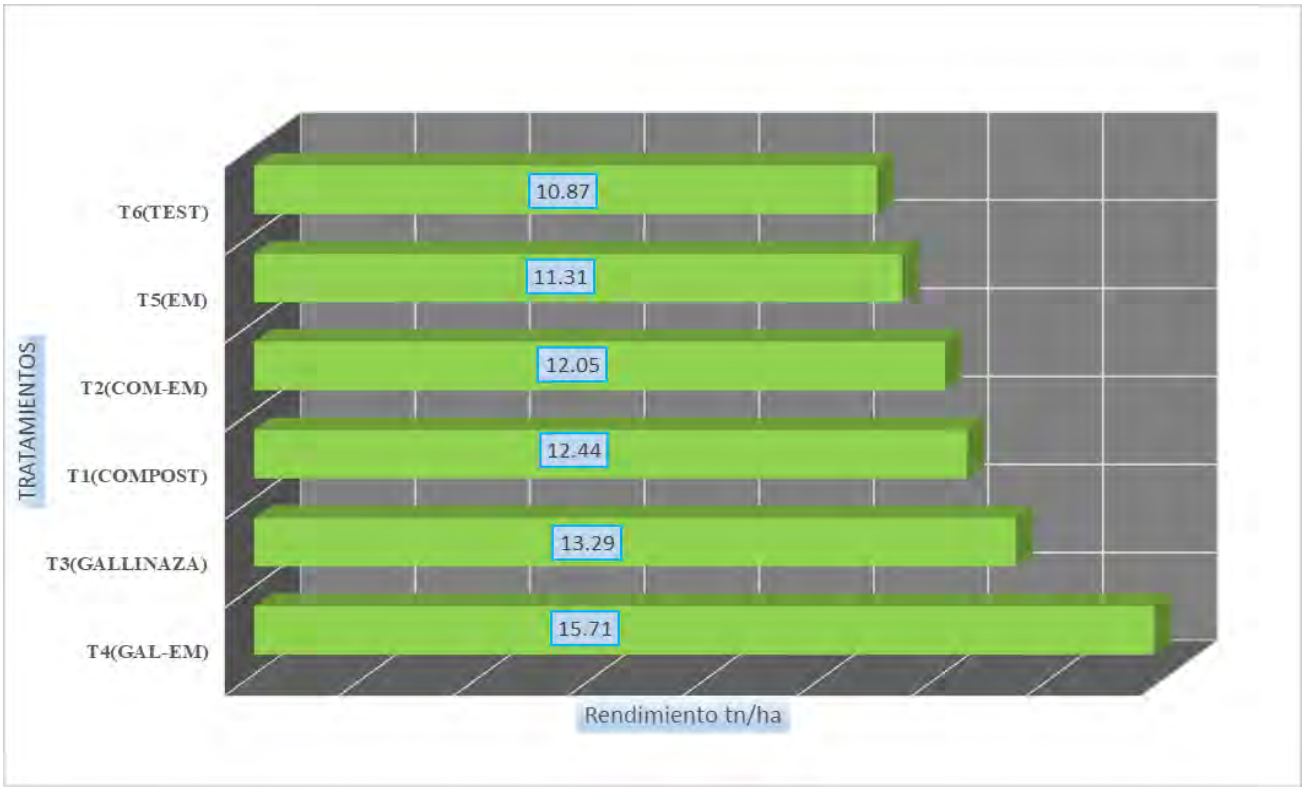
De la tabla 12, ANVA para rendimiento, se interpreta lo siguiente: El coeficiente de variabilidad es de 16.57% lo que respalda que los datos procesados son fiables al igual que los resultados. No existe diferencias significativas entre bloques, lo que indica que la distribución del experimento en cuanto a repeticiones es homogénea.

Según el resultado del análisis estadístico ANVA, no existe diferencias significativas entre los tratamientos al 95% y el 99% de confianza, lo que nos indica que los tratamientos evaluados no presentan variaciones estadísticamente significativas considerando ambos niveles de confianza.

Los resultados obtenidos difieren de los reportados por Mamani Lima (2023), quien encontró que los mayores rendimientos se obtuvieron con humus + EM, compost + EM y estiércol + EM, mientras que la gallinaza + EM presentó un rendimiento de 10,71 t/ha. Estas diferencias podrían atribuirse a las condiciones edafoclimáticas, al tipo de abono orgánico empleado y al manejo agronómico desarrollado en cada investigación, factores que influyen en la disponibilidad de nutrientes y, por consiguiente, en el rendimiento del cultivo de cebolla.

Según el Reporte Complementario N° 4369 del INDECI (2023), durante el mes de mayo de 2023 se registraron nevadas y bajas temperaturas en el departamento de Cusco, lo cual posiblemente incrementó la variabilidad en el desarrollo y rendimiento del cultivo en campo. El Coeficiente de Variación 16.57% podría estar asociados estos factores climáticos adversos.

Figura 8 : *Rendimiento (t/ha)*



6.1.2 Comportamiento agronómico

Tabla 18: *Altura de planta(cm)*

TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
COMPOST	53.28	50.87	56.43	50.93	211.51	52.88
COMPOST-EM	52.92	52.93	54.03	52.00	211.88	52.97
GALLINAZA	55.23	52.73	53.83	53.73	215.53	53.88
GALLINAZA-EM	56.03	55.87	56.70	54.80	223.40	55.85
EM	51.27	54.33	52.33	53.40	211.33	52.15
TESTIGO	47.02	49.67	52.00	50.23	198.92	49.73
Sumatoria	315.74	316.40	325.33	315.10	1272.58	53.02

Tabla 19: *ANVA para altura de planta(cm)*

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif	
					5%	1%		
Bloques	3	14.7485	4.9162	1.6315	3.2900	5.4200	NS	NS
Tratamientos	5	81.1642	16.2328	5.3873	2.9000	4.5600	*	*
Error	15	45.1979	3.0132					
Total	23	141.1106	**CV=3.28%**					

De la tabla 14 del ANVA de altura de Planta, se interpreta lo siguiente: El coeficiente de variabilidad es de 3.28% lo que refleja que la información(datos) procesada es de fiabilidad al igual que los resultados. No existe diferencias significativas entre bloques, lo que indica que la distribución del experimento en cuanto a repeticiones es homogénea

. Existe diferencia significativa entre tratamientos según el 95% y el 99%, lo que nos indica que los tratamientos evaluados presentan variaciones estadísticamente significativas en ambos niveles de confianza.

Tabla 20: *Análisis de diferencias de medias con Tukey para altura de planta(cm)*

Als 95%= 3.98790 Als 99%=5.03014

Orden de merito	Tratamientos	Altura de planta	Significancia Tukey	
			5%	1%
I	GALLINAZA-EM	55.85	a	a
II	GALLINAZA	53.88	a	ab
III	COMPOST-EM	52.97	ab	ab
IV	COMPOST	52.88	ab	ab
V	EM	52.15	ab	ab
VI	TESTIGO	49.73	B	b

De la tabla 15 se observa que el tratamiento GALLINAZA-EM alcanzó la mayor altura de planta, con un promedio de 55.85 cm, ubicándose en el primer lugar del orden de mérito.

Al nivel de confianza del 95%, este tratamiento presentó un comportamiento estadísticamente similar al tratamiento GALLINAZA, aunque ambos mostraron superioridad respecto al tratamiento TESTIGO.

Al evaluar el nivel de confianza del 99%, el tratamiento GALLINAZA-EM mantuvo el mayor valor promedio; sin embargo, no se evidenciaron diferencias estadísticas significativas respecto a los tratamientos GALLINAZA, COMPOST-EM, COMPOST y EM.

Por su parte, el tratamiento TESTIGO, con 49.73 cm, presentó el menor valor promedio, confirmando que la aplicación de abonamiento orgánico favoreció el crecimiento en altura de planta respecto a la ausencia de fertilización.

Estos resultados difieren de los reportados por Mamani Lima (2023), quien encontró que los tratamientos humus + EM, compost + EM y estiércol + EM registraron las mayores alturas de planta, mientras que la gallinaza + EM presentó un menor desarrollo. Las diferencias observadas pueden atribuirse a las condiciones edafoclimáticas, al tipo de abono orgánico empleado y al manejo agronómico aplicado en cada investigación, factores que influyen en la disponibilidad de nutrientes y el crecimiento del cultivo.

Figura 9: *Altura de Planta(cm)*

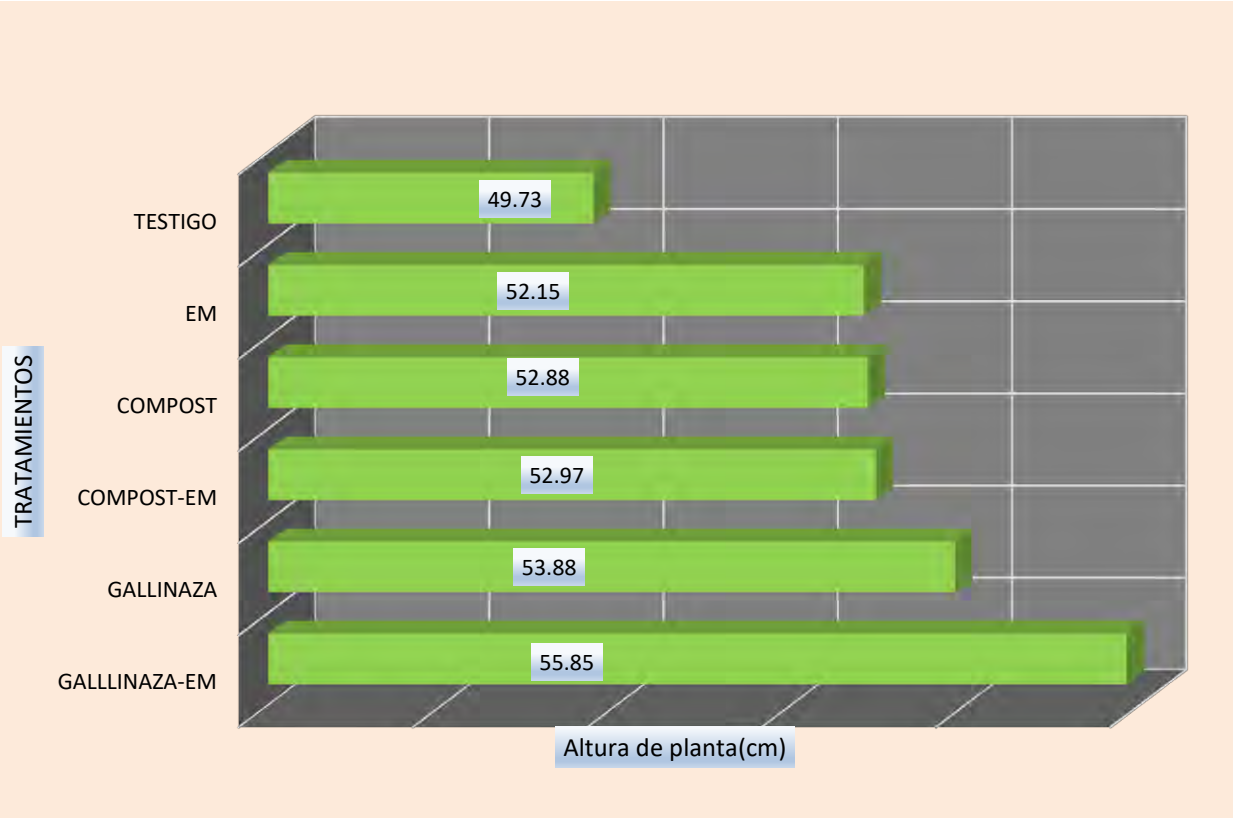


Tabla 21: *Numero de hojas*

TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
COMPOST	5.93	5.77	6.37	6.00	24.07	6.02
COMPOST-EM	6.23	5.70	6.17	6.03	24.13	6.03
GALLINAZA	6.00	5.43	6.63	6.43	24.50	6.13
GALLLINAZA-EM	6.53	6.50	6.90	6.33	26.27	6.57
EM	5.73	6.50	6.53	6.17	24.93	6.23
TESTIGO	5.70	5.90	5.87	5.87	23.33	5.83
Sumatoria	36.13	35.80	38.47	36.83	147.23	6.13

Tabla 22: *ANVA para número de hojas*

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif	
					5%	1%		
Bloques	3	0.7038	0.2346	3.1538	3.2900	5.4200	NS	NS
Tratamientos	5	1.2458	0.2492	3.3493	2.9000	4.5600	NS	*
Error	15	1.1159	0.0744					
Total	23	3.0655	**CV=4.45%**					

De la tabla 17, ANVA de Numero de hojas, se interpreta lo siguiente: El coeficiente de variabilidad es de 4.45% lo que nos indica que los datos procesados son de confiabilidad al igual que los resultados. No existe diferencias significativas entre bloques, lo cual señala que la distribución del experimento en cuanto a repeticiones es homogénea.

