UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

EFECTO DE TRES FUENTES ORGÁNICAS PROCESADAS CON MICROORGANISMOS EFICACES SOBRE EL RENDIMIENTO DE CEBOLLA CHINA (*Allium fistulosum L.)* EN UN INCEPTISOL DE PUCALLPA

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

PRISILA YABAR HERMITAÑO

Pucallpa, Perú

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
CARRERA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

ANEXO 4

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de tesis, presentado por **PRISILA YABAR HERMITAÑO** denominada **"EFECTO DE TRES FUENTES ORGÁNICAS PROCESADAS CON MICROORGANISMOS EFICACES SOBRE EL RENDIMIENTO DE CEBOLLA CHINA (*Allium fistulosum* L.) EN UN INCEPTISOL DE PUCALLPA",** para cumplir con el requisito (académico o título profesional) de **TÍTULO PROFESIONAL.**

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo así como los conocimientos demostrados por la sustentante lo declaramos: **APROBADO POR UNANIMIDAD** con el calificativo **DIECIOCHO (18).**

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el Título de **INGENIERO AGRÓNOMO,** de conformidad con lo estipulado en los Art. 3 y 6 del Reglamento para el otorgamiento del Título Profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 16 de febrero del 2023.

.....	.....
Ing. Jorge Raúl García Cavalié, M.Sc.	Ing. Pablo Pedro Villegas Panduro, M.Sc.
Presidente	Secretario
.....	.....
Ing. Roger Fernando Panduro Bartra, Dr.	Ing. Javier Amacifuen Vigo, Dr.
Miembro	Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Calificador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito parcial para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

Ing. Jorge Raúl García Cavalié, M.Sc. .....

Presidente

. Pablo Pedro Villegas Panduro, M.Sc. .....

Secretario

Ing. Roger Fernando Panduro Bartra, Dr. .....

Miembro

Ing. Javier Amacifuen Vigo, Dr. .....

Asesor

Bach. Prisila Yabar Hermitaño .....

Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Nº V/0644-2022

La **Dirección de Producción Intelectual**, hace constar por la presente, que el Informe Final de Tesis**, titulado:**

"EFECTO DE TRES FUENTES ORGÁNICAS PROCESADAS CON MICROORGANISMOS EFICACES SOBRE EL RENDIMIENTO DE CEBOLLA CHINA (Allium fistulosum L.) EN UN INCEPTISOL DE PUCALLPA".

Autor(es)	:	**YABAR HERMITAÑO, PRISILA**
Facultad	:	CIENCIAS AGROPECUARIAS
Escuela Profesional	:	AGRONOMÍA
Asesor (a)	:	Dr. AMACIFUEN VIGO, JAVIER

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 9%.**

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se firma y se sella la presente constancia.

FECHA 07/10/2022

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

UByP - REPOSITORIO INSTITUCIONAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, PRISILA YABAR HERMITAÑO

Autor(a) de la TESIS de pregrado titulada:

"EFECTO DE TRES FUENTES ORGANICAS PROCESADAS CON MICROORGANISMOS EFICACES SOBRE EL RENDIMIENTO DE CEBOLLA CHINA (Allium fistulosum L.) EN UN INCEPTISOL DE PUCALLPA".

Sustentada el año: 2023

Con la asesoría de: Dr. JAVIER AMACIFUEN VIGO.

En la Facultad de: CIENCIAS AGROPECUARIAS.

Escuela Profesional de: AGRONOMÍA.

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] Significa que se publicará en el repositorio institucional solo La caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL [X] Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempoy las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la **tesis es una creación de mi autoría** y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 16 /02/ 2023

Email: PriscilaYabar@gmail.com

Teléfono: 925707763

Firma:

DNI: 76448018

DEDICATORIA.

A Dios Todopoderoso, por brindarme la salud y la sabiduría necesaria durante mi etapa de carrera profesional y permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida.

A mi padre Marino Yabar Dolores, por ser el pilar más importante y demostrarme su inmenso amor, cariño y apoyo incondicional durante mis estudios universitarios.

A mi madre Dionisia Hermitaño Aguirre, por sus consejos, sus valores y sobre todo por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

A mis hermanos, Miguel y Luz Valeria, por su comprensión y apoyo incondicional y por compartir grandes momentos en cada etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO.

A mi alma mater, la Universidad Nacional de Ucayali por formarme como profesional con docentes calificados de la región Ucayali.

A todos los catedráticos de la Escuela Profesional de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por sus sabias enseñanzas brindadas durante mi formación profesional.

Al Dr. Javier Amacifuen Vigo, catedrático y asesor de la tesis por sus excelentes consejos e ideas en la ejecución y redacción de la tesis.

Al M. Sc. Pablo Pedro Villegas Panduro, por su gran apoyo en las correcciones del presente trabajo y constante orientación.

Al Dr. Roger Fernando Panduro Bartra, M.Sc. Jorge Raúl García Cavalié, por su gran apoyo en las correcciones del presente trabajo de tesis.

A Karlen Díaz, por su apoyo incondicional durante la ejecución de mi tesis.

A mis compañeros de estudios con quienes compartí muchas experiencias durante mi etapa de estudiante, a ellos mi incomparable agradecimiento.

ÍNDICE.

		Pág.
RESUMEN……..		x
ABSTRACT…….		xi
LISTA DE CUADROS……		xii
LISTA DE FIGURAS……..		xiii
I.	INTRODUCCIÓN…….	1
	1.1. Objetivos de la Investigación……..…	2
	1.1.1. Objetivo General……	2
	1.1.2. Objetivo Específico……..	3
II.	REVISIÓN DE LITERATURA……..…….	4
	2.1. Antecedentes de la Investigación……..	4
	2.1.1. A Nivel Nacional……	4
	2.1.2. A Nivel Regional……..	9
	2.2. Marco Teórico……	9
	2.2.1. Generalidades del Cultivo de cebolla china…….	9
	2.2.2. Clasificación Taxonómica……..……	10
	2.2.3. Caracteristicas Morfológicas ……..……..	10
	2.2.4. Condiciones Edafoclimáticas……...	11
	2.2.5. Nutrientes Requeridos por el Cultivo de cebolla china……	12
	2.2.6. Los Abonos Orgánicos…….……..	14
	2.2.7. Composición Química de Diversos Abonos Orgánicos…….	15
	2.2.8. Los Microorganismos Eficaces EM……..……...	17
III.	MATERIALES Y MÉTODOS……..	20
	3.1. Ubicación de la Investigación…….	20

3.2. Duración de la Investigación…… 20
3.3. Condiciones Ecológicas y Climáticas…… 20
3.4. Materiales y Equipos…… 23
3.5. Metodología…… 24
3.5.1. Tipo de Investigación…… 24
3.5.2. Variables en Estudio…… 24
3.5.3. Operacionalización de las Variables…… 25
3.5.3.1. Variables Independientes…… 25
3.5.3.2. Variables Dependientes…… 25
3.6. Conducción del Ensayo…… 26
3.7. Población y Muestra…… 29
3.8. Diseño Experimental…… 30
3.9. Distribución Experimental…… 31
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN…… 34
4.1. Altura de Planta…… 34
4.2. Número de Bulbillos por Planta…… 36
4.3. Número de Hojas por Planta…… 38
4.4. Diámetro de Bulbo…… 40
4.5. Peso Total por Planta…… 42
4.6. Rendimiento por Unidad Experimental…… 44
4.7. Rendimiento por ha…… 45
V. CONCLUSIONES…… 49
VI. RECOMENDACIONES…… 50
VII. LITERATURA CONSULTADA…… 51
VIII. ANEXO…… 55

RESUMEN.

El ensayo experimental se condujo en un suelo degradado del Centro de Producción de la Universidad Nacional de Ucayali, con el propósito de identificar la mejor fuente de abonos orgánicos enriquecidos con microorganismos eficaces que influya sobre el rendimiento del cultivo de cebolla china. Para ello se probaron las fuentes vacaza, gallinaza y compost asociados a 10% de EM, bajo un diseño de bloques completos al azar con un testigo control y cuatro repeticiones. Se concluye que, los tratamientos donde se aplicaron vacaza, gallinaza y compost a razón de 2 kg m^2 con 10% EM, fueron superiores en altura de planta al testigo, con 49,4, 48,8 y 48,0 cm, respectivamente. Igualmente, en el número de bulbillos por planta, destacaron las fuentes donde se aplicaron 2 kg m^2 de Vacaza + 10% EM y 2 kg m^2 de Gallinaza + 10% EM, con 10,52 y 9,75 bulbillos por planta, cada una. Asimismo, las fuentes vacaza, gallinaza y compost aplicadas a la dosis de 2 kg m^2 con EM al 10% mostraron superioridad al testigo, en el número de hojas por planta con 44,2, 43,2 y 41,7 hojas, respectivamente. En el diámetro ecuatorial del bulbo, la aplicación de 2 kg m^2 de Vacaza + 10% EM, superó a las demás fuentes, con 1.99 cm de diámetro, mientras que, en la variable peso total por planta, la aplicación de Gallinaza + 10% EM y Vacaza + 10% EM, con 181,4 y 175,5 g cada una, demostraron ser superiores a la fuente Compost + 10% EM y al testigo. Finalmente, en la evaluación por rendimiento ha^{-1} se llegó a demostrar la superioridad de las fuentes que aplicaron 2 kg m^2 de Gallinaza + 10% EM y 2 kg m^2 de Vacaza + 10% EM, con 24321,0 y 23344,0 kg ha^{-1}, cada una.

Palabras claves: Cebolla china, inceptisol, materia orgánica, microorganismos eficaces.

ABSTRACT.

The experimental trial was conducted in a degraded soil of the Production Center of the National University of Ucayali, with the purpose of identifying the best source of organic fertilizers enriched with effective microorganisms that influence the yield of the Chinese onion crop. For this, the cow manure, poultry manure and compost sources associated with 10% ME were tested under a randomized complete block design with a control witness and four repetitions. It is concluded that the treatments where Vacaza, Gallinaza and Compost were applied at a rate of 2 kg m^2 with 10% ME, were higher in plant height than the control, with 49.4, 48.8 and 48.0 cm, respectively. Likewise, in the number of bulbils per plant, the sources where 2 kg m^2 of Vacaza + 10% EM and 2 kg m^2 of Gallinaza + 10% EM were applied stood out, with 10.52 and 9.75 bulbils per plant, each. Likewise, the Vacaza, Gallinaza and Compost sources applied at a dose of 2 kg m^2 with EM at 10% showed superiority to the control, in the number of leaves per plant with 44.2, 43.2 and 41.7 leaves, respectively. In the equatorial diameter of the bulb, the application of 2 kg m^2 of Vacaza + 10% EM, exceeded the other sources, with 1.99 cm in diameter, while, in the variable total weight per plant, the application of Gallinaza + 10% EM and Vacaza + 10% EM, with 181.4 and 175.5 g each, proved to be superior to the Compost + 10% EM source and to the control. Finally, in the ha^{-1} yield evaluation, the superiority of the sources that applied 2 kg m^2 of chicken manure + 10% EM and 2 kg m^2 of Vacaza + 10% EM was demonstrated, with 24321.0 and 23344.0 kg ha^{-1}, each.

Keywords: Chinese onion, inceptisol, organic matter, effective microorganisms.

LISTA DE CUADROS.

Pág.

Cuadro 1. Composición química de las diferentes enmiendas orgánicas.… 12

Cuadro 2. Datos meteorológicos durante el ensayo……..… 21

Cuadro 3. Resultados del análisis de suelo inicial y final……..… 22

Cuadro 4. Análisis proximal de los abonos procesados con EM en el ensayo…….... 23

Cuadro 5. Variables en estudio……..……..… 24

Cuadro 6. Análisis de varianza……..…… 30

Cuadro 7. ANVA para altura de planta……. 34

Cuadro 8. Altura de planta por tratamiento……. 35

Cuadro 9. ANVA para bulbillos por planta……..……. 37

Cuadro 10. Número de bulbillos por planta por tratamiento……... 38

Cuadro 11. ANVA para número de hojas por planta…….…….. 39

Cuadro 12. Número de hojas por tratamiento……..…. 39

Cuadro 13. ANVA para diámetro de bulbo……. 40

Cuadro 14. Diámetro de bulbo por tratamiento……. 42

Cuadro 15. ANVA para peso total por planta……. 42

Cuadro 16. Peso total por planta por tratamiento……. 43

Cuadro 17. ANVA para rendimiento por unidad experimental……... 44

Cuadro 18. Rendimiento por unidad experimental por tratamiento……... 44

Cuadro 19. ANVA para rendimiento por ha……... 46

Cuadro 20. Rendimiento por ha por tratamiento…….. 46

LISTA DE FIGURAS.

En el texto: **Pág.**

Figura 1. Imagen satelital de la ubicación del ensayo…… 20

Figura 2. Croquis experimental…….. 32

Figura 3. Distribución de plantas por unidad experimental……... 33

Figura 4. Altura de planta por tratamiento…… 35

Figura 5. Número de bulbillos por planta por tratamiento……. 37

Figura 6. Número de hojas por planta por tratamiento……..……... 40

Figura 7. Diámetro de bulbo por tratamiento……... 41

Figura 8. Peso total por planta por tratamiento……... 43

Figura 9. Rendimiento por unidad experimental por tratamiento…… 45

Figura 10. Rendimiento por ha por tratamiento……. 47

En el anexo:

Figura 1A. Resultado del análisis de suelo inicial……. 56

Figura 2A. Resultado del análisis de suelo final…… 57

Figura 3A. Resultados del análisis proximal de los abonos procesados con EM…….. 58

Figura 4A. Activación de EM compost. …….. 59

Figura 5A. Aplicación de EM a los abonos vacaza-gallinaza-compost…….. 59

Figura 6A. Cobertura del abono procesado con EM……. 60

Figura 7A. Preparación de terreno con tractor agrícola…… 60

Figura 8A. Parcelación del área experimental…… 61

Figura 9A. Aplicación del abono procesado con EM……. 61

Figura 10A. Siembra de cebolla china…… 62

Figura 11A. Estado de crecimiento de plantas de cebolla china…… 62

Figura 12A. Vista general del ensayo…… 63

Figura 13A. Desmalezado y aporque del ensayo……. 63

Figura 14A. Riego periódico a las plantas de cebolla china…….. 64

Figura 15A. Evaluación de peso de cebolla china por tratamiento…… 64

Figura 16A. Evaluación de la altura de la planta……. 65

Figura 17A. Evaluación del diámetro de bulbo……. 65

Figura 18A. Conteo de números de hoja y bulbos…….. 66

Figura 19A. Evaluación de rendimiento por unidad experimental……. 66

Figura 20A. Cebollas china cosechadas……... 67

Figura 21A. Supervisión del asesor Dr. Javier Amacifuen Vigo……... 67

Figura 22A. Supervisión del jurado evaluador M.Sc. Raúl García Cavalie……. 68

I. INTRODUCCIÓN.

A través del tiempo, los suelos amazónicos han perdido su fertilidad y por consiguiente presentan un escaso contenido de materia orgánica, pH fuertemente acido, con alto porcentaje de acidez cambiable y bajo en cationes cambiables, que no permiten a los cultivos, expresar todo su potencial de crecimiento y desarrollo (Díaz, 2014).