No existe diferencias según el 95% de confianza, sin embargo, según el 99% de confianza si existe diferencias significativas, lo que evidencia que entre los tratamientos evaluados existe variaciones significativas a este nivel de confianza.

Tabla 23: *Prueba de TUKEY para número de hojas*

Als 95%=0.62660 Als 99%=0.79037

Orden de Merito	Tratamientos	Numero de Hojas	Significancia Tukey	
			5%	1%
I	GALLINAZA-EM	6.57	a	A
II	EM	6.23	ab	A
III	GALLINAZA	6.12	ab	A
IV	COMPOST-EM	6.03	ab	A
V	COMPOST	6.02	ab	A
VI	TESTIGO	5.83	B	A

De la tabla 18, se observa que el tratamiento GALLINAZA-EM alcanzó el mayor número de hojas, con un promedio de 6.57, ubicándose en el primer lugar del orden de mérito.

Al nivel de confianza del 95%, este tratamiento presentó un comportamiento estadísticamente similar a los tratamientos EM, GALLINAZA, COMPOST-EM y COMPOST, aunque mostró superioridad respecto al tratamiento TESTIGO.

Al evaluar el nivel de confianza del 99%, el tratamiento GALLINAZA-EM mantuvo el mayor valor promedio; sin embargo, no se evidenciaron diferencias estadísticas significativas respecto a los tratamientos EM, GALLINAZA, COMPOST-EM, COMPOST y TESTIGO.

Por su parte, el tratamiento TESTIGO, con 5.83, presentó el menor valor promedio, confirmando que la aplicación de abonamiento orgánico favoreció la producción de hojas respecto a la ausencia de fertilización.

Estos resultados difieren de los reportados por Mamani Lima (2023), quien encontró que los tratamientos humus + EM, compost + EM y estiércol + EM presentaron el mayor número de hojas, mientras que la gallinaza + EM registró un menor desarrollo foliar. Estas diferencias pueden atribuirse a las condiciones edafoclimáticas, al tipo de abono orgánico utilizado y al manejo agronómico aplicado en cada investigación, factores que influyen en la disponibilidad de nutrientes y el crecimiento vegetativo del cultivo.

Figura 10: *Numero de hojas*

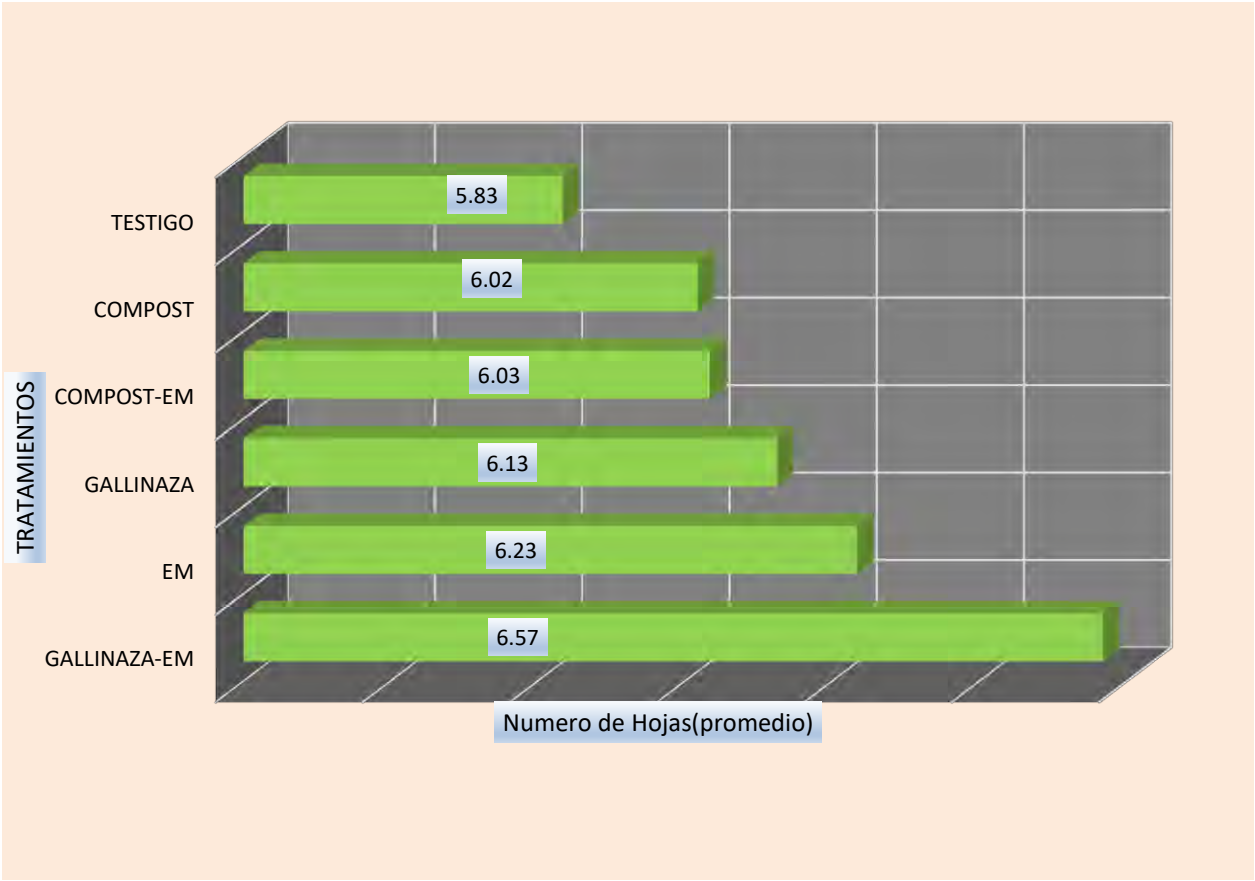


Tabla 24: *Diámetro de pseudotallo (cm)*

TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
COMPOST	1.68	1.55	1.96	1.71	6.90	1.73
COMPOST-EM	1.65	1.50	1.66	1.79	6.61	1.65
GALLINAZA	1.73	1.39	1.67	1.82	6.60	1.65
GALLINAZA-EM	1.96	1.79	1.77	1.98	7.51	1.88
EM	1.77	1.79	1.75	1.67	6.98	1.74
TESTIGO	1.43	1.47	1.51	1.56	5.97	1.49
Sumatoria	10.21	9.50	10.32	10.53	40.57	1.69

Tabla 25: *ANVA para diámetro del pseudotallo*

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif	
					5%	1%		
Bloques	3	0.1013	0.0338	2.7097	3.2900	5.4200	NS	NS
Tratamientos	5	0.3238	0.0648	5.1980	2.9000	4.5600	*	*
Error	15	0.1869	0.0125					
Total	23	0.6119	**CV=6.60%**					

De la tabla 20 del ANVA, Diámetro del Pseudotallo, se interpreta lo siguiente: El coeficiente de variabilidad es de 6.60% esto nos indica que los datos procesados son de fiabilidad al igual que los resultados. No existe diferencias significativas entre bloques, esto nos indica que la distribución del experimento en cuanto a repeticiones es homogénea.

Existe diferencias significativas según el 95% y el 99% de confianza, lo que indica que los tratamientos evaluados presentan variaciones significativas a ambos niveles de confianza.

Tabla 26: *Prueba de TUKEY para diámetro de pseudotallo(cm)*

Als 95%= 0.25642 Als 99%=032343

Orden de Merito	Tratamientos	Diámetro del Pseudotallo	Significancia Tukey	
			5%	1%
I	GALLINAZA-EM	1.88	a	a
II	EM	1.74	ab	ab
III	COMPOST	1.73	ab	ab
IV	COMPOST-EM	1.65	ab	ab
V	GALLINAZA	1.65	ab	ab
VI	TESTIGO	1.49	b	B

De la tabla 21, se observa que el tratamiento GALLINAZA-EM alcanzó el mayor diámetro de pseudotallo, con un promedio de 1.88 cm, ubicándose en el primer lugar del orden de mérito. Al nivel de confianza del 95%, este tratamiento presentó un comportamiento estadísticamente similar a los tratamientos EM, COMPOST, COMPOST-EM y GALLINAZA, aunque todos mostraron superioridad respecto al tratamiento TESTIGO.

Al evaluar el nivel de confianza del 99%, el tratamiento GALLINAZA-EM mantuvo el mayor valor promedio; sin embargo, no se evidenciaron diferencias estadísticas significativas respecto a los tratamientos EM, COMPOST, COMPOST-EM y GALLINAZA.

Por su parte, el tratamiento TESTIGO, con 1.49 cm, presentó el menor valor promedio, confirmando que la aplicación de abonamiento orgánico favoreció el crecimiento en diámetro del pseudotallo respecto a la ausencia de fertilización.

Estos resultados difieren de los reportados por Mamani Lima (2023), quien encontró que los tratamientos humus + EM, compost + EM y estiércol + EM presentaron los mayores diámetros de pseudotallo, mientras que la gallinaza + EM registró un menor valor. Estas

diferencias pueden atribuirse a las condiciones edafoclimáticas, al tipo de abono orgánico utilizado y al manejo agronómico aplicado en cada investigación, factores que influyen en el crecimiento vegetativo del cultivo.

Figura 11: *Diámetro del pseudotallo(cm)*

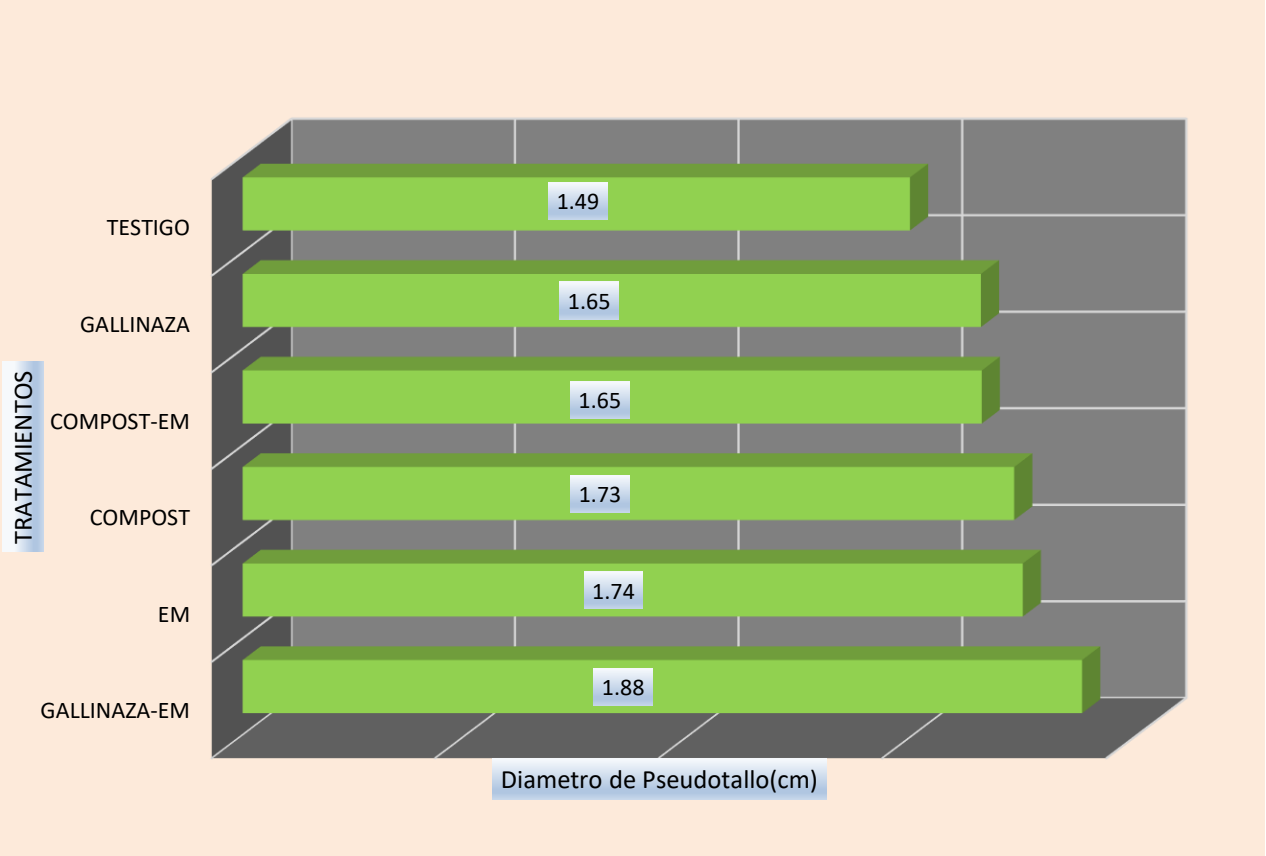


Tabla 27: *Altura del pseudotallo(cm)*

TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
COMPOST	3.92	3.28	3.62	3.85	14.67	3.67
COM-EM	3.98	3.88	3.62	4.02	15.50	3.88
GALLINAZA	3.83	3.92	3.97	3.82	15.54	3.88
GALLINAZA-EM	4.00	3.92	3.88	3.98	15.79	3.95
EM	3.42	3.68	3.55	4.25	14.90	3.73
TESTIGO	2.95	3.17	3.27	3.68	13.07	3.27
Sumatoria	22.10	21.86	21.90	23.60	89.46	3.73

Tabla 28: *ANVA para altura del pseudotallo (cm)*

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif	
					5%	1%		
Bloques	3	0.3446	0.1149	2.4319	3.2900	5.4200	NS	NS
Tratamientos	5	1.2363	0.2473	5.2346	2.9000	4.5600	*	*
Error	15	0.7085	0.0472					
Total	23	2.2895	**CV=5.83%**					

De la tabla 23 del ANVA de Altura del Pseudotallo, se interpreta lo siguiente: El coeficiente de variabilidad es de 5.83% lo que nos indica que los datos procesados son de confiabilidad al igual que los resultados. No existe diferencias significativas entre bloques, esto indica que la distribución del experimento en cuanto a repeticiones es homogénea.

Existe diferencias significativas según el 95% y el 99% de confianza, lo que nos indica

que los tratamientos evaluados presentan variaciones estadísticamente significativas en ambos niveles de confianza.

Tabla 29: *Prueba de TUKEY para altura de pseudotallo (cm)*

Als 95%=0.49930 Als 99%=0.62980

Orden de Merito	Tratamientos	Altura de Pseudotallo	Significancia Tukey	
			5%	1%
I	GALLINAZA-EM	3.95	a	a
II	GALLINAZA	3.88	a	ab
III	COMPOST-EM	3.88	a	ab
IV	EM	3.73	ab	ab
V	COMPOST	3.67	ab	ab
VI	TESTIGO	3.27	b	B

De la Tabla 24, se observa que el tratamiento GALLINAZA-EM alcanzó la mayor altura de pseudotallo, con un promedio de 3.95, ubicándose en el primer lugar del orden de mérito.

Al nivel de confianza del 95%, este tratamiento presentó un comportamiento estadísticamente similar a los tratamientos GALLINAZA, COMPOST-EM, EM y COMPOST, aunque los tres primeros mostraron una superioridad más marcada respecto al tratamiento TESTIGO.

Al evaluar el nivel de confianza del 99%, el tratamiento GALLINAZA-EM mantuvo el mayor valor promedio; sin embargo, no se evidenciaron diferencias estadísticas significativas respecto a los tratamientos GALLINAZA, COMPOST-EM, EM y COMPOST.

Por su parte, el tratamiento TESTIGO, con 3.27, presentó el menor valor promedio, confirmando que la aplicación de abonamiento orgánico favoreció el crecimiento en altura de pseudotallo respecto a la ausencia de fertilización.

Figura 12: *Altura del Pseudotallo*



6.1.3. Características físicas del bulbo

Tabla 30: *Diámetro de bulbo (cm)*

TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
COMPOST	4.86	4.68	5.33	4.69	19.55	4.89
COMPOST-EM	5.30	5.14	4.76	5.04	20.23	5.06
GALLINAZA	5.25	5.05	5.30	5.13	20.73	5.18
GALLINAZA-EM	5.76	5.33	5.12	5.30	21.50	5.38
EM	4.74	5.26	4.81	4.86	19.66	4.91
TESTIGO	4.70	4.50	4.58	4.47	18.25	4.56
Sumatoria	30.62	29.95	29.89	29.47	119.93	5.00

Tabla 31: *ANVA para diámetro de bulbo(cm)*

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif	
					5%	1%		
Bloques	3	0.1128	0.0376	0.7222	3.2900	5.4200	NS	NS
Tratamientos	5	1.5518	0.3104	5.9589	2.9000	4.5600	*	*
Error	15	0.7813	0.0521					
Total	23	2.4460	**CV=4.57%**					

De la tabla 26 del ANVA de Diámetro de bulbo, se interpreta lo siguiente: El coeficiente de variabilidad es de 4.57% esto indica que los datos procesados son de fiabilidad al igual que los resultados. No existe diferencias significativas entre bloques, esto indica que la distribución del experimento en cuanto a repeticiones es homogénea.

Existe diferencias significativas según el 95% y el 99% de confianza, lo que nos indica

que los tratamientos evaluados presentan variaciones estadísticamente significativas en ambos niveles de confianza.

Tabla 32: *TUKEY para diámetro de bulbo(cm)*

Als 95%= 0.52431 Als 99%=0.66133

Orden de Merito	Tratamientos	Diámetro de bulbo	Significancia Tukey	
			5%	1%
I	GALLINAZA-EM	5.38	a	a
II	GALLINAZA	5.18	a	ab
III	COMPOST-EM	5.06	ab	ab
IV	EM	4.91	ab	ab
V	COMPOST	4.89	ab	ab
VI	TESTIGO	4.56	b	B

De la tabla 27, se observa que el tratamiento GALLINAZA-EM alcanzó el mayor diámetro de bulbo, con un promedio de 5.38 cm, ubicándose en el primer lugar del orden de mérito.

Al nivel de confianza del 95%, este tratamiento presentó un comportamiento estadísticamente similar al tratamiento GALLINAZA, aunque ambos mostraron superioridad respecto al tratamiento TESTIGO. Asimismo, se observa similitud estadística con los tratamientos COMPOST-EM, EM y COMPOST.

Al evaluar el nivel de confianza del 99%, el tratamiento GALLINAZA-EM mantuvo el mayor valor promedio; sin embargo, no se evidenciaron diferencias estadísticas significativas respecto a los tratamientos GALLINAZA, COMPOST-EM, EM y COMPOST, lo que indica una respuesta comparable entre estos tratamientos bajo un criterio estadístico más estricto.

Por su parte, el tratamiento TESTIGO, con 4.56 cm, presentó el menor valor promedio, confirmando que la aplicación de abonamiento orgánico favoreció el crecimiento en diámetro de bulbo respecto a la ausencia de fertilización.

Estos resultados difieren de los reportados por Mamani Lima (2023), quien encontró que los tratamientos humus + EM, compost + EM y estiércol + EM presentaron los mayores diámetros de bulbo, mientras que la gallinaza + EM registró un menor valor. Estas diferencias pueden atribuirse a las condiciones edafoclimáticas, al tipo de abono orgánico empleado y al manejo agronómico aplicado en cada investigación, factores que influyen en el crecimiento y desarrollo del bulbo.

Figura 13: *Diámetro de Bulbo(cm)*

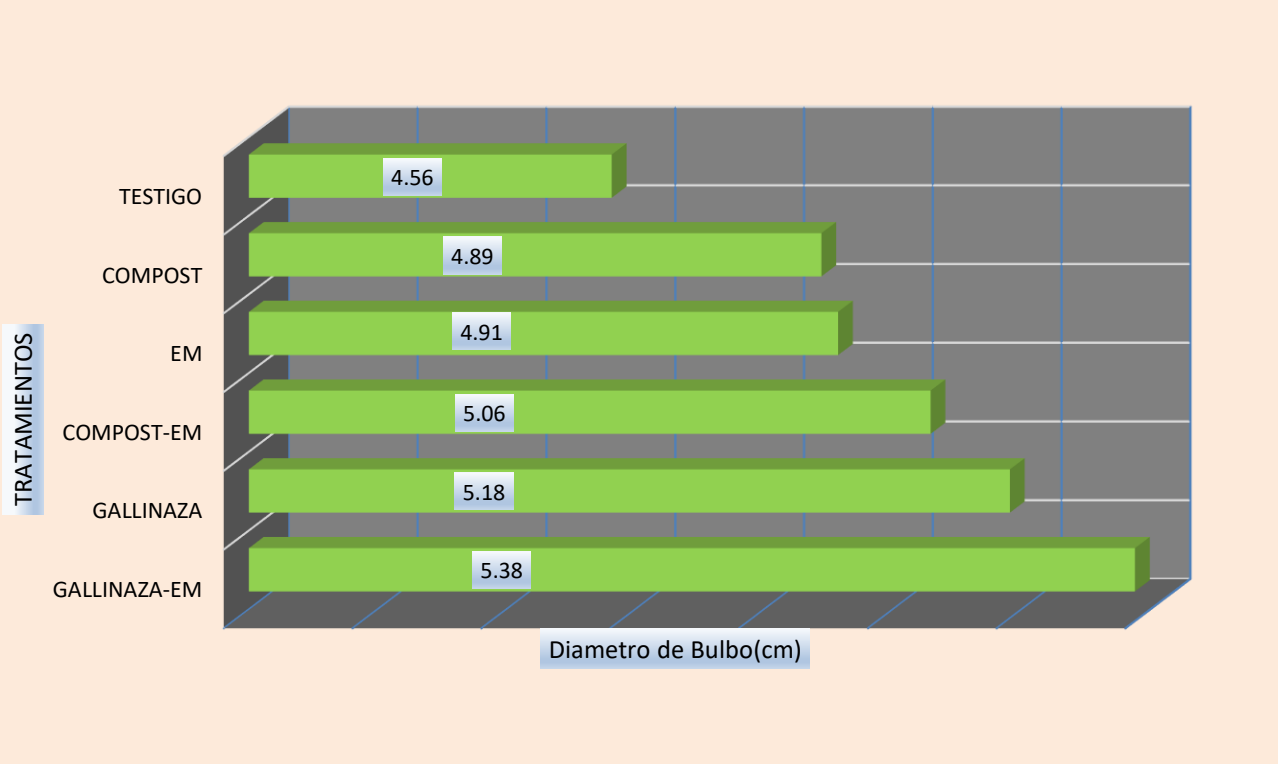


Tabla 33: *Peso de bulbo (g)*

TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
COMPOST	83.71	87.74	112.22	75.26	358.93	89.73
COMPOST-EM	101.21	89.14	83.33	85.75	359.44	89.86
GALLINAZA	105.57	110.07	105.79	97.96	419.38	104.84
GALLINAZA-EM	127.30	102.94	93.93	113.25	437.42	109.36
EM	86.46	93.98	76.49	76.26	333.19	83.30
TESTIGO	79.95	66.59	70.52	81.50	298.56	74.64
Sumatoria	584.22	550.46	542.27	529.98	2206.92	91.96

Tabla 34: *ANVA para peso de bulbo(g)*

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif	
					5%	1%		
Bloques	3	269.8982	89.9661	0.7738	3.2900	5.4200	NS	NS
Tratamientos	5	3411.8173	682.3635	5.8691	2.9000	4.5600	*	*
Error	15	1743.9610	116.2641					
Total	23	5425.6766	**CV=11.73%**					

De la tabla 29, ANVA de Peso de bulbo, se interpreta lo siguiente: El coeficiente de variabilidad es de 11.73% esto nos indica que los datos procesados son de fiabilidad al igual que los resultados. No existe diferencias significativas entre bloques, esto nos indica que la distribución del experimento en cuanto a repeticiones es homogénea.

Existe diferencias significativas según el 95% y el 99% de confianza, lo que nos indica que los tratamientos evaluados presentan variaciones estadísticamente significativas en ambos

niveles de confianza.

Tabla 35: *Prueba de TUKEY para peso de bulbo(g)*

Als 95%= 24.77155 Als 99%=31.24561

Orden de Merito	Tratamientos	Peso de Bulbo	Significancia Tukey	
			1%	5%
I	GALLINAZA-EM	109.36	a	a
II	GALLINAZA	104.85	ab	ab
III	COMPOST-EM	89.86	abc	ab
IV	COMPOST	89.73	abc	ab
V	EM	83.30	bc	ab
VI	TESTIGO	74.64	c	B

De la Tabla 30, se observa que el tratamiento GALLINAZA-EM alcanzó el mayor peso de bulbo, con un promedio de 109.36 g, ubicándose en el primer lugar del orden de mérito.