Por otro lado, es común en la época de vaciante de las zonas aluviales de nuestros ríos, la siembra y producción de hortalizas de hoja, entre las cuales se menciona a la cebolla china, porque juega un papel importante en la economía de los pequeños productores y del mercado local, sin embargo, los rendimientos que obtienen de sus cosechas, no justifican los gastos de inversión, dado que no aplican nuevas opciones tecnológicas que les permita establecer una óptima relación beneficio-costo.

En este sentido, es necesario innovar prácticas agrícolas con tendencia orgánica, que mejoren la absorción de nutrientes por parte del cultivo y entre ellas se considera la aplicación de la fertilización orgánica enriquecida con microorganismos eficaces que puedan maximizar los niveles de productividad y por tanto generar un mejor bienestar para el poblador que practica la agricultura conservacionista y amigable con el medio ambiente

Según la FAO (2013), el reciclaje de los residuos orgánicos generados en el proceso productivo de una explotación agropecuaria o silvoagropecuaria, convierte los residuos en insumos que pueden regresar al suelo, aportándole nutrientes y microorganismos benéficos, mejorando la capacidad de retención de agua y de intercambio catiónico (CIC), ayudando así a la rentabilidad de la producción.

Desde el punto de vista medioambiental, este reciclaje de materiales y su aplicación al suelo, proporciona muchos beneficios, tales como el incremento de la materia orgánica en el suelo, la reducción del metano producido en los rellenos sanitarios o vertederos municipales, la sustitución de turba como sustrato, la absorción de carbono, el control de la temperatura edáfica y el aumento de la porosidad del suelo, reduciendo de esta manera el riesgo de erosión y la desertificación (Acosta, 2012).

De allí que la importancia del presente trabajo radica en emplear tecnologías apropiadas que permitan incrementar el rendimiento del cultivo de cebolla china, ya que es un cultivo que depende de la fertilidad y disponibilidad de estos elementos en el suelo, lo cual contribuye en la mayor absorción y asimilación nutricional, que se manifiesta positivamente en la producción de la planta, producto de la eficiencia metabólica proveniente de la mayor extracción de nutrientes y actividad fotosintética.

Si se demuestra que la producción del cultivo de cebolla china abonado con materia orgánica enriquecida con EM supera a la siembra con manejo tradicional, se abre un campo de investigación tendiente o formular recomendaciones para aquellas regiones donde se practica este sistema de siembra, los mismos que serán asimiladas con mayor facilidad por los agricultores, dado que no implican un cambio radical en la forma de cultivo.

1.1. Objetivos de la Investigación

1.1.1. Objetivo General.

- Determinar el efecto de tres fuentes orgánicas procesadas con microorganismos eficaces sobre el rendimiento del cultivo de cebolla china (*Allium fistulosum L.*) en un inceptisol de Pucallpa.

1.1.2. Objetivo Específico.

- Identificar la mejor fuente de abonos orgánicos procesados con microorganismos eficaces que influya sobre el rendimiento del cultivo de cebolla china en un inceptisol de Pucallpa.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. Antecedentes de la Investigación.

2.2.1. A Nivel Nacional.

Pupuche (2020) efectuó una investigación en Trujillo-La Libertad, con el propósito de evaluar el efecto de la influencia de tres dosis de biol (300, 600 y 900 L biol ha^{-1}) más un testigo convencional sobre el cultivo de cebolla china bajo condiciones de riego tecnificado. Se utilizó el diseño estadístico de bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones; Durante la conducción del experimento, se realizó el trasplante de plantines a un distanciamiento de 0,15 m entre plantas y 0,4 m entre surcos a una sola hilera. La fertilización NPK (100-40-80) se aplicó a cuatro tratamientos utilizando como fuentes minerales: urea, ácido fosfórico y cloruro de potasio. En las variables número de hojas y macollos por planta, a los 100 días después del trasplante, el tratamiento con NPK (100-40-80) + 600 L biol ha^{-1} ocupó el primer lugar con 44 y 7 unidades, respectivamente, y respecto a la producción, el mismo tratamiento obtuvo el mejor resultado con 143,69 t ha^{-1}.

Vela (2020) por su parte, condujo un ensayo en Lamas San Martín, con la finalidad de evaluar la calidad del suelo con aplicación de cuyaza en dos sistemas de cultivos hortícolas, bajo un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 2 x 2 (4 tratamientos) Los factores fueron: 5 y 10 t ha^{-1} de cuyaza y los sistemas cultivo de hojas (cebolla, lechuga y culantro) y cultivo de bulbo o raíces tuberosas (rabanito, nabo y beterraga). Al final del experimento se concluyó que de forma independiente de los sistemas de cultivos, los tratamientos que recibieron dosis de 10 t ha^{-1} de cuyaza obtuvieron mejores

promedios en altura de planta, diámetro del cuello y peso de la planta en cebolla china; altura de planta, diámetro del cuello y número de hojas en lechuga; longitud de la raíz tuberosa del nabo y en la altura de planta y diámetro de las raíces tuberosas en beterraga.

Castillo (2019) realizó un trabajo en Laredo (La Libertad) con la finalidad de determinar la influencia de tres dosis de biol (400, 800 y 1200 L biol ha^{-1}) y un testigo en el crecimiento y producción de la cebolla china, mediante un diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. La siembra se realizó a un distanciamiento de 60 cm entre surcos y 15 cm entre plantas. La fertilización con N (urea), se realizó a los 15 días después de la siembra; en tanto que, la aplicación de biol se hizo a los 20 días después de la siembra. La mayor altura de planta y el mayor número de hojas por planta, a los 35 días después de la siembra se obtuvieron con el tratamiento a base de 800 l ha^{-1}, con 47,94 cm y 9,13 unidades, respectivamente, asimismo con las variables diámetro de bulbo, longitud de hoja y grosor de tallo con 1,75, 43,35 y 0,91 cm, respectivamente. En relación a la producción, el tratamiento aplicado con 800 L bio ha^{-1} produjo el mejor resultado con 44,8 t ha^{-1}.

Por su parte, Huanca y Vega (2018) investigando el efecto de dosis y momento de aplicación de biol en cebolla china en Pilcomarca Huánuco, bajo un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 4 x 4 y 3 repeticiones, determinó que, el tratamiento que dio mayor rendimiento fue aplicando 35 cc del biol m^2 cada 14 días con 18 198,10 kg ha^{-1}, el cual también mostró el mejor comportamiento representado en los parámetros de peso de planta, altura de planta y menor incidencia de malezas y enfermedades, en comparación con el

testigo con 10 697,14 kg ha^{-1} y el tratamiento con menor rendimiento fue cuando se aplicó 25 cc de biol m^2 cada 21 días el T7 con 8 407,62 kg ha^{-1}.

Asimismo, Chappa (2018) realizó en Lamas San Martin un ensayo con la finalidad de determinar el efecto de la gallinaza de postura y del fertilizante en las características del suelo y la producción de dos campañas consecutivas del cultivo de cebolla china. Para el efecto, se evaluó la dinámica de la aplicación de la materia orgánica ubicada en el suelo, previos y posteriores a sus respectivos análisis físicos químicos y microbiológicos. En los resultados de los análisis de las muestras de suelo, se pudo observar que la gallinaza es una excelente fuente de N, P y K del suelo, y con su contenido de P mineral, es notorio su aporte inicial en la liberación de formas de P no disponibles en el suelo. En las características microbiológicas, el T1 (30 t ha^{-1}) presentó mayor actividad microbiana, superando considerablemente los valores registrados para el T0 (testigo) y T2 (NPK 19-4-19), sin embargo, los mayores rendimientos fueron 28,45 y 28,52 t ha^{-1} en la 1ra y 2da cosecha consecutiva respecto a los tratamientos T2 (NPK 19-4-19) y T0 (testigo).

De otro lado, Flores (2015) efectuó su trabajo de investigación en Juliaca Puno, con el propósito de determinar el efecto de la aplicación foliar de dosis de Biol sobre la producción, determinar el distanciamiento óptimo entre plantas, determinar la interacción de concentración de Biol y distanciamiento entre plantas y determinar la rentabilidad económica del uso del Biol en la producción de "cebollita china". DCA con arreglo factorial en parcelas divididas de 3x4 con tres repeticiones. Los resultados obtenidos indican que los factores en estudio influyeron en las variables estudiadas, siendo el mejor tratamiento D2B1 (distanciamiento de 15 cm a una dosis de Biol al 10%), con una producción de

60,8 t ha^{-1} en comparación con el tratamiento testigo D2B0 (distanciamiento de 15 cm a una dosis de Biol al 0%), que obtuvo una producción de 18,9 t ha^{-1}, y para determinar el distanciamiento óptimo, se evaluó: el crecimiento de hojas, el número de bulbillo y la mejor producción, fue dada por el factor D2 (distanciamiento de 15 cm entre plantas).

A su vez, Rojas (2015) desarrolló una investigación con la finalidad de evaluar el efecto de la aplicación de cuatro dosis de materia orgánica en el desarrollo, crecimiento y producción de cebolla china en la provincia de Lamas San Martín y realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio. Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al azar (DBCA) con cuatro bloques y cinco tratamientos. Las variables evaluadas fueron: diámetro del cuello de la planta, diámetro del bulbo (cm), longitud de la planta (cm), peso total de la planta (g), rendimiento en kg ha^{-1} y análisis económico. La siembra se realizó de manera directa en campo definitivo usando un bulbo por hoyo de cebolla china, a una profundidad de 1 cm, un distanciamiento de 0,20 m entre, fila y 0,08 m entre planta. Los resultados obtenidos indican que las plantas tratadas con dosis de 30 t ha^{-1} de gallinaza de postura repercutió en el incremento del rendimiento con 62 587 kg ha^{-1} y el que produjo mayor beneficio/costo con 1,68, generando mayor beneficio neto, con 13 704,78 soles.

Ramírez (2014) evaluó el efecto de cuatro dosis de fosfonato de calcio y gallinaza en el rendimiento del cultivo de cebolla china en la provincia de Lamas, San Martín, encontrando que, el tratamiento T4 (1.0 L.ha^{-1} de fosfonato de calcio) obtuvo el mayor promedio con 1,52 cm de diámetro del bulbo, superando estadísticamente a los tratamientos T3 (0,75 L.ha^{-1} de fosfonato de calcio), T5 (20 t.ha^{-1} de gallinaza), T2 (0,5 L.ha^{-1} de fosfonato de calcio), T1 (0,25 L.ha^{-1} de

fosfonato de calcio) y T0 (testigo absoluto) quienes alcanzaron promedios de 1,38, 1,31, 1,30 , 1,23 y 1,18 cm de diámetro del bulbo respectivamente. Así mismo, se determinó que, el tratamiento T5 (20 t ha^{-1} de gallinaza) con 32,88 cm de longitud de planta superó estadísticamente a los tratamientos T1 (0,25 L ha^{-1} de fosfonato de calcio) y T0 (testigo absoluto). En conclusión, el tratamiento T4 (1,0 L ha^{-1} de fosfonato de calcio) fue el que determinó el mayor efecto en el rendimiento del cultivo de cebolla china variedad Roja Chiclayana con 70,450 kg ha^{-1} bajo las condiciones edafoclimáticas de la localidad de Lamas.

Apomayta (2011) realizó un ensayo en Lamas San Martín, para determinar el efecto de tres fuentes (gallinaza, vacaza y cuyaza) y tres dosis de composta (10, 15 y 20 t ha^{-1}) en el crecimiento y desarrollo del cultivo de cebolla china, bajo un diseño de bloque completamente al azar con arreglo factorial de 3 x 4. Los resultados indicaron que, el tratamiento cuyaza + 20 t de composta ha^{-1} fue el que mejor resultado tuvo con respecto a la calidad del producto y el rendimiento de este, pero su elevado costo de producción nos muestra que no es el mejor tratamiento desde el punto de vista económico porque se necesita mayor inversión y las ganancias son menores que el tratamiento gallinaza + 10 t de composta ha^{-1}, el cual registró el menor rendimiento y casi la misma calidad y el costo de producción de esta es mucho menor que el tratamiento cuyaza + 20 t de composta ha^{-1}. La aplicación de estas fuentes en mezcla con microorganismos eficientes influye en el crecimiento y desarrollo de la planta, así como mejoraron las propiedades físicas y químicas del suelo, después de la cosecha.

2.1.2. A Nivel Regional.

Pizango (2017) en su trabajo monográfico desarrollado en Aguaytía, hace mención que, la familia Liliáceae tiene varios géneros comestibles de importancia económica como la cebolla, la cebollita china, el ajo y el poro. La cebollita china es una planta, cuyas raíces se producen en la base del tallo, son fasciculadas y poco abundantes, cada hoja tiene una base larga y carnosa, que se une con la base de las demás hojas, formando un pseudotallo, envuelto por láminas finas o túnicas, y la exterior es seca. En gusto y en olor es muy semejante a la cebolla blanca.

2.2. Marco Teórico.

2.2.1. Generalidades del Cultivo la cebolla china.

El origen primario de la cebolla se localiza en Asia central, y como centro secundario, la zona del Mediterráneo, pues se trata de una de las hortalizas de consumo más antigua. Las primeras referencias se remontan hacia 3200 AC, pues fue muy cultivada por los egipcios, griegos y romanos. Durante la Edad Media su cultivo se desarrolló en los países mediterráneos, donde se seleccionaron las variedades de bulbo grande, que dieron origen a las variedades modernas (Flores, 2015).