Al nivel de confianza del 95%, este tratamiento presentó un comportamiento estadísticamente similar a los tratamientos GALLINAZA, COMPOST-EM, COMPOST y EM, aunque mostró superioridad respecto al tratamiento TESTIGO.

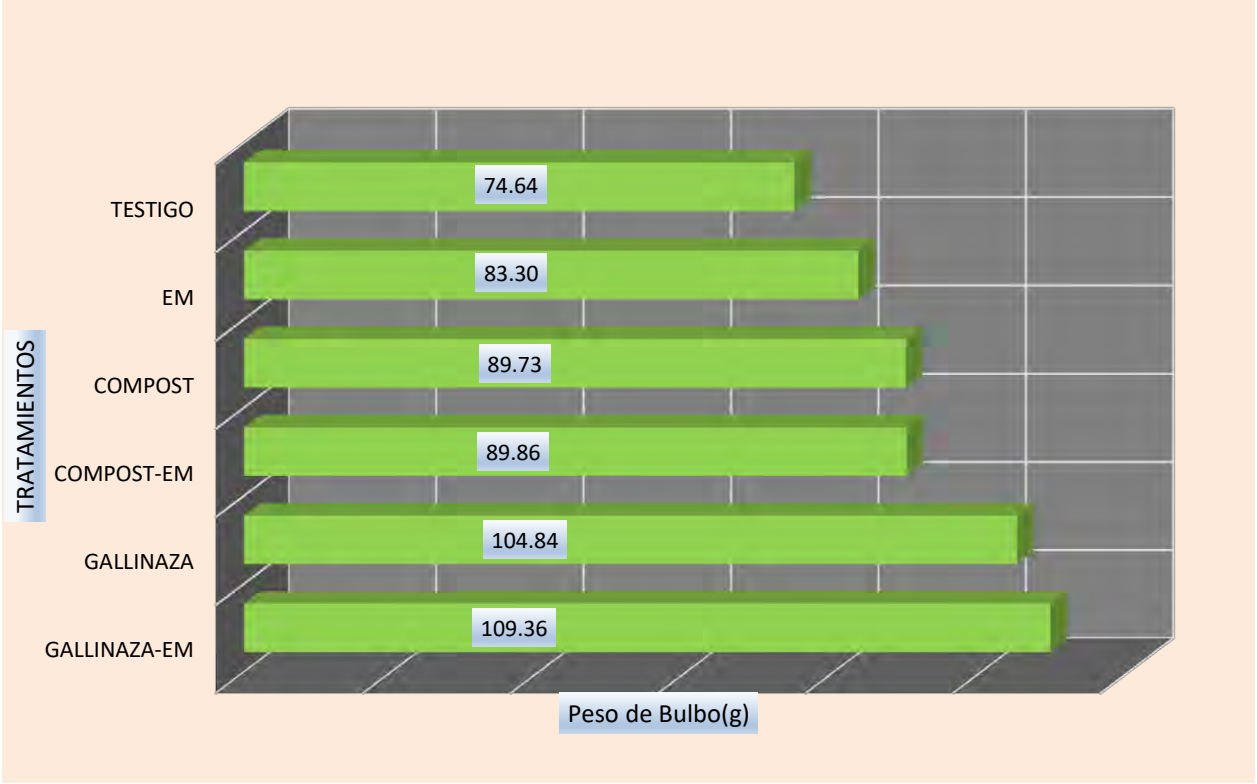
Al evaluar el nivel de confianza del 99%, el tratamiento GALLINAZA-EM mantuvo el mayor valor promedio; sin embargo, no se evidenciaron diferencias estadísticas significativas respecto a los tratamientos GALLINAZA, COMPOST-EM y COMPOST, lo que indica una respuesta comparable entre estos tratamientos bajo un criterio estadístico más estricto.

Por su parte, el tratamiento TESTIGO, con 74.64 g, presentó el menor valor promedio, confirmando que la aplicación de abonamiento orgánico favoreció el incremento en el peso de bulbo respecto a la ausencia de fertilización.

Estos resultados difieren de los reportados por Mamani Lima (2023), quien encontró

que los tratamientos humus + EM, compost + EM y estiércol + EM presentaron los mayores pesos de bulbo, mientras que la gallinaza + EM registró un menor valor. Estas diferencias pueden atribuirse a las condiciones edafoclimáticas, al tipo de abono orgánico empleado y al manejo agronómico aplicado en cada investigación, factores que influyen en el crecimiento y desarrollo del bulbo.

***Figura 14**: Peso de Bulbo (g)*



VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

A) Respeto al rendimiento

Aunque no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, T4 (gallinaza inoculada con microorganismos eficientes), registró numéricamente el mayor rendimiento con 15.71 t/ha, ubicándose en el primer orden de mérito, evidenciando que esta interacción favorece al rendimiento del cultivo de cebolla. El último lugar lo ocupó el tratamiento testigo con 10.87 t/ha, concluyendo que el uso de abonos orgánicos inoculados con microorganismos eficientes mejora el rendimiento respecto al cultivo sin abonamiento.

B) Respeto al comportamiento agronómico

Se concluye que, en las variables evaluadas del cultivo de cebolla, el tratamiento T4 (gallinaza inoculada con microorganismos eficientes) presentó el mejor comportamiento agronómico, alcanzando los mayores promedios en número de hojas (6.57), altura de planta (55.85 cm), altura de pseudotallo (3.95 cm) y diámetro del pseudotallo (1.88 cm), ubicándose en el primer orden de mérito. Estos resultados evidencian una tendencia favorable del uso combinado de gallinaza y microorganismos eficientes, debido a su probable contribución en la disponibilidad de nutrientes y estimulación del desarrollo vegetativo del cultivo.

C) Respeto a la calidad física del bulbo

Se concluye que el tratamiento T4 (gallinaza inoculada con microorganismos eficientes) presentó la mejor calidad física del bulbo, al registrar el mayor peso promedio (109.36 g) y un comportamiento superior en diámetro (5.38 cm), ubicándose en el primer orden de mérito. Este resultado sugiere que la aplicación combinada de gallinaza y microorganismos eficientes favoreció una mejor formación y desarrollo del bulbo. Asimismo, este efecto podría atribuirse a que el aporte de materia orgánica mejora la estructura del suelo, incrementando su porosidad, aireación y capacidad de retención de humedad, condiciones que facilitan el

desarrollo radicular y una mayor absorción de nutrientes, reflejándose en bulbos de mayor tamaño y mejor conformación física.

7.2 Recomendaciones

- Realizar más investigaciones con un mayor número de repeticiones, repetir el experimento bajo condiciones controladas, réplicas del presente estudio en ciclos agrícolas que no coincidan con las alertas de bajas temperaturas. Para reducir la variabilidad y potencialmente detectar diferencias significativas.
- Considerar un estudio más detallado sobre la asimilación de nutrientes para confirmar directamente si la inoculación de microorganismos eficientes mejora las propiedades de los abonos orgánicos.
- Dado que T4 (GAL-EM) mostró consistentemente los mejores resultados, se recomienda seguir investigando esta combinación en futuros estudios, posiblemente con diferentes dosis o frecuencias de aplicación.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Arias Hoyos, A. (2010). Microorganismos eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente. *Journal de ciencia e ingeniería*, 2(2), 42-45.
2. Araya Umaña, G. (2012). Manual de recomendaciones para el cultivo de cebolla. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.17516520.
3. Alvarez 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/10.57166/riqchary/v4.n1.2022.86.
4. Calero-Hurtado et al. (2019). Efecto entre microorganismos eficientes y fitomas-e en el incremento agroproductivo del frijol. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 17(1), 120–129. https://doi.org/10.18684/bsa.v17n1.209.
5. Cronquist, A. (1992). *An integrated system of classification of flowering plants.* Columbia Unyversity Press.
6. Condori, L. (2021). Efecto de microorganismos eficientes en cultivos altoandinos. Cusco: UNSAAC.
7. 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 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio Institucional UNSAAC.
8. Cruz, M. (2019). Actividad microbiana en suelos tratados con abonos orgánicos. Revista Agroecológica, 8(1), 55–64.

9. Castillo, H. (1999). Aspectos ecofisiológicos del cultivo de cebolla. En M. Tapia (Ed.), *Cultivo de la cebolla* (pp. 19-24). Universidad de Chile.
10. Cables-Labrada, R., & Almaguer-Escalona, M. (2013). Alternativa saludable y económica para lograr una agricultura sostenible: los microorganismos eficientes.
11. Estrada, M. (2005). Manejo y Procesamiento de la gallinaza. Lasallista de investigación, 43-48.
12. Estrada Pareja, M. M. (2005). Manejo y procesamiento de la gallinaza. *Revista lasallista de Investigación*, 2(1).
13. Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda. (2008). *Tecnología EM*. EMRO (Effective Microorganism Research Organization Inc.). Limón: EARTH.
14. Fornaris Rullan, G. J. (2012). *Conjunto Tecnológico para la Producción de Cebolla*. Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez, Colegio de Ciencias Agrícolas, Estación Experimental Agrícola.
15. Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), Universidad Nacional de Asunción. (2019). *Guía técnica cultivo de cebolla*. San Lorenzo, Paraguay.
16. Filgueira, F. A. R. (2013). *Novo manual de olericultura: Agrotecnología moderna na produção e comercialização de hortaliças* (3.ª ed. rev. e ampl.). Viçosa: UFV.
17. Fundases. (2014). Microorganismos Eficaces. *Fundación de Asesorías para el Sector Rural*. Agrophos. Recuperado de http://fundases.com/p/solbac.html.
18. Food and Agriculture Organization. (2023). FAOSTAT statistical database. Roma: FAO.
19. García Morato, M. (2003). Plagas, enfermedades y fisiopatias del cultivo de la Cebolla.
20. Gómez, A. M., & López Palmero, M. (1987). *Cultivo de cebolla de día corto*. Generalitat Valenciana, Conselleria d'Agricultura i Pesca.

21. García Gutiérrez, C., & Félix Herrán, J. A. (2014). *Manual para la producción de abonos orgánicos y biorracionales*. Fundación Produce Sinaloa, A.C. Recuperado de www.fps.org.mx.

22. Gómez, A. (2020). Impacto del compost en propiedades físicas del suelo en Cusco. Revista Ciencia Agraria Peruana, 9(3), 77–88.

23. Gorodecki, B., & Hadar, Y. (1990). Suppression of *Rhizoctonia Solani* and *Sclerotium rolfsii* diseases in container media containing composted separated cattle manure and composted grape marc. Crop Protection, 9, 271-274.

24. Huamán, G. (2017). Aplicación de compost en la productividad de cebolla [Tesis de pregrado, Nombre de la universidad]. Repositorio institucional.

25. Hernández Gutiérrez, J. D. (2014). *Influencia de una fertilización NPK y tres abonos orgánicos en la producción de cebolla (Allium cepa L.), cv. "Sivan" en el valle de Chao – La Libertad* (Tesis de Ingeniería Agrónoma). Universidad Privada Antenor Orrego. Recuperado de https://hdl.handle.net/20.500.12759/867.

26. INÍA. (2007). Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de la cebolla (Tesis de maestría, INÍA). Recuperado de: https://doi.org/10.18271/ria.2017.2203.

27. INÍA (Instituto Nacional de Investigación Agraria). (2008). Producción y uso del humus de lombriz. Lima, Perú. Ministerio de Agricultura.

28. INÍA. (1992). Curso Taller en variedades, tecnologías de producción, industrialización, comercialización y exportación en cebollas en Chile. Santiago de Chile, Chile.

29. INDAP, INIA Intihuasi & Prodecop (1998). *Manual técnico sobre hortalizas*. Ministerio de Agricultura, Chile.

30. Jaramillo, S. (1997). Estudio fenológico de tres tipos de cebolla de bulbo *Allium cepa* L. Acta Agronómica, 47(3), 16-25.

31. La Calera. (2016). Abonos TERRASUR, guano de gallina procesado. Sitio web. Obtenido de www.lacalera.com.pe/proyectos.
32. Luna Feijoo, M. A., & Mesa Reinaldo, J. R. (2016). Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Revista científica Agroecosistemas*, 4 (2), 31-40. Recuperado de http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index.
33. Lampkin, N. (1992). Organic Farming. Ipswich: Farming Press Limited.
34. Labrador Moreno, J. (1996). *La materia orgánica en los sistemas agrícolas*. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario.
35. Mamani Lima, R. J. (2023). *Influencia de abonos orgánicos enriquecidos con microorganismos eficaces en el rendimiento de cebolla roja (Allium cepa L.) var. Ilabaya* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. Repositorio Institucional.
36. Maroto Borrego, J. V. (1982). Horticultura herbácea especial. Mundi-Prensa.
37. Méndez, J. (2010). Producción Orgánica de Betabel (*Beta Vulgaris*): E*valuación de variedades y efecto de dos compostas* (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
38. Menezes Júnior & Marcuzzo (2016). *Manual de práticas agrícolas*: guías para a sustentabilidade das lavouras de cebola de Santa Catarina. Florianopolis: Epagri. 143 p.
39. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2017). *Guía de gestión integrada de plagas en liliáceas protegidas* [PDF]. Recuperado de: https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/guiagip-liliaceasprotegida_tcm30-434394.pdf.

40. Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). (2017). Requerimientos agroclimáticos del cultivo de cebolla (Ficha Técnica N.° 05). Dirección General de Políticas Agrarias. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/419898/ficha-tecnica-05-cultivo-cebolla.pdf.
41. Moya, J.C. (2012). *Como hacer microorganismos eficientes*. Ministerio de agricultura y ganadería dirección regional central occidental. Recuperado de http://fundases.com/p/solbac.html.
42. Molinos & Cía. (2022). Fertilización del cultivo de cebolla roja. Área Técnica. Molinos & Cía.
43. Ministerio de Agricultura del Perú. (2010). Resumen ejecutivo: Cebolla. Dirección General de Competitividad Agraria.
44. Mamani Lima, R. J. (2023). Influencia de abonos orgánicos enriquecidos con microorganismos eficaces en el rendimiento de cebolla roja (Allium cepa L.) var. Ilabaya. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
45. Naturaleza y Ecología. (2020). Cebolla (Allium cepa): características generales de la planta. https://naturaleza.animalesbiologia.com/plantas/verduras/cebolla-allium-cepa
46. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2010). FAOSTAT: Base de datos estadísticos. https://www.fao.org/faostat/es/.
47. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2022). FAOSTAT. https://www.fao.org/faostat/en/#home.
48. Parnes, R. (1990). Fertile Soil: A Grower's Guide to Organic & Inorganic Fertilizers (2nd ed.). Agaccess.
49. Pedraza, R.O., et al. (2010). Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos. *Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria 11*(2), 155-164. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5624728.pdf.

50. PRP. (2009). *Informe sobre el impacto de los microorganismos eficientes en el medio ambiente y la agricultura*. Programa de Reducción de la Pobreza.
51. Quispe, J. (2015). Biotecnología microbiana en hortalizas de altura. Revista AgroAndes, 6(2), 122–130.
52. Rondón, S., Torres, N., & Laverde, H. (1996). Efecto de tres coberturas plásticas y dos sistemas de siembra en la fenología de la cebolla de bulbo (*Allium cepa*) en la Sabana de Bogotá. Agronomía Colombiana, 13(2), 142-151.
53. Reveles-Hernández, M., Velázquez-Valle, R., Reveles-Torres, L.R., & Cid-Ríos, J.A. (2014). *Guía para la producción de cebolla en Zacatecas*. (Folleto Técnico Nº 62). Campo Experimental Zacatecas, CIRNOCINIFAP.
54. Ramírez Martínez, M. A. (2009). *Tecnología de microorganismos efectivos (EM) aplicada a la agricultura y medio ambiente sostenible*. Tesis de Ingeniería Ambiental. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
55. SENA. (1990, 15 de febrero). El cultivo de la cebolla cabezona. Cúcuta, Colombia.
56. Ministerio de Agricultura y Riego. (2019). Requerimientos agroclimáticos del cultivo de cebolla (Ficha Técnica N.° 17). Dirección General de Políticas Agrarias – Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria (DGPA-DEEIA). https://www.senamhi.gob.pe
57. Salunkhe, D., & Kadam, S. S. (2003). *Tratado de ciencia y tecnología de las hortalizas*: Producción, composición, almacenamiento y procesado. Editorial Acribia.
58. Soto, G., & Muñoz, C. (2002). Consideraciones teóricas y prácticas sobre el compost, y su empleo en la agricultura orgánica. *Manejo integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*, Nº. 65,123-129.
59. Soto, G., & Meléndez, G. (2004). Como medir la calidad de los abonos orgánicos. *Hoja técnica Nº 48, Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*, 72, 91-97.

60. Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). Fisiología vegetal (6.ª ed.). Editorial Médica Panamericana.

61. Terrones Rodríguez, J. (2018). *Extracción de flavonoides de la cebolla roja (Allium cepa L*) *en un equipo soxhlet con mezcla de solventes etanol-agua*. Recuperado de: http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/3881/TERRONES%20RODRIGUEZ PREGRADO 2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

62. Tomasino, H. (1993). *Manual de Ciclo de Conferencias de Transferencia Tecnológica*. Arequipa, Perú.

63. Terry Alfonso, E., Leyva, A., & Hernández, A. (2010). Microorganismos benéficos como biofertilizantes eficaces para el cultivo tomate. *Revista Colombiana Biotecnología,* 7(2), 47-54. Recuperado de http://www.redalyc.org/pdf/776/77670207.pdf .

64. Vidigal, S. M., Moreira, M. A., & Pereira, P. R. G. (2010). Crescimento e absorção de nutrientes pela cebola cultivada no verão por semeadura direta e por transplantio de mudas. *Bioscience Journal*, *26*(1), 57–70.

ANEXOS

Anexo 01: Análisis de Suelo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : ING. CARLOS ALBERTO FARFAN QUINTANA

Departamento : CUSCO
Distrito : SAN JERONIMO - KAYRA
Referencia : H.R. 78300-190C-22

Provincia : CUSCO
Predio : SAUCEPATA
Fecha : 01/12/2022

Boll.: 5456

Número de Muestra			C.E.					Análisis Mecánico			Clase	CIC	Cationes Cambiables					Suma	Suma	%
Lab	Claves	pH (1:1)	(1:1) dS/m	$CaCO_3$ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textural		Ca^{+2}	Mg^{+2}	K^+	Na^+	$Al^{+3}+H^+$	de Cationes	de Bases	Sat. De Bases
													meq/100g							
15443		7.58	1.80	4.47	1.28	16.4	227	53	26	21	Fr.Ar.A.	12.00	10.67	0.81	0.45	0.07	0.00	12.00	12.00	100

A.= Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Número de Muestra		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Lab.	Claves	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
15443		0.26	0.70	10.90	1.00	0.60

LASPAF

Dr. Constantino Calderón Mendoza
Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 Celular: 946 - 505 - 254
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

METODOS SEGUIDOS EN EL ANALISIS DE SUELOS

1. Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro.
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación(es).
3. PH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 ó en suspensión suelo: KCl N, relación 1:2.5.
4. Calcareo total (CaC03): método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.
5. Materia orgánica: método de Walkley y Black, oxidación del carbono Orgánico con dicromato de potasio. %M.O.=%Cx1.724.
6. Nitrógeno total: método del micro-Kjeldahl.
7. Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO3=05M, pH 8.5
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH_3 - $COONH_4$)N, pH 7.0
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH_3- $COOCH_4$)N; pH 7.0
10. Ca^{+2}, Mg^{+2}, Na^+, K^+ cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio (CH_3-$COONH_4$)N; pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica.
11. Al^{+3}+ H^+: método de Yuan. Extracción con KCl. N
12. Iones solubles:
    a) Ca^{+2}, Mg^{+2}, K^+, Na^+ solubles: fotometría de llama y/o absorción atómica.
    b) Cl, Co_3=, HCO_3=, NO_3 solubles: volumetría y colorimetría. SO_4 turbidimetría con cloruro de Bario.
    c) Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
    d) Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

Equivalencias:
1 ppm=1 mg/kilogramo
1 millimho (mmho/cm) = 1 deciSiemens/metro
1 miliequivalente / 100 g = 1 cmol(+)/kg
Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes
CE (1 : 1) mmho/cm x 2 = CE(es) mmho/cm

TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad

Clasificación del Suelo	CE(es)
*muy ligeramente salino	<2
*ligeramente salino	2 - 4
*moderadamente salino	4 - 8
*fuertemente salino	>8

CLASIFICACIÓN	Materia Orgánica %	Fósforo disponible ppm P	Potasio disponible ppm K
*bajo	<2.0	<7.0	<100
*medio	2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240
*alto	>4.0	>14.0	>240

Relaciones Catiónicas

Clasificación	K/Mg	Ca/Mg
*Normal	0.2 - 0.3	5 - 9
*defc. Mg	>0.5	
*defc. K	>0.2	
*defc. Mg		>10

Reacción o pH

Clasificación del Suelo	pH
*fuertemente ácido	<5.5
*moderadamente ácido	5.6 - 6.0
*ligeramente ácido	6.1 - 6.5
*neutro	6.6 - 7.0
*ligeramente alcalino	7.1 - 7.8
*moderadamente alcalino	7.9 - 8.4
*fuertemente alcalino	>8.5

CLASES TEXTURALES

A	=	arena	Fr.Ar.A	=	franco arcillo arenoso
A.Fr	=	arena franca	Fr.Ar	=	franco arcilloso
Fr.A	=	franco arenoso	Fr.Ar.L	=	franco arcilloso limoso
Fr.	=	franco	Ar.A	=	arcilloso arenoso
Fr.L.	=	franco limoso	Ar.L.	=	arcilloso limoso
L	=	limoso	Ar.	=	arcilloso

Distribución de Cationes %

Ca^{+2}	=	60 - 75
mg^{+2}	=	15 - 20
K^+	=	3 - 7
Na^+	=	<15

Anexo 02: ***Análisis de muestra de gallinaza***

VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS
1965 - 2015

SOLICITANTE : EDWIN RAMOS CHANI
PREDIO : EDWIN RAMOS CHANI
MATRIZ : ENMIENDA ORGANICA SOLIDA

ANÁLISIS Nº : 1261-01EOS -2022
LUGAR : CUZCO
FECHA DE RECEP. : 26/12/2023

INFORME DE ANÁLISIS DE ENMIENDA ORGÁNICA SÓLIDA - NUTRICIONAL
MUESTRA : M1 - GALLINAZA

PARAMETRO		RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
pH a T = 25 °C (E.S)		7.26		MEOS - 001	Electrométrico
Conductividad Eléctrica a 25 °C.(E.S.)		10.87	dS/m	MEOS - 002	Electrométrico
Carbonato de Calcio		4.55	%	MEOS - 003	Gravimétrico
Humedad		10.71	%	MEOS - 004	Gravimétrico
Materia Orgánica		74.46	%	MEOS - 005	Gravimétrico
Carbono Orgánico		43.19	%	----------	----------
Cenizas Solubles (*)		7.50	%	MEOS - 006	Gravimétrico
Impurezas		2.79	%	MEOS - 007	Gravimétrico
Nitrógeno Total	(N_T)	3.55	%	MEOS - 008	Dumas
Fósforo Total	(P_2O_5)	1.72	%	MEOS - 009	Colorimétrico
Potasio Total	(K_2O)	1.56	%	MEOS - 010	FAAS
Calcio Total	(CaO)	4.16	%	MEOS - 011	FAAS
Magnesio Total	(MgO)	0.47	%	MEOS - 012	FAAS
Azufre Total	(S)	0.17	%	MEOS - 013	Turbidimétrico
Sodio Total	(Na)	0.26	%	MEOS - 014	FAAS
CloroTotal	(Cl)	0.11	%	MEOS - 015	Argentométrico
Cobre Total	(Cu)	34.05	ppm	MEOS - 016	FAAS
Zinc Total	(Zn)	233.50	ppm	MEOS - 017	FAAS
Manganeso Total	(Mn)	262.00	ppm	MEOS - 018	FAAS
Hierro Total	(Fe)	641.00	ppm	MEOS - 019	FAAS
Boro Total	(B)	40.00	ppm	MEOS - 020	Colorimétrico
C / N		12.17		----------	----------

Los resultados están expresados en muestra original.

DONDE:

(*) : Cenizas disueltas en HCl 50 % (v/v)
% : Masa / Masa
ppm : mg / Kg
(E.S) : Extracto de Saturación
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama
MEOS : Método Propio del Laboratorio.