Valadez (1998) citado por Castillo (2019) sostiene que, actualmente no se sabe cuál es el origen de la cebolla, citando a Jones y Mann (1963), quien lo reporta como originaria del oeste de Asia, y asimismo, las propiedades curativas de esta hortaliza fueron ensalzadas por Hipócrates de Cros, eminente médico griego de la antigüedad.

Vallejo y Estrada (2004) citados por Castillo (2019) reporta que, la mayoría de botánicos están de acuerdo con Vavilov quien designó a Asia central (Pakistán) como su posible centro de origen. También menciona, que el cultivo de la cebolla es muy antiguo. Evidencias arqueológicas del año 3200 a.C. muestran, que los egipcios lo usaron como alimento, en rituales religiosos y en medicina. La domesticación de la cebolla estuvo basada probablemente en selección de caracteres de planta y bulbo a través de la selección masal, efectuada antes de la floración.

2.2.2. Clasificación Taxonómica.

Rojas (2015) clasifica a la cebolla china de la siguiente manera:

Reino: Plantae.

Clase: Monocotyledoneae.

Orden: Liliflorae-Liliales.

Familia: Liliaceae.

Género: Allium.

Especie: Fistulosum L.

Nombre científico: Allium fistulosum L.

Nombre común: Cebolla china.

2.2.3. Características Morfológicas.

La cebolla china, llamada también cebolla de hoja, japonesa, es una planta herbácea, hortícola cultivada por sus hojas con fines comerciales y culinarios. Hoja de forma cónica, la parte interior vacía, su base alcanza de diámetro promedio un centímetro para luego ir disminuyendo hacia el ápice, el

color de la hoja al trasplante cuando están tiernas es verde claro y a la cosecha verde oscuro, desprendiendo un olor característico, son plantas cuyas hojas son bien delicadas y se marchitan al sufrir algún incidente. Su altura bajo condiciones normales alcanza en promedio 30 cm. su propagación se realiza por medio de matas (entiéndase por matas al denso follaje que poseen algunas plantas). Su periodo vegetativo es de 45 días, etapa en la que se cosechan las primeras macollas de una planta, dejando uno de ellos para que cumpla su ciclo vegetativo, el bulbo de esa planta es usado como semilla, muchos horticultores lo cosechan mensualmente (Rojas, 2015).

2.2.4. Condiciones Edafoclimáticas.

La cebolla china es un cultivo que normalmente se ha desarrollado en climas fríos, pero hoy en día existen variedades genéticamente mejoradas para crecer en un amplio rango de temperaturas; sin embargo, los rangos de temperaturas donde mejor crece están entre los 12 °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 ºC. 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 (Agrinova Science, 2010).

Respecto a luminosidad, cuanto más largo es el día más pronto se iniciará la formación del bulbo y el crecimiento de las hojas decrecerá. Por lo tanto, las variedades se clasifican de acuerdo a su fotoperiodo. Las variedades de día

largo requieren de días con más de 14 a 16 horas de luz para iniciar la formación de bulbos. Las cebollas de día intermedio requieren alrededor de 14 horas luz para iniciar la formación de bulbos y las variedades de día corto requieren entre 11 a 13 horas (Agrinova Science, 2010).

La humedad relativa tiene una fuerte influencia en la incidencia de enfermedades fungosas en la cebolla. Las zonas áridas (secas) con un verano bien marcado con varios meses libres de lluvia son ideales para la producción de cebolla si reúnen las demás condiciones necesarias para el cultivo. Días calientes y secos son favorables para una buena maduración y curado natural de la cebolla en el campo. La condensación de la humedad relativa (niebla o neblina) durante las horas frías del día es desfavorable porque favorece al desarrollo de enfermedades foliares (Agrinova Science, 2010).

Flores (2015) sugiere que la cebolla china debe sembrarse en suelos que presentan buena textura, fértiles y bien drenados ofrecen condiciones ideales para el cultivo. Prefiere el pH cercano al neutro y no tolera los suelos salinos.

Castillo (2019) por su parte, manifiesta que es conveniente que el suelo sea, suelto arenoso y fresco, en las tierras compactas los bulbos se desarrollan poco y pueden llegar a deformarse. Se cultivan generalmente en los suelos aluviales, un suelo con buena fertilidad, buen drenaje y con un pH de 6 a 6.5 es el mejor para la producción de cebollas.

2.2.5. Nutrientes Requeridos por el Cultivo de cebolla china.

Castillo (2019) menciona que, el N en el suelo se encuentra en forma orgánica e inorgánica, con 95% a más de N total en la superficie de los suelos presente como N orgánico. De igual forma, afirma que, el N es el elemento que

en mayor medida limita el rendimiento de la cebolla, sostiene que para obtener niveles elevados de producción es necesario aplicar dosis elevadas de este elemento, cerca de 150 a 200 kg ha^{-1}, menciona también que una producción de 35 t ha^{-1} de cebolla extrae 128 kg de N, 24 kg de P_2O_5 y 99 kg de K_2O, aproximadamente.

Por su parte, Amézquita (2007) citado por Castillo (2019) señala que, en la cebolla el N inicialmente se encuentra en la parte aérea para posteriormente translocarse al bulbo. Sostiene que el N en el bulbo se incrementa a partir de la bulbificación y que por lo tanto se requiere mayor cantidad de N en el suelo.

Respecto al P disponible, Campos (2004) citado por Castillo (2019) reporta, que la cebolla responde positivamente a las aplicaciones de fertilizantes en suelo con niveles bajos a moderados, las dosis utilizadas en su ensayo fueron de 30 a 40 kg ha^{-1} de P_2O_5 aplicados en el momento de la siembra, pre siembra o pre trasplante.

Alcantar (2007) citado por Castillo (2019) señala, que el P orgánico representa entre el 20 y 80% del total presente en el suelo y se encuentra prácticamente ausente en la solución del suelo. Asimismo, menciona que el P inorgánico del suelo se encuentra en tres formas: P constituyente de minerales fosfatados, P adsorbido a la fracción mineral u orgánica del suelo y P en solución.

Con relación al K, Castillo (2019) menciona que, el K en el suelo, se encuentra bajo las formas orgánicas e inorgánicas, y señala que el K inorgánico este contenido principalmente en minerales silicatados y es liberado por la alteración de estos minerales. Por otro lado, el K orgánico procede de la descomposición de la materia orgánica y representa una pequeña parte de la

cantidad total del K contenido en el suelo.

2.2.6. Los Abonos Orgánicos.

Rojas (2015) indica que los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas.

Respecto a las propiedades físicas Cervantes (2004) sostiene que, el abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden asimilar con mayor facilidad los nutrientes. El abono orgánico· mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos. Mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de éste. Disminuyen la erosión del suelo, tanto de agua como de viento. Aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega, y retienen durante mucho tiempo agua en el suelo, durante el verano.

Respecto a las propiedades químicas, los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH, así como también, aumenta la capacidad de intercambio catiónico del suelo y en relación a las propiedades biológicas, los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios. Los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente (Cervantes, 2004).

2.2.7. Composición Química de Diversos Abonos Orgánicos.

Rojas (2015) indica que los abonos orgánicos también se conocen como enmiendas orgánicas, fertilizantes orgánicos, fertilizantes naturales, entre otros. Asimismo, existen diversas fuentes orgánicas como los abonos verdes, estiércoles, compost, humus de lombriz, bioabonos, los cuales varían en su composición química de acuerdo al proceso de preparación e insumos que se empleen. En el Cuadro 1, se muestran la composición química de enmiendas orgánicas.

Cuadro 1. Composición química de las diferentes enmiendas orgánicas.

Enmienda Orgánica	N Total (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	MO (%)	CE (mmhos/cm)	pH 1:1
Estiércol	1.64	0.96	4.92	49.09	19.65	7.60
Compost	1.39	0.67	0.69	45.10	8.60	6.40
Humus de lombriz	1.54	0.21	0.46	49.44	3.80	4.60

Fuente: Rojas (2015).

La fertilización orgánica de un cultivo consiste en aportar al suelo diferentes materiales orgánicos, que pueden encontrarse descompuestos o con cierto grado de descomposición. Este mecanismo contribuye a la formación de un complejo arcilloso-húmico, con un mejoramiento de la capacidad de intercambio iónico, una elevación poblacional de la microflora y microfauna y un mejoramiento de la porosidad total del suelo (Rodríguez, 2012). El autor señala que, con el aporte de materia orgánica se generan compuestos humificados, que contribuyen a mejorar y conservar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Asimismo, se mineralizan los elementos minerales esenciales para el

crecimiento y desarrollo de las plantas. En un sistema de producción intensivo, el productor puede incorporar fertilizantes orgánicos y químicos, los cuales, al ser combinados adecuadamente, favorecen el mantenimiento del equilibrio orgánico-mineral de los suelos bajo cultivo.

El cultivo de la cebolla china, como la mayoría de las especies hortícolas, responde positivamente a los aportes de materia orgánica en sus distintas modalidades. Esta raíz responde al abono orgánico especialmente en suelos de baja fertilidad o compactados. Pero, es fundamental que el abono orgánico este bien descompuesto, pues deben ser incorporados al suelo antes de la plantación (Rojas, 2015).

La composición porcentual de la gallinaza es N (1,50), P2O5 (1,00), K2O (0,40), CaO (0,30, MgO (0,30 y SO3 (0,60). Se admite que hay gran variabilidad en el abono, depende del almacenamiento y del método de su manejo (Oliveira, 2010).

El aporte de estiércol es variable, generalizando a modo orientativo se podría indicar que para suelos medianamente provistos de materia orgánica (1,5 a 2%), una incorporación anual de 15 t ha^{-1} de estiércol de ganado ovino, 20 t ha^{-1} de estiércol vacuno o 20 t ha^{-1} de estiércol de pollo sin cama, sería suficiente para mantener y conservar el contenido de humus del suelo (Oliveira, 2010).

El valor del estiércol como fertilizante depende en gran parte de la humedad que puede variar desde el 75% en la gallinaza fresca hasta 8% en la deshidratación artificialmente. La gallinaza fresca pierde amoniaco muy fácilmente, el contenido de nitrógeno puede ser de 1,5% en la gallinaza almacenada y de 4% en material deshidratada y bien almacenada. La gallinaza proveniente de ponedoras contiene más nutrientes que las proveniente de pollo

de engorde, principalmente debido a la dieta más rica que recibe la ponedora, unido al mayor tiempo de acumulo y a la ausencia de cama. Debido a su importante contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, la gallinaza es considerado como una de los fertilizantes más completos y que mejores nutrientes pueden dar al suelo (Oliveira, 2010).

2.2.8. Los Microorganismos Eficaces EM.

Los microorganismos eficaces conocidos como EM por sus siglas en inglés (efficient micro-organisms) se encuentra conformando por diferentes tipos de organismos, las cuales desarrollan una sinergia metabólica ya que contienen microorganismos seleccionados, incluyendo bacterias de ácido láctico y levaduras, y bacterias fotosintéticas, actinomicetos y otros tipos de organismos. Todos estos son compatibles entre sí y pueden coexistir en cultivo líquido (Naranjo, 2013). Los microorganismos eficaces se aplican en forma de una mezcla líquida que se produce a través de un proceso natural de fermentación.

El Dr. Teruo Higa, profesor de Horticultura de la Universidad de Ryukyus en Japón, empezó el desarrollo de los microorganismos eficaces en 1968 hasta obtener el primer producto conocido como EM en 1982, que posteriormente se convirtió en un producto más desarrollado y refinado (Naranjo, 2013).

Pérez (2018) señala que, la solución EM contiene en primer lugar, a las bacterias ácido-lácticas que producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototróficas y levaduras; también aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa. El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime

microorganismos patógenos como la bacteria Fusarium e incrementa la rápida descomposición de materia orgánica.

En segundo lugar, están las levaduras que sintetizan las sustancias útiles de los aminoácidos y del azúcar que son segregados por las bacterias fotosintéticas, además de producir hormonas y enzimas que activan la división de las células. Sus secreciones son sustratos útiles para los microorganismos activos como las bacterias del ácido láctico y los actinomicetos (Naranjo, 2013).

En tercer lugar, se encuentran los actinomicetos quienes actúan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos presentes en las plantas y en la materia orgánica en descomposición debido a que producen antibióticos, benefician el crecimiento y actividad del Azotobacter y de las micorrizas, contribuyendo al desarrollo y crecimiento de los cultivos (Cajahuanca, 2016).

Finalmente están las bacterias fototróficas o fotosintéticas que son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuente de energía. Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los metabolitos son absorbidos directamente por ellas, y actúan como sustrato para incrementar la población de otros microorganismos eficientes (Pérez, 2018).

Respecto al modo de acción, los microorganismos eficaces toman sustancias generadas por otros organismos, basando en ello su funcionamiento y desarrollo. Los efectos antioxidantes de estos microorganismos pasan directamente al suelo e indirectamente a las plantas, manteniendo así la proporción de NPK y CN. Este proceso promueve la descomposición de la

materia orgánica y aumenta el contenido humus en el suelo, siendo capaz de mantener una elevada calidad de la producción (Acosta, 2012).

Son utilizados en diferentes aplicaciones en más de 110 países del mundo, brindando soluciones a diferentes problemas de la agricultura, el medio ambiente, la acuicultura, entre otras áreas (Cajahuanca, 2016). En la agricultura se han utilizado para enriquecer el suelo y producir cultivos de calidad, sanos, con un mayor rendimiento, con menos enfermedades o plagas sin el uso de productos químicos agrícolas (Acosta, 2012).

Tanya y Leiva (2019) por su parte, señalan que, las producciones agrícolas limpias constituyen una prioridad en los programas de desarrollo de varios países. Los microorganismos eficientes (EM) desde la década de los 80 gracias a las investigaciones del científico Teruo Higa, profesor de horticultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón han demostrado ser una alternativa eficiente y sostenible en la producción de alimentos. Señala, asimismo que, los EM agrupan una gran diversidad microbiana entre la cual encontramos: bacterias ácido lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetos y hongos filamentosos con capacidad fermentativa.

Los EM promueven la germinación de semillas, favorecen la floración, el crecimiento y desarrollo de los frutos y permiten una reproducción más exitosa en las plantas. Desde el punto de vista fisiológico se ha determinado que los EM incrementan la capacidad fotosintética de los cultivos, así como su capacidad para absorber agua y nutrientes. Además, mejoran la calidad y reducen los tiempos de maduración de abonos orgánicos, en particular el composteo (Tanya y Leiva, 2019).

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Ubicación de la Investigación.

El ensayo se ejecutó en un terreno del Centro de Producción de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicado en el km 6.200 de la Carretera Federico Basadre, con las siguientes coordenadas:

Longitud: 74° 34’ 39.8’’
Latitud : 08° 23’ 39.6’’
Altitud : 154 m.s.n.m.

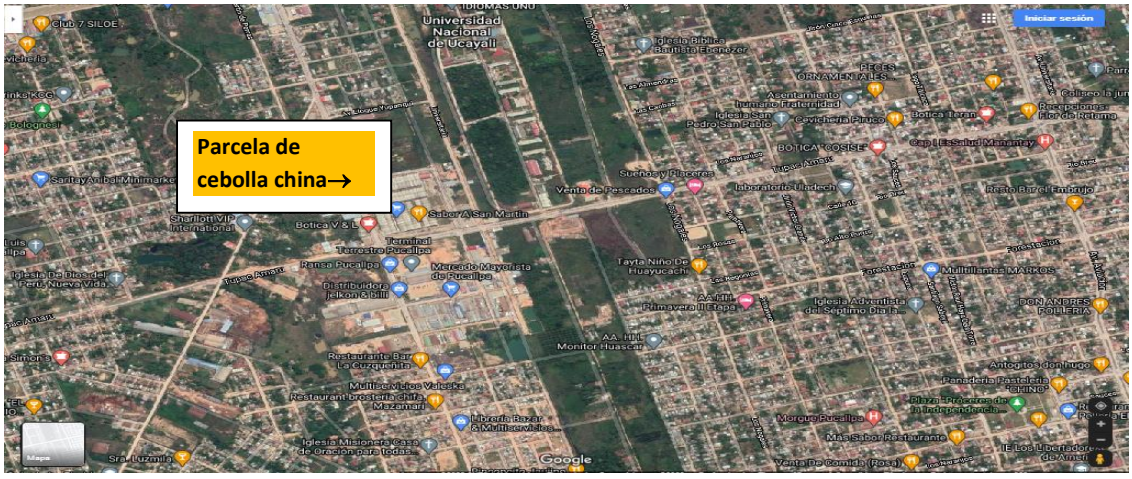


Figura 1. Imagen satelital de la ubicación del ensayo.

3.2. Duración de la Investigación.

El estudio de investigación se inició en el mes de octubre del 2021 y culminó en el mes de marzo del 2022, con una duración de 6 meses.

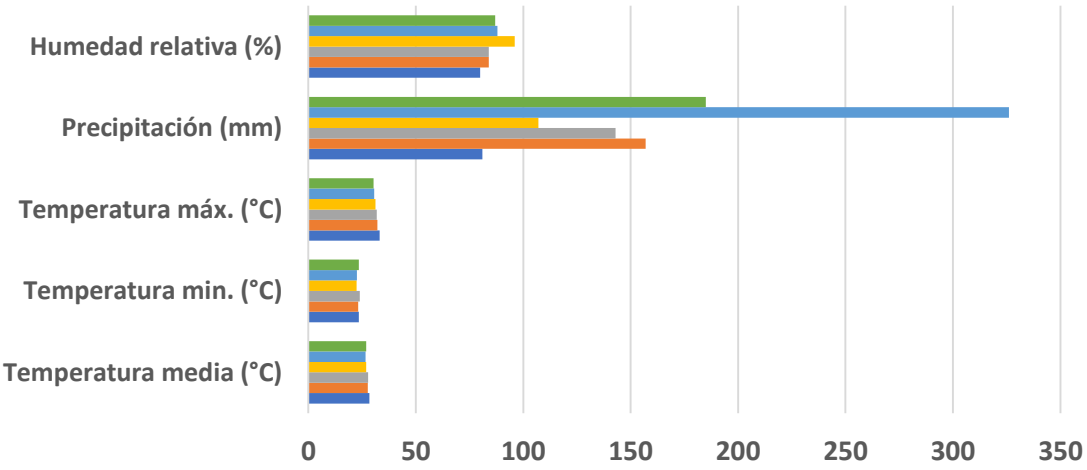
3.3. Condiciones Ecológicas y Climáticas.

Según lo refiere Aybar et al., (2017), la zona evaluada, ecológicamente, se clasifica como “bosque húmedo tropical” y según la clasificación de los

bosques amazónicos pertenece al ecosistema “bosques tropicales semi-siempre verde estacional”.

Según se aprecia en el Cuadro 2, respecto a las temperaturas máxima, mínima y media, los datos siguen una tendencia similar durante la etapa de campo, al igual que la humedad relativa, sin embargo, la precipitación pluvial sigue una tendencia en aumento, desde octubre a marzo, con un pico en el mes de febrero, que coincide con la época de mayor exigencia de humedad por las plantas de cebolla china, y en general, podemos afirmar que, todos los datos meteorológicos expresan un modelo similar a los años anteriores.

Cuadro 1. Datos meteorológicos durante el ensayo.



	Temperatura media (°C)	Temperatura min. (°C)	Temperatura máx. (°C)	Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)
2022 marzo	26,9	23,5	30,4	185	87
2022 febrero	26,6	22,6	30,6	326	88
2022 enero	26,9	22,5	31,2	107	96
2021 diciembre	27,8	23,9	31,8	143	84
2021 noviembre	27,7	23,2	32,1	157	84
2021 octubre	28,4	23,5	33,2	81	80

Fuente: SENAMHI-Estación Meteorológica Pucallpa años 2021 y 2022.

Respecto al suelo, los resultados del Cuadro 3 nos indican que, la textura de suelo no varió en los tres suelos, salvo el incremento ligero de arena, en

cambio el pH del suelo cambió de ácido a neutro en los tres suelos donde se aplicó los abonos procesados con EM, asimismo, la materia orgánica del suelo subió ligeramente en el suelo donde se aplicó gallinaza con EM más que en los otros suelos, el N mantuvo su nivel inicial en el suelo, el P se incrementó significativamente en los suelos aplicados con gallinaza y vacaza procesadas con EM y el K tuvo un aumento en los tres suelo aplicados con abonos, al Ca mantuvo su nivel inicial y el contenido de Mg subió significativamente cuando se aplicó gallinaza y vacaza procesadas con EM, el Al y la saturación de Al descendieron ligeramente en los tres suelos abonados y la CICE subió mayormente en los suelos donde se aplicó gallinaza y vacaza con EM.

Cuadro 3. Resultados del análisis de suelo inicial y final.

Ensayo	Suelo inicial	Suelo final		
		Gallinaza	Vacaza	Compost
Textura	FrAr	FrArAo	FrArAo	Fr
pH	4,47	6,07	6,09	5,79
MO (%)	2,82	3,50	2,29	2,69
N (%)	0,14	0,17	0,11	0,13
P (ppm)	14,16	32,47	35,39	13,07
K(cmol/kg)	0,12	1,38	1,40	0,73
Ca (cmol/kg)	5,77	7,08	6,53	6,34
Mg (cmol/kg)	1,64	3,93	3,83	1,99
Al (cmol/kg)	1,30	0,80	0,90	0,80
Sat Al (%)	14,72	6,07	7,11	8,12
CICE (cmol/kg)	8,83	13,18	12,66	9,86

Fuente: Laboratorio Suelos INIA Pucallpa (2022).

De igual forma, el análisis proximal de las fuentes orgánicas procesadas con microorganismos eficaces (EM), determinó un pH similar en los tres abonos, mientras que la vacaza y el compost presentan mayor contenido de N que la

gallinaza y ésta tiene mejor nivel de P. Los abonos a base de gallinaza y vacaza procesados con EM tienen valores más altos de K y Ca que el compost, mientras que la gallinaza procesada con EM mantiene un valor más alto en Mg que los demás abonos orgánicos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis proximal de los abonos procesados con EM en el ensayo.

Ensayo	Abono Orgánico		
	Gallinaza	Vacaza	Compost
pH	6,97	7,35	6,71
N (%)	1,16	2,89	2,67
P (ppm)	1,83	0,63	0,34
K (cmol/kg)	1,36	1,09	0,56
Ca (cmol/kg)	3,92	2,99	0,92
Mg (cmol/kg)	0,68	0,25	0,30

Fuente: Laboratorio Suelos INIA Pucallpa (2022).

3.4. Materiales y Equipos.

Material de estudio: Terreno agrícola, semillas de cebolla china, abonos orgánicos: vacaza, gallinaza y compost, melaza y microorganismos eficaces (EM).

Materiales de campo: Vernier, regla graduada, rafia, machetes, wincha de 30 m, balanza, letrero, pala, azadón, tacarpo, estacas de madera, bolsas ziploc.

Materiales de escritorio: Libreta de campo, dos lapiceros, un USB, una calculadora, papel bond A4, lápices, regla, tijera.

Equipos: Malla rashell, mochila manual de 20 L, laptop.

3.5. Metodología.

3.5.1. Tipo de Investigación.

La investigación fue de tipo experimental, comparativa con el propósito de verificar la hipótesis planteada mediante métodos previamente establecidos.

3.5.2. Variables en Estudio.

Cuadro 5. Variables en estudio.

Variables	Definición de variables	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medición
Independiente	Fuentes de materia orgánica procesadas con EM	Propiedades físicas	T1 = Testigo	Testigo
			T2 = gallinaza + EM	2 kg/m^2 + 10% EM
			T3 = vacaza + EM	2 kg/m^2 + 10% EM
			T4= compost + EM	2 kg/m^2 + 10% EM
Dependiente	Rendimiento	Propiedades biológicas	Altura de planta	cm
			Bulbillos/planta	Número
			Número de hojas	Número
			Diámetro de bulbo	cm
			Peso total por planta	g por planta
			Rendimiento por UE	kg
			Rendimiento por ha	kg

3.5.3. Operacionalización de las Variables.

3.5.3.1. Variables Independientes.

Los abonos orgánicos (gallinaza, vacaza y compost) previamente descompuestos y con procesadas con EM a la dosis indicada por cada unidad experimental se aplicaron al suelo una semana antes de la siembra de la cebolla china, con la finalidad de acelerar la mineralización de la materia orgánica, incorporándose al suelo a través del esparcido al voleo y de manera uniforme por cada fuente. Para el efecto, el suelo estuvo convenientemente preparado y con la humedad necesaria para facilitar la labor de la incorporación de los abonos por cada una de las fuentes orgánicas evaluadas. La cantidad de fuente de materia orgánica es de 7.4 kg por cada unidad experimental.

3.5.3.2. Variables Dependientes.

En la fase de cosecha se realizaron las siguientes evaluaciones:

Altura de planta: A la cosecha, se seleccionó 10 plantas al azar por cada unidad experimental, las que fueron medidas por su altura desde la base del suelo hasta el ápice de la hoja, con ayuda de una regla graduada y se registró el dato por tratamiento y repetición. Todos los datos se anotaron en la libreta de campo.

Número de bulbillos/planta: A la cosecha se contabilizaron el número de bulbos por planta por cada una de las 10 plantas centrales en cada unidad experimental y se registró el dato por tratamiento y repetición. Todos los datos se registraron en la libreta de campo.

Número de hojas por planta: A la cosecha, se contabilizaron el número de hojas por planta por cada una de las 10 plantas centrales en cada unidad experimental y se registró el dato por tratamiento y repetición. Todos los datos se anotaron en la libreta de campo.

Diámetro de bulbo: A la cosecha, se seleccionó 10 plantas al azar por cada unidad experimental, las que fueron medidas por su diámetro de bulbo, con ayuda de una regla graduada y se registró el dato por tratamiento y repetición. Todos los datos se anotaron en la libreta de campo.

Peso total por planta: A la cosecha, se seleccionaron 10 plantas al azar por cada unidad experimental, las que fueron pesadas por separado con ayuda de una balanza gramera y se registró el dato por tratamiento y repetición. Todos los datos se anotaron en la libreta de campo.

Rendimiento por unidad experimental: El rendimiento se expresó en base al peso total de las cebollas chinas de cada unidad experimental (50 plantas) y expresándose en kg/parcela. Para ello se contó con la ayuda de una balanza gramera. Todos los datos se registraron en la libreta de campo.

Rendimiento por ha: Con los datos de rendimiento de campo por cada unidad experimental, se efectuó el cálculo para estimar el rendimiento por ha de cada tratamiento y repetición. Todos los datos se registraron en la libreta de campo.

3.6. Conducción del Ensayo.

En el experimento se realizaron las siguientes labores.

Activación de EM compost: Se mezcló 1 litro de melaza (5%) y 1 litro de EM compost (5%), en 18 litros de agua limpia sin cloro, después lo colocamos en un galón limpio y le cerramos herméticamente (sin aire) y lo dejamos reposar por 15 días bajo sombra.

Incorporación de abonos orgánicos con microrganismos eficaces activado: Cada abono orgánico (vacaza, gallinaza y compost) se mezcló con 10% de EM compost de manera homogénea con la ayuda de una mochila manual de 20 litros, para la descomposición de los abonos se tapó los montículos con plásticos y costales. Cada 15 días durante 2 meses se realizaron volteos y revisamos que la temperatura no exceda a los 50 °C para no afectar la actividad microbiana.

Muestro de suelo: Se tomó una muestra de 200 g de suelo de los primeros 20 cm de profundidad del suelo, antes de la siembra y después de la cosecha y luego de secarla y tamizarla, se llevará al Laboratorio de suelos del INIA - Pucallpa para su análisis de caracterización.

Análisis de fuentes de materia orgánica: De la misma forma que el muestreo anterior, se tomó 200 g por cada fuente de materia orgánica, antes de su aplicación al suelo, la cual una vez secada y tamizada, se llevará al Laboratorio de suelos del INIA - Pucallpa.

Limpieza del terreno: Se llevó a cabo en forma manual utilizando herramientas como el machete, rastrillo y azadón.

Preparación del terreno: Se realizó con ayuda del tractor agrícola y para nivelar la tierra se utilizó herramientas como, azadón, pala, rastrillo.