NOTA:
1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quim. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO

MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 I Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe I Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 03: Análisis de muestra de compost

VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola
50 AÑOS 1965 - 2015

SOLICITANTE : DARCY CHAVEZ CCAHUANA
PREDIO : DARCY CHAVEZ CCAHUANA
MATRIZ : ENMIENDA ORGANICA SOLIDA

ANÁLISIS Nº : 1196-01EOS -2022
LUGAR : CUZCO
FECHA DE RECEP. : 29/11/2022

INFORME DE ANÁLISIS DE ENMIENDA ORGÁNICA SÓLIDA - NUTRICIONAL
MUESTRA : KAYRA - UNSAAC - SAN JERONIMO

PARAMETRO		RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
pH a T = 23.5 °C (E.S)		8.18		MEOS - 001	Electrométrico
Conductividad Eléctrica a 25 °C.(E.S.)		18.26	dS/m	MEOS - 002	Electrométrico
Carbonato de Calcio		9.06	%	MEOS - 003	Gravimétrico
Humedad		16.92	%	MEOS - 004	Gravimétrico
Materia Orgánica		8.93	%	MEOS - 005	Gravimétrico
Carbono Orgánico		5.18	%	----------	----------
Cenizas Solubles (*)		5.43	%	MEOS - 006	Gravimétrico
Impurezas		59.66	%	MEOS - 007	Gravimétrico
Nitrógeno Total	(N_T)	0.57	%	MEOS - 008	Dumas
Fósforo Total	(P_2O_5)	0.58	%	MEOS - 009	Colorimétrico
Potasio Total	(K_2O)	0.71	%	MEOS - 010	FAAS
Calcio Total	(CaO)	5.51	%	MEOS - 011	FAAS
Magnesio Total	(MgO)	0.28	%	MEOS - 012	FAAS
Azufre Total	(S)	0.17	%	MEOS - 013	Turbidimétrico
Sodio Total	(Na)	0.06	%	MEOS - 014	FAAS
CloroTotal	(Cl)	0.06	%	MEOS - 015	Argentométrico
Cobre Total	(Cu)	7.15	ppm	MEOS - 016	FAAS
Zinc Total	(Zn)	33.60	ppm	MEOS - 017	FAAS
Manganeso Total	(Mn)	245.30	ppm	MEOS - 018	FAAS
Hierro Total	(Fe)	2065.00	ppm	MEOS - 019	FAAS
Boro Total	(B)	5.00	ppm	MEOS - 020	Colorimétrico
C / N		9.11		----------	----------

Los resultados están expresados en muestra original.
DONDE:

(*) : Cenizas obtenidas en HCl 50 % (v/v)
% : Masa / Masa
ppm : mg / Kg
(E.S) : Extracto de Saturación
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama
MEOS : Método Propio del Laboratorio.

NOTA:
1: Los resultados presentados corresponden solo a la muestra indicada.
2: Se prohibe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quim. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO

MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 I Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe I Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 04: Ficha técnica de la cebolla ver. Roja

1. **APARICIÓN DE HOJAS:** Cuando después del transplante las plántulas comienzan a brotar nuevas hojas de forma tubular que pueden variar entre 12 a 16 hojas dependiendo de la variedad.
2. **FORMACIÓN DE BULBO:** Comienza cuando cesa la aparición de nuevas hojas y empieza la acumulación de reservas en el bulbo, el mismo que comienza a engrosar los catafilos.
3. **MADURACIÓN INICIAL:** Las hojas empiezan a doblarse y el cultivo en general comienza a amarillear.
4. **MADURACIÓN COMPLETA:** Los bulbos están desprovistos totalmente de sus hojas y listos para comercializar.

d) Requerimientos climáticos:

Ciclo vegetativo y reproductivo; var. Criolla (Camaneja)

Periodo Fenológico	Crecimiento Vegetativo / Crecimiento reproductivos / Maduración			
Parte aérea	Aparición de hojas (1)	Formación del bulbo (2)	Maduración Inicial (3)	Maduración completa (4)
Parte radicular	Formación, desarrollo y crecimiento de raices y tallos			
Ocurrencia de la fase (ddt)[1]	50	50 - 90	90 - 110	110 - 140
Temperatura Optima	18 °C a 23 °C	18 °C a 23 °C	18 °C a 23°C	18 °C a 25 °C
Temperatura Crítica	< 15 °C a 28 °C >	< 15 °C a 28 °C >	< 15 °C a 28 °C >	< 15 °C a 28 °C >
Humedad óptima	65% - 80%	65% - 80%	65% - 80%	65% - 80%
Déficit hídrico	Sensible	Sensible	Tolerante	Tolerante

[1]dds: dias despues de la siembra
Fuente: SENAMHI-DA
Elaboración: MINAGRI-DGPA-DEEIA

Los rangos de temperaturas donde mejor crece el cultivo de cebolla, están entre los 12,8° C y 24° C. El mejor crecimiento y calidad se obtienen si la temperatura es fresca durante el desarrollo vegetativo (desde la germinación hasta el inicio de formación de bulbos) prefiriéndose que en tal etapa las temperaturas no superen los 24° C. Posteriormente, éstas deben ser más altas para favorecer el crecimiento y desarrollo del bulbo; aunque, si se va a comercializar la cebolla con tallo verde y bulbo no muy desarrollado, este factor no tiene mucha importancia.

Las cebollas dulces necesitan noches frescas con temperaturas de 10 - 15 °C y días calientes con temperaturas de más de 26,7° C, para poder alcanzar altos niveles de azucares en el bulbo.



e) Requerimientos de suelos y agua:

Los suelos que presentan buena textura (franco), fértiles (M.O: 3%) y bien drenados ofrecen condiciones ideales para el cultivo de cebolla. Prefiere el pH cercano al neutro (6,0 y 7,0) y no tolera los suelos salinos (<1,2 mmhos/cm).

En el caso de producción de cebolla amarilla dulce, el uso de estiércoles no es recomendado porque aumenta la "pungencia" de la cebolla (debido a su alto contenido de azufre), y la incidencia de la enfermedad llamada raíz rosada.

Las necesidades de riego en la cebolla, así como en muchas especies agrícolas han de ir marcadas por la evapotranspiración (ETo) de cada zona y por los coeficientes de cultivo de cada época del año (Kc) y de reducción (Kr), que tienen en cuenta la densidad de plantación y número de árboles.

El numero de riegos y el volumen de agua por riego dependerá, de la capacidad del suelo para retener el agua, de las condiciones climáticas, del estado vegetativo de las plantas y de las variedades. No obstante que la cebolla resiste la sequía, requiere de volúmenes mínimos que, en términos generales, se estiman en 4 500 – 5 000 m3/ha (riego por goteo) y 7 000 – 7 500 m3/ha (riego por gravedad).

ELABORACIÓN:
Dirección General de Políticas Agrarias / Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria
Especialista: Ing. Christopher Johan Mathews Rojas
FUENTES DE INFORMACIÓN: SENAMHI, DGPA-DEEIA

PARA MAYOR INFORMACIÓN:
Requerimientos Agroclimáticos del cultivo de cebolla
Correo electrónico: cmathews@minagri.gob.pe
Teléfono: [511] 209 8800
Anexo: 4231 / 4236

DISEÑO & EDICIÓN DIGITAL:
Jenny Miriam Acosta Reátegui
VÍA INTERNET:
www.minagri.gob.pe

PERÚ Ministerio de Agricultura y Riego
Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI
Dirección General de Políticas Agrarias
Jr. Yauyos 258, Cercado de Lima, Lima
www.minagri.gob.pe

PERÚ Ministerio de Agricultura y Riego

Requerimientos Agroclimáticos del cultivo de cebolla

Senamhi

Ficha Técnica N° 17:



a) Especificaciones técnicas:

Nombre Común	: Cebolla
Nombre Científico	: *Allium cepa L.*
Familia	: Amaryllidaceae (Liliaceae).
Origen	: Asia Central (Palestina e India.
Regiones naturales	: Costa o chala, yunga y quechua (entre nivel del mar a 3 500 msnm).
Departamentos	: Arequipa, Ica, La Libertad, Lima y otros.
Variedades	: Amarilla dulce (Exportación) - Granex 33, Texas Early Grano 502, Bermuda. Rojas - Arequipeña, Red Globe, Italiana, Red Creole, Criolla, Camaneja.
Periodo Vegetativo	: 4 - 6 meses.

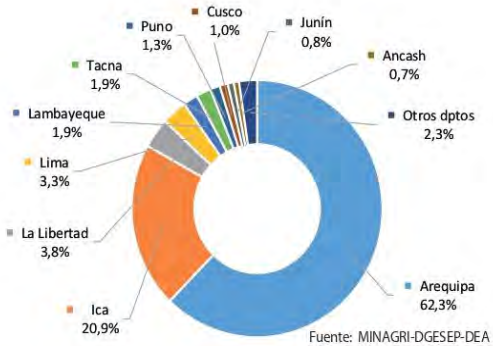
Fuente: MINAGRI-DGPA-DEEIA

b) Participación, producción y rendimientos a nivel nacional:

La producción total nacional del 2017, fue 722 436 toneladas, siendo Arequipa la región de mayor producción con 449 797 toneladas, con una participación de 62,3%; seguida por Ica con 150 710 toneladas (20,9%), La Libertad con 27 188 toneladas (3,8 %) y Lima con 23 556 toneladas (3,3%), estas cuatro (04) regiones concentran el 90,1% de la producción nacional.

Son cinco (05) las regiones con mayor rendimiento promedio en el año 2017. El mayor rendimiento es de Ica con 57 743 Kg/ha, seguido de Arequipa con 43 280 kg/ha, La Libertad con 40 278 kg/ha, Lambayeque con 34 625 kg/ha y Tacna con 34 058 Kg/ha. El promedio rendimiento nacional es 39 576 kg/ha. Por otro lado, Arequipa es el departamento con mayor superficie cosechada (10 410 ha).

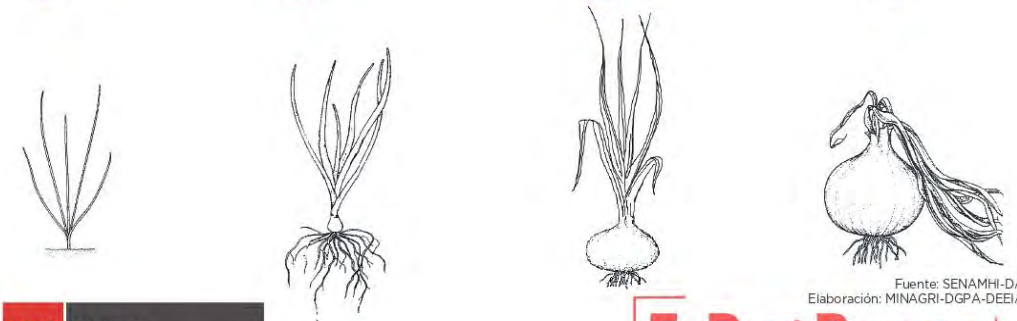
PERÚ: Principales departamentos productores de Cebolla
Año: 2017 = 722 436 t



Fuente: MINAGRI-DGESEP-DEA
Elaboración: MINAGRI-DGPA/DEEIA

c) Estadios de crecimiento:

Aparición de hojas	Formación de bulbo	Maduración inicial	Maduración completa
1	2	3	4



Fuente: SENAMHI-DA
Elaboración: MINAGRI-DGPA-DEEIA

PERÚ Ministerio de Agricultura y Riego

EL PERÚ PRIMERO

Anexo 05: Ficha técnica EM-COMPOST

Jr. Pedro Torres Malarín Nº355-Pueblo Libre-Lima
RPM: *11282 / #0045663 / #656656
Movistar: 943603740 / 952086694 / 943629819
Oficina: 01-4630329
informes@bioem.com.pe
www.bioem.com.pe

FICHA TÉCNICA

EM•COMPOST®

MICROORGANISMOS EFICACES™

ORIGEN

El **EM•COMPOST®** es un **producto natural** que contiene microorganismos benéficos. Fue desarrollado en la década de los 80 por el Dr. Teruo Higa, de la Universidad de Ryukus, Okinawa, Japón. Actualmente se utiliza en más de 180 países a nivel mundial.

DESCRIPCIÓN

El **EM•COMPOST®** es una mezcla de diferentes microorganismos naturales. Estos microorganismos no son nocivos, ni patógenos, ni genéticamente modificados, ni químicamente sintetizados. Son microorganismos que promueven procesos de fermentación benéfica, aceleran la descomposición de la materia orgánica y promueven el equilibrio de la flora microbiana, reduciendo la presencia de nematodos en los suelos.