Alineación del terreno: Se alineó en forma manual utilizando wincha, rafia, estacas. Luego se subdividió las unidades experimentales dentro del terreno definitivo para la investigación, en base al croquis experimental.

Incorporación de las fuentes de materia orgánica: La incorporación al suelo de materia orgánica (gallinaza, vacaza y compost) previamente procesadas con EM-compost se realizó en forma manual, incorporando 7,4 kg de cada fuente de materia orgánica por cada unidad experimental, utilizando una lampa para mezclarlo con el suelo, una semana antes de la siembra.

Siembra: Se efectuó en forma directa colocando las semillas de cebolla china por sitio de siembra a un distanciamiento de 0.40 m entre hileras y 0.15m entre plantas, con ayuda de un tacarpo, debiendo tener cuidado enterrando en los primeros 3 cm del suelo.

Sombra temporal: Las plantas de cebolla china tuvieron una sombra temporal a través de la colocación de una malla rashell durante los primeros 30 días de la siembra, para evitar su exposición plena a la radiación solar.

Riego: Se tuvo especial cuidado de regar periódicamente el suelo hasta capacidad de campo, para facilitar la descomposición rápida de las fuentes orgánicas y los microorganismos eficaces, así como también, evitar el marchitamiento de las plantas de cebolla china.

Control de malezas: El control de malezas se realizó en forma permanente limpiando las calles, entre hileras y entre plantas para evitar la competencia con las malezas y con ayuda de las herramientas como machete, azadón y pala.

Control de plagas: Se realizó cuando se presente el ataque de plagas, aplicando el control químico recomendado para el cultivo.

Cosecha: Se efectuó a los a los 90 días después de la siembra cuando las hojas presenten madurez comercial y para el efecto se extraerán las plantas cuidadosamente las plantas de cebolla china con sus respectivos bulbos para proceder a realizar las evaluaciones de las variables dependientes consideradas en el ensayo.

Visita del Jurado: Esta labor se realizó en la etapa de crecimiento vegetativo de la cebolla china, y se tomó en cuenta las observaciones de los miembros del jurado para las siguientes actividades de la tesis.

Evaluaciones: Se llevaron a cabo durante el momento de cosecha, tomando en cuenta los datos de las variables dependientes por cada tratamiento.

Redacción de informe final: Una vez obtenidos los datos de campo, se procesaron estadísticamente de acuerdo al análisis de varianza y la prueba de Tukey, elaborándose cuadros y figuras por cada evaluación, y luego, con el apoyo del asesor, se redactó el Informe final, siguiendo las normas que establece el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali.

3.7. Población y Muestra.

La población estuvo compuesta de 800 plantas de cebolla china, que corresponden a las 16 unidades experimentales (50 plantas cada una), mientras

que la muestra estuvo compuesta por 160 plantas, que corresponden a 10 plantas netas por cada unidad experimental.

3.8. Diseño Experimental.

El modelo estadístico que se utilizó en el ensayo fue Diseño de Bloques Completos al azar (DBCA) con 4 tratamientos y 4 repeticiones, con un total de 16 unidades experimentales. Para la prueba de comparación entre tratamientos, se usó la prueba de Tukey con una significancia de 5%.

Cuadro 6. Análisis de varianza.

Fuente de variabilidad	Grados de libertad
Repeticiones	4 – 1 = 3
Tratamientos	4 – 1 = 3
Error experimental	(4 - 1) (4 – 1) = 9
Total	(4 x 4) – 1 = 15

Modelo matemático:

El modelo matemático del diseño se describe de la siguiente forma:

$$Yijk = u + Ti + Bj + Eijk$$

Donde:

Yijk = Cualquier observación de las variables.

u = Media general.

Ti = Efecto de i-esimo tratamiento.

Bj = Efecto de la j-esima repetición.

Eijk = Efecto del error experimental.

3.9. Distribución Experimental.

Dimensiones del área total:

Largo: 12,4 m.

Ancho: 13 m.

Área total: 161,2 m^2.

N° total de plantas: 800 plantas.

Dimensiones de las repeticiones:

Largo: 1,85 m.

Ancho: 13 m.

Área total: 24,05 m^2.

Separación entre repeticiones: 1 m.

Dimensiones de la unidad experimental:

Largo: 1,85 m.

Ancho: 2,0 m.

Área total: 3,7 m^2.

Densidad de siembra: 0,40 m x 0,15 m entre hileras y entre plantas.

Número total de plantas / UE: 50 plantas.

Número de plantas netas: 10 plantas.

Separación entre UE: 1 m.

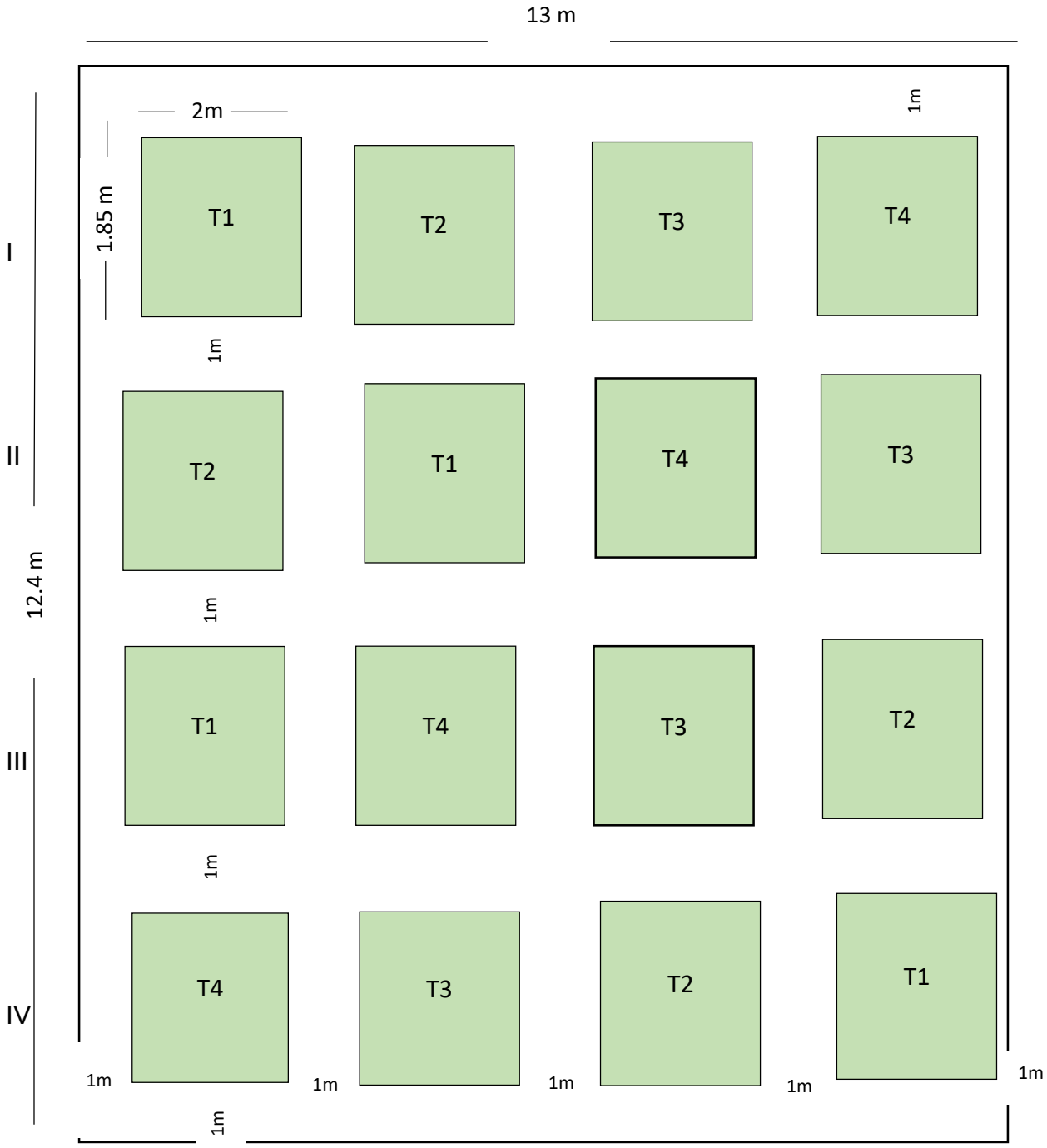


Figura 2. Croquis experimental.

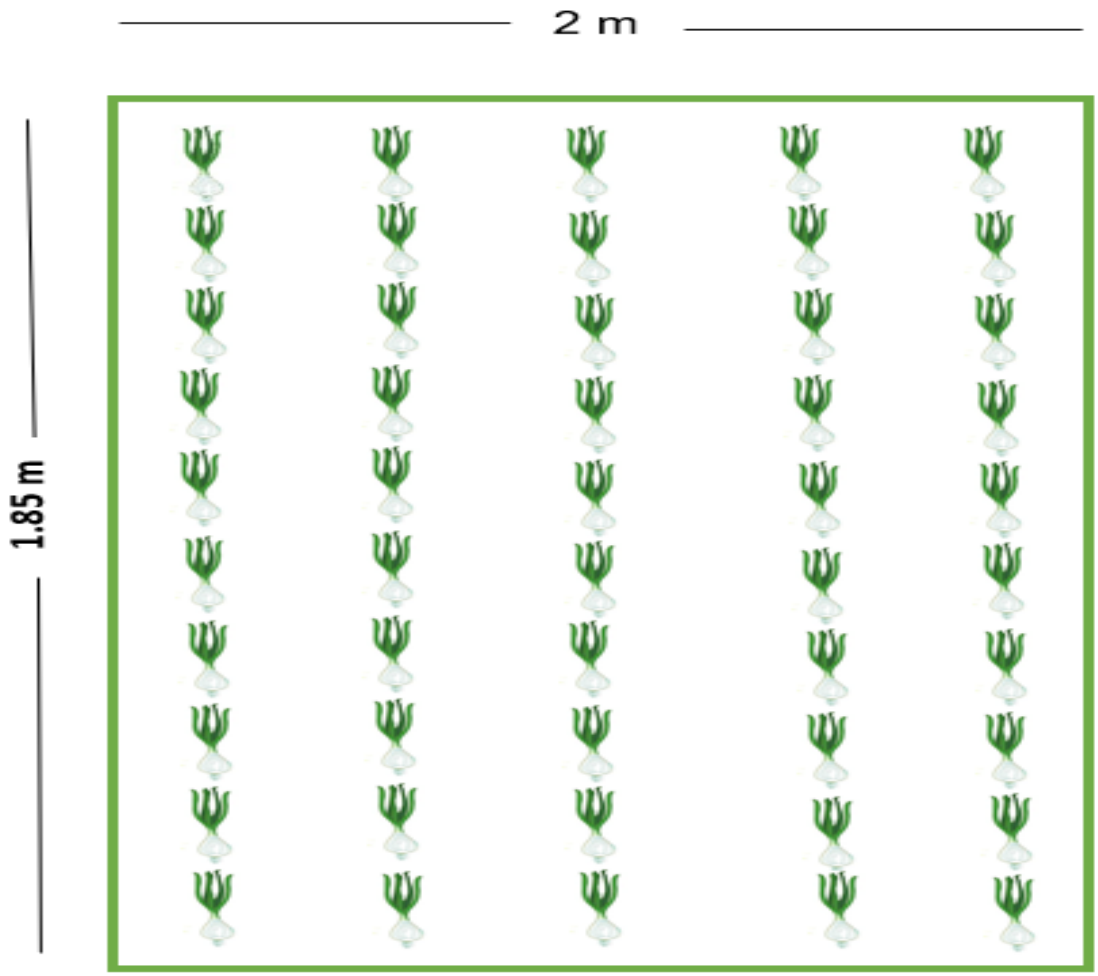


Figura 3. Distribución de plantas por unidad experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Altura de Planta.

En relación a la variable altura de planta, los tratamientos probados expresaron diferencias altamente significativas ($P_{<0.01}$), donde las tres fuentes a la dosis de 2 kg m^2 procesadas con EM al 10% mostraron superioridad al testigo, con 49,4, 48,8 y 48,0 cm de altura de planta, respectivamente (Cuadro 7).

Cuadro 7. ANVA para altura de planta.

F de variabilidad	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	Prob > F
Bloques	3	4,98	1,66	2,30	0,14
Tratamientos	3	357,90	119,30	165,44	<0.0001**
Error	9	6,49	0,72		
Total	15	369,38			
CV (%) = 1,84			R^2 = 0,98		

Los resultados encontrados en nuestro trabajo ratifican el comportamiento de los microorganismos eficaces asociados a las tres fuentes de materia orgánica, demostrándose que, acelerando la tasa de descomposición y mineralización de la materia orgánica y liberando rápidamente los nutrientes al complejo coloidal, le permiten a la cebolla china responder mejor en su crecimiento, lo cual ha quedado demostrado con los mayores valores de altura de planta.

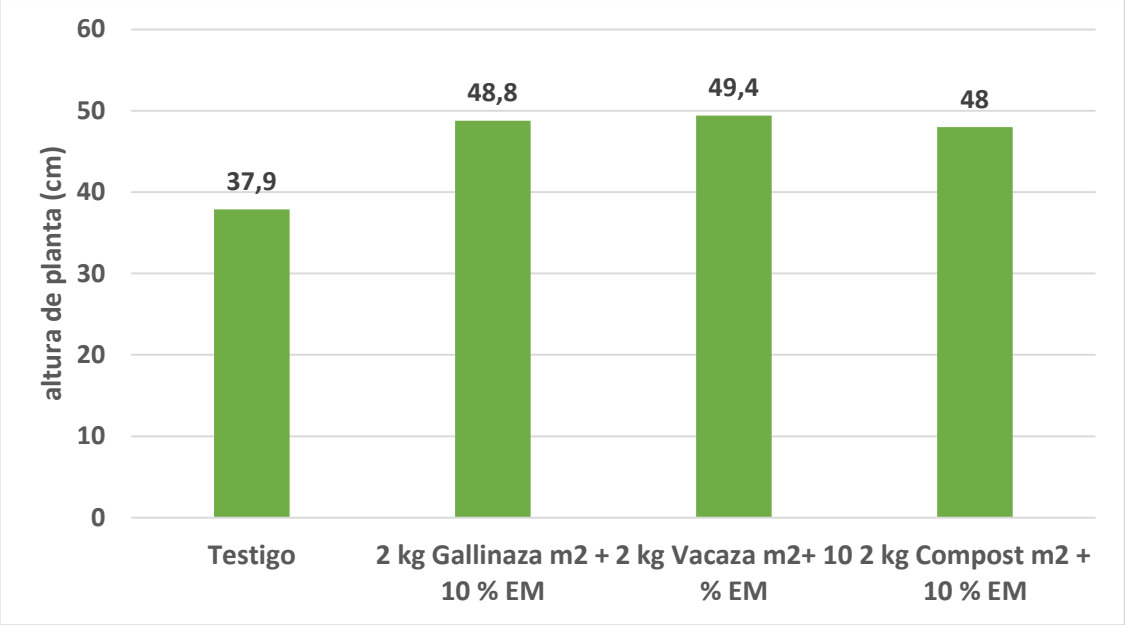


Figura 4. Altura de planta por tratamiento.

Conforme lo sostiene Pérez (2018) las bacterias acido lácticas y fotosintéticas que se encuentran como microorganismos eficaces, una vez aplicados a las fuentes orgánicas o al suelo, incrementan la rápida descomposición de la materia orgánica, propiciando por tanto, una mejor absorción de los nutrientes que son liberados y absorbidos por las raíces de la planta, de esta forma se puede atribuir que los mejores valores logrados por las tres fuentes asociadas a EM tienen mayor altura de planta que el tratamiento testigo.

Cuadro 8. Altura de planta por tratamiento.

	Tratamientos	Altura de planta (cm)
T1	Testigo	37,9 b
T2	2 kg Gallinaza m^2 + 10% EM	48,8 a
T3	2 kg Vacaza m^2+ 10% EM	49,4 a
T4	2 kg Compost m^2 + 10% EM	48,0 a

*Letras iguales determinan no significación entre tratamientos.

También es preciso señalar que, dentro de los EM algunas bacterias fotosintéticas pueden promover el crecimiento vegetal y con ello la calidad de biomasa, la cual puede ser utilizada como alimento directo como el caso de la cebolla china (Castillo, 2019).

En particular, las bacterias acido lácticas pueden colonizar los tejidos internos de órganos en la planta y con ello contribuir crecimiento en biomasa. Se considera que las bacterias endofíticas pueden al igual que las rizobacterias contribuir a una mejor adquisición de nutrientes y otros recursos que favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas.

En esta variable, Castillo (2019) reporta en Trujillo, valores similares al nuestro, cuando ensayando el efecto de tres dosis de biol, obtuvo 43,35 cm de longitud de hoja, cuando aplicó 800 l ha de biol.

4.2. Número de Bulbillos por Planta.

Respecto a esta variable, se determinó diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P_{<0.01}$) destacando las fuentes donde se aplicaron 2 kg m^2 de Vacaza + 10% EM y 2 kg m^2 de Gallinaza + 10% EM, con 10,52 y 9,75 bulbillos por planta, cada una, mientras que los tratamientos aplicados con 2 kg m^2 de Compost + 10% EM y el testigo, sólo registraron 9,12 y 7,62 bulbillos por planta, cada uno, sin mostrar diferencias entre ellos.

Cuadro 9. ANVA para bulbillos por planta.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Bloques	3	0,64	0,21	0,29	0,83
Tratamientos	3	18,12	6,04	7,99	<0,0066**
Error	9	6,80	0,75		
Total	15	25,57			
CV (%) = 9,39			R^2 = 0,73		

Si bien es cierto que, el proceso de descomposición de la materia orgánica se acelera por la mayor actividad microbiana, éste, repercute en la mayor liberación y disponibilidad de nutrientes en la solución del suelo que tiene relación con el metabolismo de las plantas, las cuales, al absorberlos por medio de las raíces, propician una mejor producción de materia fresca, conforme lo indican los resultados para esta variable, donde las fuentes procesadas con EM tuvieron mejores registros sobre el número de bulbillos por planta frente al tratamiento testigo.

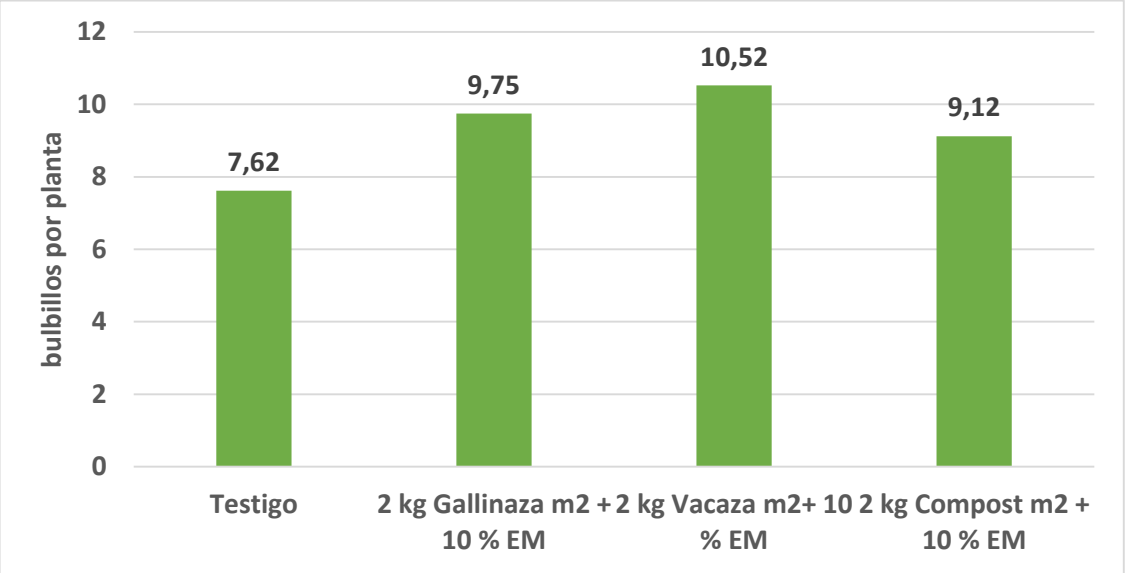


Figura 5. Número de bulbillos por planta por tratamiento.

En esta variable, Hernández (2014) obtuvo en un ensayo en Trujillo de 11,8 bulbillos por mata, aplicando, una dosis de NPK + humus de lombriz, Apomayta (2011) registró hasta 7-2 bulbillos aplicando 10 t de gallinaza ha^{-1}, mientras que, Chappa (2018) en Moyobamba, obtuvo hasta 4,5 bulbos por planta, cuando fertilizó con 30 t de gallinaza ha^{-1}.

Cuadro 10. Número de bulbillos por planta por tratamiento.

Tratamientos		Bulbillos por bulbo
T1	Testigo	7,62 b
T2	2 kg Gallinaza m^2 + 10 % EM	9,75 a
T3	2 kg Vacaza m^2 + 10 % EM	10,52 a
T4	2 kg Compost m^2 + 10 % EM	9,12 b

*Letras iguales determinan no significación entre tratamientos.

Por otro lado, Pupuche (2020) aplicando un sistema de fertirriego en cebolla china en Laredo, obtuvo hasta 7 macollos por planta, mientras que Castillo (2019) logró 9,13 hojas por planta, aplicando 800 l de biol ha^{-1}.

4.3. Número de Hojas por Planta.

La evaluación de esta variable nos indica diferencias altamente significativas entre los tratamientos probados, conforme se aprecia en el Cuadro 11, con un coeficiente de variabilidad de 5,82% y una correlación estrecha entre los datos tomados con 95% de confiabilidad.

Cuadro 11. ANVA para número de hojas por planta.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Bloques	3	69,86	23,28	4,41	0,03
Tratamientos	3	639,25	213,08	40,39	<0,0001**
Error	9	47,48	5,27		
Total	15	756,59			
CV (%) = 5,82			R^2 = 0,93		

Efectuada la prueba de Tukey ($P_{<0.01}$) se ha comprobado la superioridad de los tratamientos donde se aplicó las diferentes fuentes de abonos orgánicos, frente al testigo, sobresaliendo el tratamiento donde se aplicó la vacaza a razón de 2 kg m^2 seguido de los tratamientos gallinaza y compost a la misma dosis con 10% de EM, conforme se observa en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Número de hojas por tratamiento.

Tratamientos		Hojas por planta
T1	Testigo	28,6 b
T2	2 kg Gallinaza m^2 + 10% EM	43,2 a
T3	2 kg Vacaza m^2 + 10% EM	44,2 a
T4	2 kg Compost m^2 + 10% EM	41,7 a

*Letras iguales determinan no significación entre tratamientos.

Estos resultados pueden atribuirse a que, hubo un efecto significativo de la aplicación de los abonos orgánicos donde se incorporó los microrganismos eficaces, los cuales pudieron mineralizar la materia orgánica y facilitar la mejor absorción de los nutrientes liberados en la solución del suelo (Castillo, 2019).

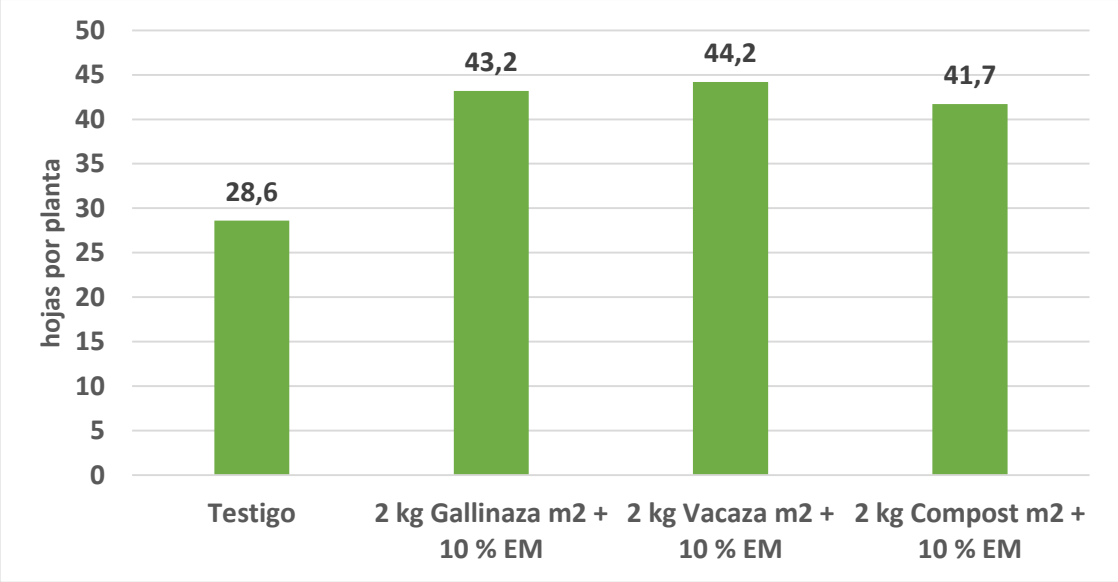


Figura 6. Número de hojas por planta por tratamiento.

4.4. Diámetro de Bulbo.

El diámetro ecuatorial de bulbo fue otra variable que expresó diferencias altamente significativas entre los tratamientos estudiados, destacando la aplicación de 2 kg m^2 de Vacaza + 10% EM, sobre las demás fuentes, con 1,99 cm de diámetro, mientras que las fuentes donde se aplicó 2 kg m^2 de Gallinaza + 10% EM, 2 kg m^2 de Compost + 10% EM y el testigo, sin mostrar diferencias entre ellos, registraron 1,81. 1,72 y 1,52 cm, cada uno.

Cuadro 13. ANVA para diámetro de bulbo.

F de variabilidad	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Bloques	3	2,64	0,88	5,28	0,02
Tratamientos	3	4,41	1,47	8,83	<0,0048**
Error	9	1,50	0,16		
Total	15	8,56			
CV (%) =	7,38		R^2 =	0,82	

El grosor del tallo de las plantas de cebolla china es una variable agronómica que depende de la absorción de los nutrientes disponibles ofrecidos por el suelo y la consiguiente aplicación de abonos, ya sea al suelo o foliares. En este caso, la mejor respuesta ha sido lograda aplicando las tres fuentes asociadas a los microorganismos eficaces, respecto al testigo, sin aplicación, corroborando las evaluaciones anteriores.

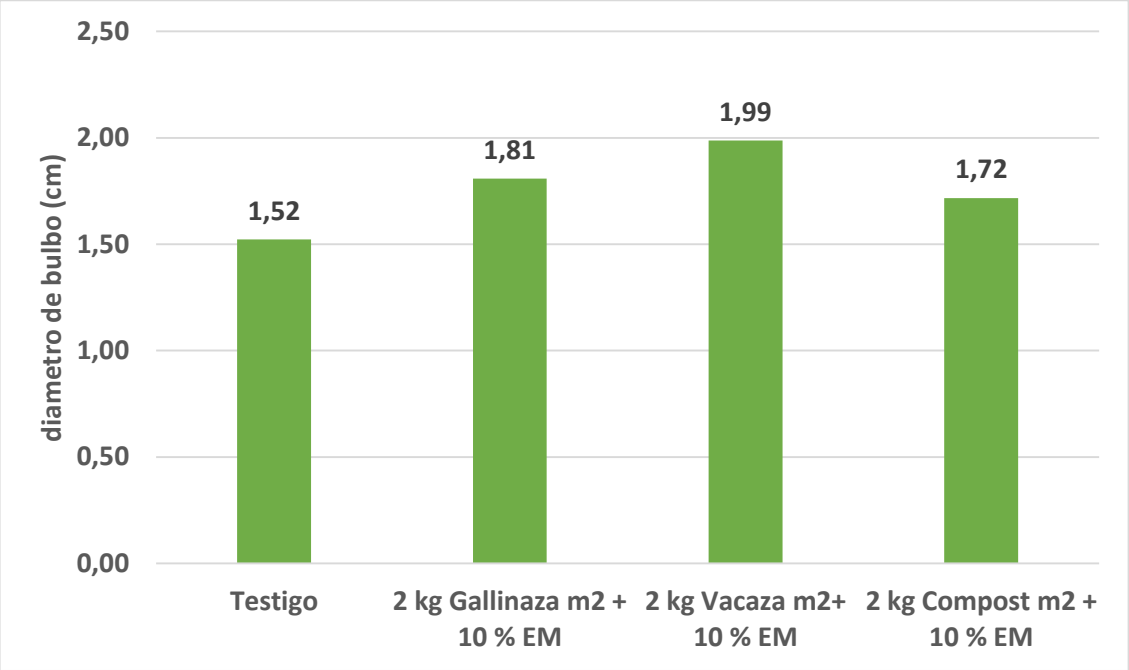


Figura 7. Diámetro de bulbo por tratamiento.