CONTENIDO MÍNIMO UFC/mL

* Bacterias ácido lácticas 10^4
* Bacterias Fotosintéticas 10^3
* Levaduras10^3
* Enzimas

DATOS FÍSICOS

Apariencia: líquido color marrón-amarillo
Olor: Fermento-agradable
pH: 3.5

COMPATIBILIDAD

- Es compatible con aceites minerales y fertilizantes.
- No es compatible con cloro, desinfectantes, sulfato de cobre, oxidantes y pesticidas (fungicidas, insecticidas y bactericidas).

ACTIVACIÓN

El **EM•COMPOST®** está en latencia (inactivo), para conservar a largo plazo, por lo tanto antes de usarlo, hay que activarlo.

El activado consiste en 5% de **EM•COMPOST®** y 5% de melaza diluidos en 90% de agua limpia en un recipiente herméticamente cerrado. Se deja reposar la mezcla durante siete días. Un olor agridulce y un pH de 3.5 o menos indican que el proceso de activación está completo.

DOSIS DE APLICACIÓN

- Se recomienda usar 20 litros EM•COMPOST® Activado por cada 10 TM de materia orgánica a compostar.
- 20 litros EM•COMPOST® Activado por hectárea vía sistema de riego.

FRECUENCIA DE APLICACIÓN

- Se recomienda hacer aplicaciones semanales o quincenales según las necesidades del cultivo.

Para mayor información, contactar con nuestro equipo técnico.

Atentamente,

EM®
Microorganismos Eficaces™

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

Anexo 06: Datos promedio de evaluación de altura de planta(cm) en cuatro etapas fenológicas.

N°BLOQUE	TRATAMIENTO	EVALUACION DE ALTURA DE PLANTA									
		Numero de planta evaluada									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bloque I	T1(COMPOST)	56.00	57.68	57.00	54.67	51.35	45.07	52.83	50.00	47.33	60.83
	T2(COM-EM)	61.00	54.17	65.83	65.50	60.67	52.33	41.67	38.33	48.00	41.67
	T3(GALLINAZA)	27.67	50.33	68.67	64.33	73.00	55.67	53.33	53.67	60.00	45.67
	T4(GAL-EM)	63.33	46.00	54.00	53.33	57.00	60.33	59.33	52.00	52.83	62.17
	T5(EM)	49.33	44.17	41.83	56.00	57.00	52.00	46.00	46.33	47.33	45.33
	T6(TEST)	42.67	34.67	51.67	47.33	39.33	52.00	50.67	51.00	48.67	52.17
Bloque II	T1(COMPOST)	44.00	49.50	47.33	48.83	51.50	53.67	53.67	57.50	55.00	47.67
	T2(COM-EM)	48.67	51.33	50.33	59.33	54.67	54.67	58.67	54.33	46.00	51.33
	T3(GALLINAZA)	51.00	54.00	44.00	56.00	51.00	56.33	53.67	49.67	54.33	57.33
	T4(GAL-EM)	55.33	59.33	49.67	56.00	51.67	53.67	62.00	67.33	57.67	46.00
	T5(EM)	56.00	59.00	43.00	51.33	56.33	53.33	62.33	59.33	53.67	49.00
	T6(TEST)	38.00	51.33	57.50	52.67	52.67	47.67	47.50	50.50	47.67	51.17
Bloque III	T1(COMPOST)	55.67	49.33	57.67	56.67	65.00	59.67	54.67	57.00	52.67	56.00
	T2(COM-EM)	49.33	43.67	64.00	68.33	63.33	52.00	47.67	50.33	49.00	52.67
	T3(GALLINAZA)	54.67	62.33	44.33	58.33	55.00	49.33	62.00	52.00	53.33	47.00
	T4(GAL-EM)	54.00	56.33	51.33	55.00	56.00	58.00	56.67	62.67	57.67	59.33
	T5(EM)	53.00	55.00	56.67	50.67	44.67	51.33	54.33	51.67	52.00	54.00
	T6(TEST)	57.00	48.67	54.00	50.67	42.67	50.33	54.33	58.67	55.00	48.67
Bloque IV	T1(COMPOST)	52.67	47.33	52.33	49.67	52.00	50.67	51.00	48.00	51.00	54.67
	T2(COM-EM)	54.67	54.67	51.00	52.33	53.67	51.33	45.67	49.33	50.33	57.00
	T3(GALLINAZA)	59.00	58.33	48.33	51.67	51.33	44.00	59.33	51.33	63.00	51.00
	T4(GAL-EM)	55.00	54.33	55.33	56.00	56.67	56.67	56.33	49.00	48.67	60.00
	T5(EM)	51.00	53.00	57.33	60.00	51.67	57.33	53.67	50.00	47.00	53.00
	T6(TEST)	51.00	47.33	55.67	51.67	46.67	53.00	51.33	47.33	46.67	51.67

Anexo 07: Datos promedio de evaluación de numero de hojas en cuatro etapas fenológicas.

N°BLOQUE	TRATAMIENTO	EVALUACION DE NUMERO DE HOJAS									
		Numero de planta evaluada									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bloque I	T1(COMPOST)	6.33	5.67	6.67	6.00	5.33	6.33	5.67	5.67	5.67	6.00
	T2(COM-EM)	5.67	6.00	6.33	6.67	7.00	6.33	6.00	5.67	6.67	6.00
	T3(GALLINAZA)	5.33	6.33	5.33	7.00	6.67	6.33	6.00	5.33	6.00	5.67
	T4(GAL-EM)	7.00	5.00	7.67	6.33	7.00	6.67	6.33	6.33	6.33	6.67
	T5(EM)	5.67	4.67	5.00	6.00	7.00	6.33	5.67	6.33	6.00	4.67
	T6(TEST)	5.33	4.67	5.33	6.00	5.33	6.33	6.67	6.00	5.33	6.00
Bloque II	T1(COMPOST)	5.00	6.00	5.00	6.00	6.33	6.33	6.00	6.33	5.67	5.00
	T2(COM-EM)	5.33	7.33	6.00	5.33	5.00	5.00	6.67	5.67	5.33	5.33
	T3(GALLINAZA)	5.33	4.67	5.00	6.00	5.33	6.67	5.00	5.00	5.00	6.33
	T4(GAL-EM)	6.33	6.33	5.67	6.33	6.67	6.33	7.33	7.00	7.00	6.00
	T5(EM)	6.67	6.67	5.33	7.67	6.00	6.00	8.00	7.00	6.33	5.33
	T6(TEST)	5.00	7.00	5.67	6.67	6.33	5.00	6.00	6.00	5.33	6.00
Bloque III	T1(COMPOST)	5.33	5.33	6.00	6.00	6.00	6.00	6.33	7.00	7.67	8.00
	T2(COM-EM)	5.33	4.67	7.00	8.00	6.00	6.33	5.67	7.00	5.67	6.00
	T3(GALLINAZA)	7.33	7.33	6.00	7.33	6.00	5.33	8.33	6.67	7.00	5.00
	T4(GAL-EM)	6.00	7.00	6.00	6.33	6.67	7.33	7.33	7.33	7.33	7.67
	T5(EM)	7.00	7.00	5.67	6.00	6.00	6.33	6.67	6.33	6.00	8.33
	T6(TEST)	5.67	5.33	6.33	5.67	5.00	5.33	6.00	7.33	6.00	6.00
Bloque IV	T1(COMPOST)	6.00	6.00	6.33	5.33	6.33	6.00	5.67	6.00	6.67	5.67
	T2(COM-EM)	6.00	6.00	6.67	5.33	6.00	6.00	5.67	6.00	6.33	6.33
	T3(GALLINAZA)	7.00	8.00	6.00	6.00	6.00	5.67	6.33	6.00	6.67	6.67
	T4(GAL-EM)	5.67	5.67	7.00	7.00	6.67	6.33	6.33	5.67	6.33	6.67
	T5(EM)	6.00	6.33	7.33	7.00	7.00	5.33	6.00	5.33	5.33	6.00
	T6(TEST)	5.33	5.00	6.67	5.67	6.33	6.33	6.00	6.00	5.67	5.67

Anexo 08: Datos promedio de evaluación de grosor de pseudotallo(cm) en cuatro etapas fenológicas.

N°BLOQUE	TRATAMIENTO	EVALUACION DE GROSOR DE PSEUDOTALLO									
		Numero de planta evaluada									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bloque I	T1(COMPOST)	1.77	1.70	2.07	1.53	1.60	1.73	1.80	1.47	1.27	1.90
	T2(COM-EM)	2.03	1.53	1.90	2.17	2.03	1.47	1.23	1.40	1.43	1.30
	T3(GALLINAZA)	1.23	1.70	1.83	1.90	2.13	1.87	2.07	1.57	1.50	1.47
	T4(GAL-EM)	2.13	1.70	2.17	2.00	1.90	2.10	1.93	1.77	1.87	2.03
	T5(EM)	1.83	1.67	1.60	1.67	2.00	1.70	1.90	1.87	1.70	1.73
	T6(TEST)	1.23	1.17	1.63	1.53	1.27	1.60	1.57	1.47	1.43	1.37
Bloque II	T1(COMPOST)	1.07	1.47	1.23	1.90	1.70	1.47	1.77	1.83	1.77	1.33
	T2(COM-EM)	1.60	1.83	1.33	1.37	1.30	1.37	2.03	1.50	1.40	1.30
	T3(GALLINAZA)	1.30	1.20	1.13	1.57	1.50	1.57	1.47	1.13	1.47	1.53
	T4(GAL-EM)	1.80	1.67	1.67	1.80	1.77	1.53	2.13	1.73	2.13	1.70
	T5(EM)	2.03	1.90	1.27	2.10	1.60	1.37	2.47	2.00	1.53	1.63
	T6(TEST)	1.03	1.70	1.67	1.70	1.87	1.13	1.33	1.53	1.27	1.47
Bloque III	T1(COMPOST)	1.73	1.53	2.17	2.17	2.47	1.90	1.53	1.97	2.13	1.97
	T2(COM-EM)	1.30	1.33	1.87	2.17	2.10	1.60	1.60	1.87	1.30	1.50
	T3(GALLINAZA)	1.87	1.73	1.13	1.97	1.63	1.33	2.30	1.73	1.47	1.50
	T4(GAL-EM)	1.63	1.87	1.47	1.67	1.67	2.00	1.83	1.90	1.83	1.83
	T5(EM)	1.53	1.67	1.83	1.63	1.67	1.87	1.80	1.47	2.00	2.07
	T6(TEST)	1.47	1.47	1.73	1.47	1.20	1.37	1.67	1.87	1.43	1.47
Bloque IV	T1(COMPOST)	1.60	1.43	1.80	1.50	2.10	1.53	1.73	1.50	2.03	1.83
	T2(COM-EM)	1.70	1.70	1.50	1.30	1.33	1.47	1.50	1.67	2.60	3.17
	T3(GALLINAZA)	2.00	2.17	1.70	1.83	1.33	2.00	1.83	1.93	1.90	1.53
	T4(GAL-EM)	1.80	2.07	2.17	2.40	2.17	1.83	1.73	2.13	1.40	2.13
	T5(EM)	1.63	1.63	2.00	1.97	1.70	1.80	1.67	1.47	1.30	1.50
	T6(TEST)	1.53	1.53	1.63	1.47	1.50	1.77	1.67	1.50	1.43	1.57

Anexo 09: Datos promedio de evaluación de altura de pseudotallo(cm) en cuatro etapas fenológicas.