Comparando los resultados con otros autores, tenemos que Hernández (2014) en Trujillo, obtuvo plantas con 2,42 cm de diámetro cuando aplicó el abono Kimelgran con una dosis de NPK, mientras que, Chappa (2018) en Moyobamba, logró un diámetro del cuello de la planta de 0,58 cm, aplicando 30 t ha^{-1} de gallinaza y finalmente, Castillo (2019) reporta un diámetro promedio de 1,75 cm cuando fertilizó con 800 l ha^{-1} de biol en cebolla china.

Cuadro 14. Diámetro de bulbo por tratamiento.

Tratamientos		Diámetro ecuatorial de bulbo (cm)
T1	Testigo	1,52 b
T2	2 kg Gallinaza m^2 + 10% EM	1,81 b
T3	2 kg Vacaza m^2+ 10% EM	1,99 a
T4	2 kg Compost m^2 + 10% EM	1,72 b

*Letras iguales determinan no significación entre tratamientos.

4.5. Peso Total por Planta.

El análisis determinó diferencias altamente significativas entre los tratamientos probados ($P_{<0.01}$) donde las fuentes Gallinaza + 10% EM y Vacaza + 10% EM, con 181,4 y 175,5 g cada una, demostraron ser superiores a la fuente Compost + 10% EM con 153,9 g, mientras que el tratamiento testigo sólo reportó 73. 6 g de peso por planta de cebolla china.

Cuadro 15. ANVA para peso total por planta.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Bloques	3	31,57	10,52	0,34	0,79
Tratamientos	3	29757,73	9919	321,2	<0,0001**
Error	9	277,93	30,88		
Total	15	30067,24			
CV (%) = 3,80			R^2 = 0,99		

Al comprobarse que, aplicando las fuentes de materia orgánica al suelo, e incorporando los microorganismos eficaces para acelerar su descomposición y permitir la pronta liberación y disponibilidad de nutrientes, es lógico suponer que, encontraremos una mejor respuesta en la producción por unidad de área.

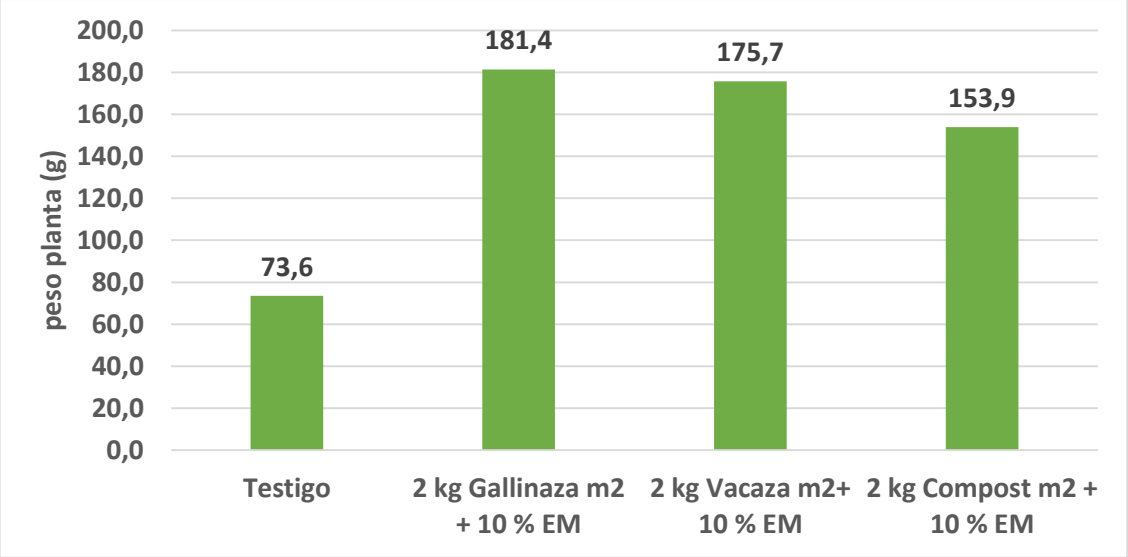


Figura 8. Peso total por planta por tratamiento.

Al respecto, una serie de trabajos relacionados con nuestra investigación han demostrado resultados similares, por ejemplo, Hernández (2014) en Trujillo, logró hasta 11,74 kg de peso de 50 bulbos, mientras que, Huanca y Vega (2018) en Huánuco, refieren un peso promedio de 318,10 g por planta, cuando aplicaron 35 cc de biol cada 14 días en el cultivo de cebolla china.

Cuadro 16. Peso total por planta por tratamiento.

	Tratamientos	Peso por planta (g)
T1	Testigo	73,6 c
T2	2 kg Gallinaza m^2 + 10 % EM	181,4 a
T3	2 kg Vacaza m^2 + 10 % EM	175,5 a
T4	2 kg Compost m^2 + 10 % EM	153,9 b

*Letras iguales determinan no significación entre tratamientos.

4.6. Rendimiento por Unidad Experimental.

De manera similar a la prueba anterior, el análisis de varianza determinó diferencias altamente significativas entre tratamientos, conforme se aprecia en el Cuadro 17.

Cuadro 17. ANVA para rendimiento por unidad experimental.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Bloques	3	0,04	0,01	0,43	0,73
Tratamientos	3	74,13	24,71	650,42	<0,0001**
Error	9	0,34	0.03		
Total	15	74,52			
CV (%) = 2,70			R^2 = 0,99		

En esta evaluación destacaron las fuentes que aplicaron 2 kg m^2 de Gallinaza + 10% EM y 2 kg m^2 de Vacaza + 10% EM, con 9,00 y 8,63 kg de cebolla fresca por parcela cada uno, mientras que la fuente donde se aplicó 2 kg m^2 de Compost + 10% EM, reportó 7,60 kg, siendo superior al testigo, que alcanzó sólo 3,60 kg por parcela, como se aprecia en el Cuadro 18 y Figura 7.

Cuadro 18. Rendimiento por unidad experimental por tratamiento.

Tratamientos		Rendimiento por UE (kg)
T1	Testigo	3,60 c
T2	2 kg Gallinaza m^2 + 10% EM	9,00 a
T3	2 kg Vacaza m^2 + 10% EM	8,60 a
T4	2 kg Compost m^2 + 10% EM	7,60 b

*Letras iguales determinan no significación entre tratamientos.

Los resultados encontrados pueden ser atribuidos en su conjunto a la buena performance respecto a las variables anteriormente evaluadas y que contribuyeron a que las fuentes gallinaza, vacaza y compost asociados a la concentración de microorganismos eficaces tengan rendimientos superiores al tratamiento testigo. Además, la contribución de nutrientes que tiene cada fuente, sobre todo, en términos de N, P y K, han permitido que las plantas de cebolla china obtengan rendimientos por unidad experimental superiores al testigo.

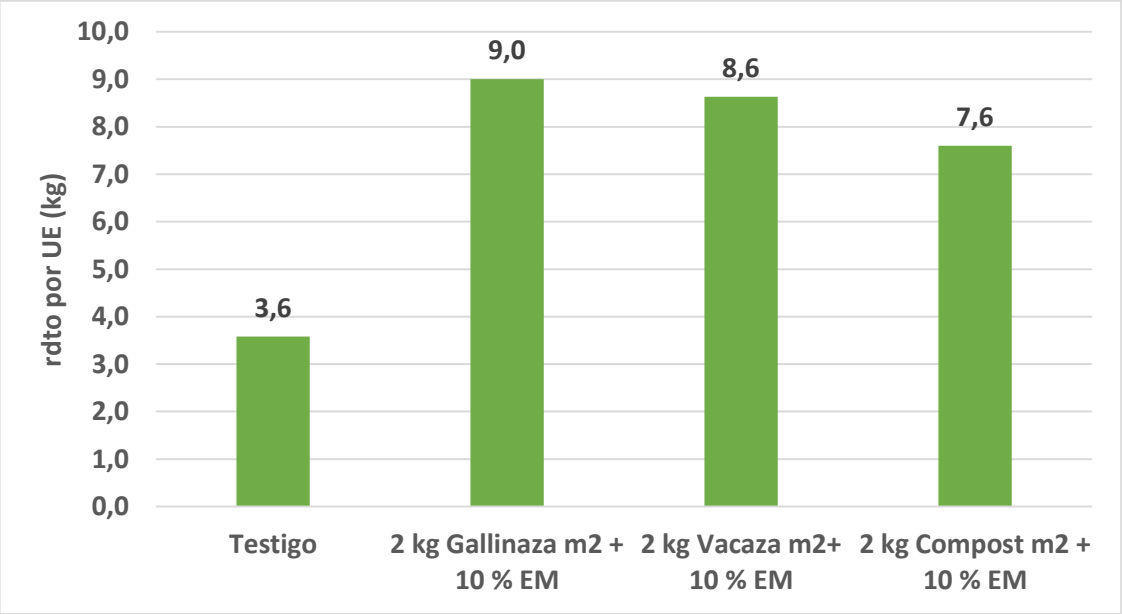


Figura 9. Rendimiento por unidad experimental por tratamiento.

4.7. Rendimiento por ha.

La evaluación de rendimiento ha^{-1}, determinó diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos probados, conforme se observa en el cuadro 19.

Cuadro 19. ANVA para rendimiento por ha.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Bloques	3	359835,7	119945,2	0,43	0,73
Tratamientos	3	541944752,2	180648250,7	654,42	<0,0001**
Error	9	2483972,8	275997,0		
Total	15	544788560,7			
CV (%) = 2,69			R^2 = 0,99		

En esta evaluación se llegó a demostrar la superioridad de las fuentes que aplicaron 2 kg m^2 de Gallinaza + 10% EM y 2 kg m^2 de Vacaza + 10% EM, con 24321,0 y 23344,0 kg ha^{-1}, cada uno, y cuando se aplicó la dosis de 2 kg m^2 de Compost + 10% EM, se mostró inferior estadísticamente a las dos primeras, con 20540,5 kg ha^{-1} y el tratamiento sin aplicación llegó último, con 9682,5 kg ha^{-1}. Cuadro 20 y Figura 8.

Cuadro 20. Rendimiento por ha por tratamiento.

Tratamientos		Rendimiento por ha (kg)
T1	Testigo	9682,5 c
T2	2 kg Gallinaza m^2 + 10 % EM	24321,0 a
T3	2 kg Vacaza m^2 + 10 % EM	23344,0 a
T4	2 kg Compost m^2 + 10 % EM	20540,5 b

*Letras iguales determinan no significación entre tratamientos.

Si las plantas de cebolla china donde se aplicaron las fuentes orgánicas incorporadas con microrganismos eficaces EM, respondieron mejor que el testigo, fue posible, por su acción inmediata para descomponer la materia orgánica y liberar los nutrientes a la solución del suelo. De esta forma, la planta los absorbió para mejorar su nivel de crecimiento y producción.

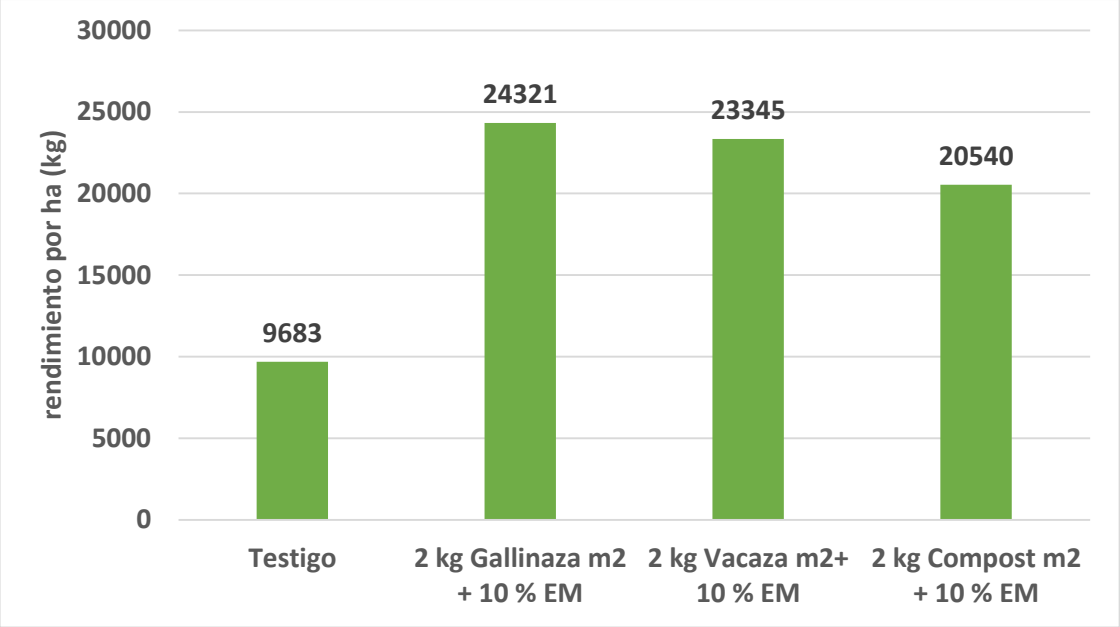


Figura 10. Rendimiento por ha por tratamiento.

Al respecto, se destaca una serie de trabajos relacionados a la eficiencia de la fertilización orgánica en cebolla china en el país, así tenemos que, Hernández (2014) aplicando Kimelgram + NPK obtuvo 50,833 kg ha^{-1}, en tanto Rojas (2015) en Lamas, evaluando el efecto de la aplicación de cuatro dosis de materia orgánica en cebolla china, obtuvo 62,587 kg ha^{-1}, cuando aplicó una dosis de 30 t ha^{-1} de gallinaza de postura.