N°BLOQUE	TRATAMIENTO	EVALUACION DE ALTURA DE PSEUDOTALLO									
		Numero de planta evaluada									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bloque I	T1(COMPOST)	5.00	3.03	4.67	5.33	3.83	3.33	4.33	3.00	3.50	3.17
	T2(COM-EM)	5.67	3.00	3.33	3.50	4.17	4.33	4.33	4.33	3.67	3.50
	T3(GALLINAZA)	2.67	3.50	5.67	4.33	4.00	3.67	3.00	3.67	3.67	4.17
	T4(GAL-EM)	4.67	4.33	4.33	4.67	3.83	3.33	4.67	3.50	3.33	3.33
	T5(EM)	4.00	4.00	3.17	3.13	3.00	3.10	2.90	3.73	3.50	3.67
	T6(TEST)	2.33	2.50	3.47	3.27	2.50	3.20	3.07	3.07	3.43	2.67
Bloque II	T1(COMPOST)	2.33	4.33	3.33	3.50	3.50	3.00	3.00	4.00	3.50	2.33
	T2(COM-EM)	3.50	4.00	4.00	3.67	4.17	4.00	3.00	4.17	4.33	4.00
	T3(GALLINAZA)	5.33	2.83	3.17	2.67	4.33	4.00	4.67	4.67	4.17	3.33
	T4(GAL-EM)	4.67	4.33	2.67	3.67	4.00	3.17	4.00	4.67	4.00	4.00
	T5(EM)	2.83	4.00	3.33	3.33	3.67	3.33	3.67	4.33	4.67	3.67
	T6(TEST)	2.67	3.33	3.23	2.83	3.00	3.50	3.17	3.00	3.33	3.67
Bloque III	T1(COMPOST)	3.33	3.03	3.50	3.17	5.67	4.17	3.23	3.30	3.27	3.50
	T2(COM-EM)	4.17	3.33	5.00	3.33	3.67	3.50	3.67	3.50	3.67	2.33
	T3(GALLINAZA)	3.00	4.00	3.67	4.00	4.33	3.67	5.00	4.00	4.00	4.00
	T4(GAL-EM)	3.50	3.33	4.00	3.67	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	3.33
	T5(EM)	2.67	3.83	3.67	3.33	4.00	3.33	4.00	3.67	2.67	4.33
	T6(TEST)	4.17	2.67	3.00	3.33	2.83	3.00	3.50	3.50	3.67	3.00
Bloque IV	T1(COMPOST)	3.33	2.83	3.67	4.33	4.00	4.50	4.33	3.33	4.33	3.83
	T2(COM-EM)	3.33	4.00	4.17	4.33	4.50	3.83	4.00	4.50	3.50	4.00
	T3(GALLINAZA)	4.00	4.00	3.17	4.00	3.83	2.70	4.17	3.33	5.33	3.67
	T4(GAL-EM)	3.67	3.67	4.00	4.67	4.00	3.17	5.67	2.67	4.33	4.00
	T5(EM)	5.67	4.67	3.67	4.67	3.67	5.67	4.33	3.67	3.33	3.17
	T6(TEST)	3.67	2.40	3.33	3.33	4.33	4.00	4.67	3.33	3.60	4.17

Anexo 10: Datos de evaluación de peso de bulbo(g)

Nº BLOQUE	TRATAMIENTO	EVALUACION DE PESO DE BULBO									
		Numero de planta evaluada									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bloque I	T1(COMPOST)	111.48	79.21	107.53	120.63	81.88	54.94	57.84	48.88	45.02	129.73
	T2(COM-EM)	42.06	105.24	155.02	99.18	55.23	92.14	133.61	156.39	97.55	75.72
	T3(GALLINAZA)	19.26	92.02	110.12	231.75	129.26	120.46	91.55	118.24	80.00	63.01
	T4(GAL-EM)	44.19	212.72	124.98	92.16	156.39	141.11	156.47	123.95	100.51	120.56
	T5(EM)	54.55	87.88	53.22	88.03	162.16	169.22	82.99	56.95	72.57	37.06
	T6(TEST)	76.28	91.15	121.10	116.72	109.70	106.83	45.87	43.74	47.51	40.64
Bloque II	T1(COMPOST)	128.44	50.00	80.71	100.85	112.87	112.95	49.71	120.14	79.70	42.02
	T2(COM-EM)	26.66	116.20	98.28	96.48	143.32	69.20	87.70	88.29	73.89	91.40
	T3(GALLINAZA)	79.91	154.07	64.48	108.60	89.92	71.03	188.80	149.11	114.33	80.40
	T4(GAL-EM)	132.32	97.95	49.18	118.59	84.78	81.27	130.48	135.00	110.91	88.90
	T5(EM)	72.68	117.18	90.53	75.73	82.41	78.58	196.00	83.08	72.11	71.53
	T6(TEST)	57.96	73.24	78.59	62.96	93.35	74.77	58.23	51.04	46.55	69.19
Bloque III	T1(COMPOST)	59.66	76.66	91.72	102.37	238.50	124.06	76.14	112.84	142.51	97.70
	T2(COM-EM)	74.33	64.25	94.98	124.40	112.85	109.29	42.29	104.00	63.06	43.86
	T3(GALLINAZA)	164.38	93.26	89.43	66.95	48.65	119.46	102.27	178.34	125.67	69.46
	T4(GAL-EM)	52.14	150.39	66.31	96.44	84.62	56.19	174.46	59.39	117.30	82.04
	T5(EM)	52.78	115.21	55.48	48.65	64.76	73.23	59.02	80.31	88.03	127.44
	T6(TEST)	31.13	59.72	29.28	96.02	46.43	122.59	100.47	127.35	53.83	38.35
Bloque IV	T1(COMPOST)	48.03	91.96	101.97	88.31	72.61	84.70	83.88	84.89	50.26	46.03
	T2(COM-EM)	69.38	55.15	80.65	93.20	115.71	79.17	66.55	96.90	99.30	101.47
	T3(GALLINAZA)	89.61	74.06	144.01	76.65	134.83	144.07	123.82	41.22	70.84	80.49
	T4(GAL-EM)	165.26	70.59	159.08	126.03	168.47	77.46	119.82	62.09	63.96	119.74
	T5(EM)	107.27	46.44	160.88	109.46	64.46	50.00	49.76	77.87	56.64	39.79
	T6(TEST)	73.34	84.35	143.88	78.84	71.70	123.25	69.56	49.16	51.95	69.01

Anexo 11: Datos de evaluación de diametro de bulbo(cm)

Nº BLOQUE	TRATAMIENTO	EVALUACION DE DIAMETRODE BULBO									
		Numero de planta evaluada									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bloque I	T1(COMPOST)	5.11	4.61	5.92	6.00	4.48	4.70	3.94	4.13	4.08	5.63
	T2(COM-EM)	5.20	5.12	5.48	5.40	5.33	5.37	5.14	5.10	4.97	5.88
	T3(GALLINAZA)	3.70	5.80	6.00	5.20	4.80	4.27	6.13	6.58	5.23	4.80
	T4(GAL-EM)	4.01	7.33	6.30	5.56	5.96	6.50	5.94	5.83	5.23	4.98
	T5(EM)	3.63	5.11	4.20	4.83	5.89	6.39	5.22	4.06	4.48	3.60
	T6(TEST)	3.15	4.94	4.54	5.10	4.86	5.19	4.96	4.79	4.76	4.76
Bloque II	T1(COMPOST)	5.85	3.96	4.40	5.68	4.94	5.58	3.67	5.39	4.06	3.23
	T2(COM-EM)	4.84	5.63	5.43	4.39	4.66	4.37	7.17	5.09	5.03	4.76
	T3(GALLINAZA)	3.37	5.53	4.46	5.80	6.29	4.46	5.57	5.33	4.80	4.89
	T4(GAL-EM)	6.22	5.18	4.10	5.45	4.94	4.93	6.30	6.06	5.59	4.50
	T5(EM)	4.60	6.60	4.63	4.92	4.63	4.60	6.36	5.87	5.50	4.86
	T6(TEST)	4.10	4.90	4.94	4.29	5.23	4.73	4.14	4.38	4.05	4.23
Bloque III	T1(COMPOST)	3.96	5.05	5.20	4.89	7.74	6.10	4.15	5.40	5.70	5.10
	T2(COM-EM)	5.23	4.00	4.90	5.37	5.36	5.48	3.70	5.55	4.28	3.75
	T3(GALLINAZA)	6.48	5.08	5.10	4.20	4.06	5.86	5.07	6.64	5.85	4.65
	T4(GAL-EM)	5.26	4.81	4.46	5.73	4.50	5.50	5.40	5.80	5.00	4.70
	T5(EM)	4.16	5.90	3.82	3.83	4.03	4.21	5.05	4.87	5.06	7.12
	T6(TEST)	4.40	4.94	4.49	4.76	4.42	4.46	4.40	4.33	4.99	4.59
Bloque IV	T1(COMPOST)	4.65	4.54	5.00	4.60	4.47	5.14	4.67	4.50	4.30	5.02
	T2(COM-EM)	4.78	5.30	5.46	4.70	5.10	4.99	5.28	5.00	5.09	4.65
	T3(GALLINAZA)	5.10	4.96	6.10	4.53	6.13	6.07	5.40	3.52	5.00	4.45
	T4(GAL-EM)	6.18	4.72	5.94	5.45	6.49	4.60	5.27	4.30	4.25	5.76
	T5(EM)	4.89	4.70	5.90	5.20	4.90	4.62	4.74	4.58	4.39	4.63
	T6(TEST)	4.26	4.30	4.30	5.05	4.61	4.52	4.40	4.20	4.73	4.34

Anexo 12: Datos de evaluación de área neta(kg)

N° BLOQUE	TRATAMIENTO	EVALUACION PESO(Kg) DEL AREA NETA(3.78m2)
Bloque I	T1(COMPOST)	4.36
	T2(COM-EM)	3.75
	T3(GALLINAZA)	5.92
	T4(GAL-EM)	5.56
	T5(EM)	4.31
	T6(TEST)	5.07
Bloque II	T1(COMPOST)	4.57
	T2(COM-EM)	4.70
	T3(GALLINAZA)	4.54
	T4(GAL-EM)	5.28
	T5(EM)	4.85
	T6(TEST)	4.29
Bloque III	T1(COMPOST)	4.99
	T2(COM-EM)	6.08
	T3(GALLINAZA)	4.31
	T4(GAL-EM)	5.94
	T5(EM)	3.90
	T6(TEST)	3.58
Bloque IV	T1(COMPOST)	4.90
	T2(COM-EM)	3.68
	T3(GALLINAZA)	5.33
	T4(GAL-EM)	6.97
	T5(EM)	4.03
	T6(TEST)	3.50

Anexo 13: Datos de rendimiento(t/ha)

N° BLOQUE	TRATAMIENTO	Rendimiento(t/ha)
Bloque I	T1(COMPOST)	11.53166667
	T2(COM-EM)	9.920625
	T3(GALLINAZA)	15.6481325
	T4(GAL-EM)	14.7018151
	T5(EM)	11.41152119
	T6(TEST)	13.4066224
Bloque II	T1(COMPOST)	12.0838724
	T2(COM-EM)	12.42540691
	T3(GALLINAZA)	12.00273148
	T4(GAL-EM)	13.97965196
	T5(EM)	12.83425
	T6(TEST)	11.349195
Bloque III	T1(COMPOST)	13.19810556
	T2(COM-EM)	16.0883314
	T3(GALLINAZA)	11.41196078
	T4(GAL-EM)	15.71635855
	T5(EM)	10.32646875
	T6(TEST)	9.468954268
Bloque IV	T1(COMPOST)	12.95644467
	T2(COM-EM)	9.745158163
	T3(GALLINAZA)	14.0872875
	T4(GAL-EM)	18.44159593
	T5(EM)	10.66643085
	T6(TEST)	9.2460225

Anexo 14: Panel fotográfico

Figura 15: *preparación del terreno con ayuda de un tractor agrícola,*



Figura 16: *Toma de muestra de suelo, para su envió posterior a laboratorio.*



Figura 17: *Trazado del área experimental*



Figura 18: *Trazado de camas o platabandas (unidades experimentales)*



Figura 19: *Platabandas o camas elaboradas*



Figura 20: *Remoción de piedras*



Figura 21: *Campo experimental listo para el trasplanté de cebolla*



Figura 22: *Activación de ME, usando bolsa hermética y jeringa milimétrica*



Figura 23: *Envase de EM-COMPOST, se observan las indicaciones del producto*



Figura 24: *inoculación de AEM a abonos orgánicos (gallinaza, compost)*



Figura 25: *Incorporación de materia orgánica a las unidades experimentales (camas o platabandas)*



Figura 26:*Uso de aspersores para poner en capacidad de campo el campo experimental.*



Figura 27: *Corte de raiz y parte superior de la plantula de cebolla ,para estimular su desarrollo*



Figura 28: *Trasplante de plántulas de ce cebolla a campo definitivo*



Figura 29: *Riego del cultivo de cebolla*



Figura 30*: Uso de electrobomba para la actividad de riego del cultivo*



Figura 31: *Limpieza de malezas*



Figura 32: *Evaluaciones del cultivo de cebolla*



Figura 33: *Formación de bulbo de cebolla*



Figura 34: *medición de altura de cebolla(cm)*



Figura 35: *Cosecha de bulbos de cebolla*



Figura 36: *Selección de plantas aleatorizadas para evaluación*



Figura 37: *Campo experimental demarcado por bloques y tratamientos*



Figura 38: *Exposición de bulbos de cebolla al sol(curado), para su posterior almacenaje*



Figura 39: *Curado de los bulbos de cebolla*



Figura 40: *Medición del diámetro de bulbo(cm), usando el vernier*



Figura 41: *Peso del area neta (kg)*



Figura 42: *Pesado del bulbo(g)*