A su vez, Huanca y Vega (2018) en Pilcomarca Huánuco, obtuvieron un rendimiento de 18,198 kg ha^{-1}, cuando aplicaron 35 cc del biol m^2 cada 14 días, mientras que, Ramírez (2014) en Lamas San Martin, determinó que aplicando fosfonato de calcio a la dosis de 1 l ha^{-1} más gallinaza, obtuvo el mayor rendimiento del cultivo de cebolla china variedad Roja Chiclayana con 70,450 kg ha^{-1}.

Por otro lado, Flores (2015) en Juliaca (Puno) evaluando el efecto de la aplicación foliar de cinco dosis de biol en cebolla china, obtuvo una producción de 60,8 t ha^{-1}, cuando aplicó una concentración del 10% a las plantas

distanciadas a 15 cm. De igual forma, Pupuche (2020) demostró en Trujillo-La Libertad que, aplicando una fertilización NPK de 100-40-80 y 600 l de biol ha^{-1}, bajo condiciones de riego tecnificado, obtuvo un rendimiento de 143,69 t ha^{-1}.

V. CONCLUSIONES.

Conforme a los objetivos propuestos de la investigación, se concluye:

- Las plantas de cebolla china respondieron mejor en su crecimiento cuando se aplicaron las fuentes de vacaza +10% EM compost y gallinaza + 10% EM compost, en los indicadores de altura de planta, número de bulbillos, número de hojas, diámetro del bulbo y peso total por planta.

- Se demostró la superioridad de las fuentes orgánicas que se aplicaron 2 kg m^2 de gallinaza +10% de EM compost y 2 kg m^2 de vacaza + 10% EM, en el rendimiento con 24321,0 y 23344,0 kg ha^{-1} cada una.

VI. RECOMENDACIONES.

En función a los resultados encontrados, se recomienda:

- Continuar la investigación probando otras fuentes y dosis de abonos orgánicas enriquecidas con microorganismos eficaces no solo en el cultivo de cebolla china, también en otras hortalizas.

- Probar otras concentraciones de microorganismos eficaces, para determinar la tasa de mineralización de la materia orgánica y el tiempo de descomposición de las fuentes orgánicas.

- Realizar trabajos con otros abonos orgánicos con cerdaza, cuyaza, pollaza para darle máximo provecho a lo que se tiene en nuestra localidad.

- Socializar los resultados de la investigación con los productores hortícolas de nuestra región.

VII. LITERATURA CONSULTADA.

Acosta, H. 2012. Microorganismos eficientes de montaña: Evaluación de su potencial bajo manejo agroecológico de tomate. Costa Rica. Tesis M Sc. Agr. Eco. CATIE.

Aybar Camacho, C.; Lavado Casimiro, W.; Sabino, E.; Ramírez, S.; Huerta, J. & Felipe Obando, O. 2017. Atlas de zonas de vida del Perú – Guía Explicativa. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Dirección de Hidrología.

Agrinova Science. 2010. El cultivo de cebolla. Consultado en línea. Disponible: http://www.infoagro.com/hortalizas/cebolla.htm.

Apomayta, G. 2011. Producción de cebolla china (*Allium fistulosum* L.) variedad roja chiclayana con aplicación de tres fuentes y tres dosis de abono orgánico, en la provincia de Lamas, departamento de San Martín. Tesis Universidad Nacional de San Martin. Tarapoto.

Cajahuanca, S. 2016. Optimización del manejo de residuos orgánicos por medio de la utilización de microorganismos eficientes en el proceso de compostaje en la Central Hidroeléctrica Chaglla. (En línea). Perú. Tesis Universidad de Huánuco. Consultado [12 de febrero del 2022]. Disponible: http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/58/TESIS_SARA_CAJAHUANCA_FIGUEROA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Castillo, C. 2019. Influencia de tres dosis de fertilización orgánica (biol) en la producción de cebolla china Allium fistulosum L. (Alliaceae) en condiciones del valle de Santa Catalina. Tesis Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú. 76 p.

Cervantes, F. A. 2004. Abonos orgánicos.

Chappa, C. 2018. Efecto de la aplicación de abono orgánico y fertilizante en las características del suelo utilizando cebolla china (*Allium fistulosum* L.) como indicador. Tesis Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional de San Martín. Moyobamba.

Díaz, E. 2014. Caracterización de las propiedades físicas, químicas y mineralógicas de algunos suelos amazónicos degradados y no degradados con relación a la fisiografía en la provincia de Padre Abad. Ucayali, Perú. Proyecto de investigación. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa. 67 p.

FAO. 2013. Manual del compostaje. Experiencias en América Latina. Santiago de Chile. 112 p.

Flores, R. 2015. Aplicación de biol y distanciamientos entre plantas en “cebollita china” (Allium cepa) L. var. Aggregatum en San Román – Puno. Tesis Universidad Nacional del Altiplano Puno Perú, 72 p.

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. Universidad Privada Antenor Orrego. Facultad de Ciencias Agrarias. Trujillo Perú.

Huanca, J., Vega, P. 2018. Dosis y momento de aplicación de Biol (líquido) en el cultivo de cebolla china (*Allium fistulosum*) variedad criolla en el distrito de Pillcomarca Huánuco. Tesis Universidad Nacional Alcides Carrión.81 p.

Naranjo, E. 2013. Aplicación de microorganismos para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost. Ecuador. Tesis Universidad Técnica de Ambato. 78 p.

Oliveira, C. 2010. Efectos de tres fuentes de materia orgánica (vacaza, gallinaza y cuyaza), enriquecidas con microorganismos benéficos (EM) en cultivo de

lechuga (*Lactuca sativa* L.) Lamas. Tesis Universidad Nacional de San Martin. Tarapoto. Perú.103 p.

Pérez, N. 2018. Influencia de concentraciones de microorganismos eficaces con cerámica fitoprotectante en el crecimiento en altura, diámetro, área foliar y calidad de plantones de *Theobroma cacao L.* (cacao). Tesis Ing° Agroforestal Acuícola. Universidad Intercultural de la Amazonía Peruana. Yarinacocha, Perú. 82 p.

Pizango, G. 2017. Familia Liliaceae: cebolla, cebollita china, ajo y poro. Trabajo monográfico. Universidad Nacional de Ucayali.

Pupuche, E. 2020. Efecto de tres dosis de biol en la producción de cebolla china Allium fistulosum (Alliaceae) bajo condiciones de riego tecnificado. Tesis Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo. 62 p.

Ramírez, R. 2014. Efecto de cuatro dosis de fosfonato de calcio en el cultivo de cebolla china (*Allium fistulosum* L) variedad Roja chiclayana, en la provincia de Lamas. Tesis Universidad Nacional de San Martin. Tarapoto.

Rodríguez, A. 2012. Fertilización orgánica del cultivo de zanahoria In: Manual de producción de zanahoria. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Buenos Aires. Argentina. 83-93 p.

Rojas, W. 2015. Efecto de cuatro dosis de materia orgánica (gallinaza de postura), en el cultivo de cebolla china (var. roja chiclayana), en la provincia de Lamas. Tesis Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto Perú, 67 p.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI. 2017. Atlas de zonas de vida del Perú. Boletín Técnico N° 003. Dirección de Hidrología. Lima Perú. 30 p. Consultado en línea [22 de febrero 2020]. Disponible: http//www.senamhi.gob.pe

Mariuxi, T. M.; Leiva, M. M. 2019. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas In Revista Centro Agrícola. Vol. 46 N° 2.

Vela, P. 2020. Efectos de la cuyaza en dos sistemas asociados de cultivos hortícolas en el distrito de Lamas. Tesis Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto Perú, 95 p.

VIII. ANEXO.

LABSAF

INFORME DE ENSAYO

N° 01001-22/SU/PUCALLPA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente		PRISILA YABAR HERMITAÑO
Propietario / Productor	:	PRISILA YABAR HERMITAÑO
Dirección del cliente	:	UNU
Solicitado por	:	PRISILA YABAR HERMITAÑO
Muestreado por	:	Cliente
Número de muestra(s)	:	1
Producto declarado	:	Suelo Agricola
Presentación de las muestras(s)	:	Bolsa de plástico transparente
Referencia del muestreo	:	Reservado por el cliente
Procedencia de muestra(s)	:	Unu / Manantay / Coronel Portillo
Fecha(s) de muestreo	:	2022-01-06
Fecha de recepción de muestra(s)	:	2022-01-06
Lugar de ensayo	:	LABSAF Pucallpa
Fecha(s) de análisis	:	2022-01-18
Cotización del servicio	:	001-22-PC
Fecha de emisión	:	2022-01-21

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM			1
Código de Laboratorio			SU001-PC-22
Matriz Analizada			Suelo
Fecha de Muestreo			2022-01-06
Hora de Inicio de Muestreo (h)			10:00
Condición de la muestra			Conservada
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente			MS-01
Ensayo	**Unidad**	**LC**	**Resultados**
pH	Unid. pH	--	4.45
Conductividad	mS/m	--	9.28
Materia orgánica	%	--	2.82
Nitrógeno	%	--	0.14
Fósforo	ppm	--	14.46
Potasio	Cmol(+)/Kg	--	0.12
Calcio	Cmol(+)/Kg	--	5.77
Magnesio	Cmol(+)/Kg	--	1.64
Aluminio	Cmol(+)/Kg	--	1.30
CICE	Cmol(+)/Kg	--	8.83
Bases Totales	Cmol(+)/Kg	--	7.53
Saturación Al	%	--	14.72
Analisis de Textura			
Arena	%	--	41.12
Limo	%	--	26.56
Arcilla	%	--	32.32
Clase Textural	--	--	FrancoArcilloso

Figura 1A. Resultado del análisis de suelo inicial.

PERÚ Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego — INIA — LABSAF

INFORME DE ENSAYO

N° 03004-22-PC/SU/PUCALLPA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente		Prisila Yabar Hermitaño
Propietario / Productor	:	Prisila Yabar Hermitaño
Dirección del cliente	:	Unu
Solicitado por	:	Prisila Yabar Hermitaño
Muestreado por	:	Cliente
Número de muestra(s)	:	3
Producto declarado	:	Suelo Agricola
Presentación de las muestras(s):		Bolsa de plástico blanco
Referencia del muestreo	:	Reservado por el cliente
Procedencia de muestra(s)	:	Unu / Manantay / Coronel Portillo
Fecha(s) de muestreo	:	2022-03-18
Fecha de recepción de muestra(s):		2022-03-21
Lugar de ensayo	:	LABSAF Pucallpa
Fecha(s) de análisis	:	2022-03-21
Cotización del servicio	:	004-22-PC
Fecha de emisión	:	2022-03-28

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM			1	2	3
Código de Laboratorio			SU005-PC-22	SU006-PC-22	SU007-PC-22
Matriz Analizada			Suelo	Suelo	Suelo
Fecha de Muestreo			2022-03-18	2022-03-18	2022-03-18
Hora de Inicio de Muestreo (h)			9:00	9:00	9:00
Condición de la muestra			Conservada	Conservada	Conservada
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente			T2 gallinaza	T3 vacasa	T4 compost
Ensayo	**Unidad**	**LC**	**Resultados**		
pH	Unid. pH	--	6.07	6.09	5.79
Conductividad	mS/m	--	4.70	4.65	3.29
Materia orgánica	%	--	3.50	2.29	2.69
Nitrógeno	%	--	0.17	0.11	0.13
Fósforo	ppm	--	32.47	35.39	13.07
Potasio	Cmol(+)/Kg	--	1.38	1.40	0.73
Calcio	Cmol(+)/Kg	--	7.08	6.53	6.34
Magnesio	Cmol(+)/Kg	--	3.93	3.83	1.99
Aluminio	Cmol(+)/Kg	--	0.80	0.90	0.80
CICE	Cmol(+)/Kg	--	13.18	12.66	9.86
Bases Totales	Cmol(+)/Kg	--	12.38	11.76	9.06
Saturación Al	%	--	6.07	7.11	8.12
Analisis de Textura					
Arena	%	--	51.12	47.12	39.12
Limo	%	--	24.56	26.56	34.56
Arcilla	%	--	24.32	26.32	26.32
Clase Textural	--	--	FrancoArcilloArenoso	FrancoArcilloArenoso	Franco

LABSAF Pucallpa
Dirección: Av. Centenario Km 4.0 - Calleria - Pucallpa

Figura 2A. Resultado del análisis de suelo final.

PERÚ Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego — INIA — LABSAF

INFORME DE ENSAYO

N° 01001-22-PC/AB/PUCALLPA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	:	PRISILA YABAR HERMITAÑO
Propietario / Productor	:	PRISILA YABAR HERMITAÑO
Dirección del cliente	:	UNU
Solicitado por	:	PRISILA YABAR HERMITAÑO
Muestreado por	:	Cliente
Número de muestra(s)	:	3
Producto declarado	:	Abono Organico
Presentación de las muestras(s)	:	Bolsa de plástico negro
Referencia del muestreo	:	Reservado por el cliente
Procedencia de muestra(s)	:	Unu / Manantay / Coronel Portillo
Fecha(s) de muestreo	:	2022-01-06
Fecha de recepción de muestra(s)	:	2022-01-06
Lugar de ensayo	:	LABSAF Pucallpa
Fecha(s) de análisis	:	2022-01-18
Cotización del servicio	:	001-22-PC
Fecha de emisión	:	2022-01-21

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM			1	2	3
Código de Laboratorio			AB001-PC-22	AB002-PC-22	AB003-PC-22
Matriz Analizada			Abono Organico	Abono Organico	Abono Organico
Fecha de Muestreo			2022-01-06	2022-01-06	2022-01-06
Hora de Inicio de Muestreo (h)			10:00	10:00	10:00
Condición de la muestra			Conservada	Conservada	Conservada
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente			Gallinaza	Compost	Vacasa
Ensayo	**Unidad**	**LC**	**Resultados**		
pH	Unid. pH	--	6.97	7.35	6.71
Conductividad	mS/m	--	2.58	11.43	5.83
Nitrógeno	%	--	1.16	2.89	2.87
Fósforo	ppm	--	1.83	0.63	0.34
Potasio	Cmol(+)/Kg	--	1.36	1.09	0.56
Calcio	Cmol(+)/Kg	--	3.92	2.99	0.92
Magnesio	Cmol(+)/Kg	--	0.68	0.25	0.30

LABSAF Pucallpa
Dirección: Av. Centenario Km 4.0 - Calleria - Pucallpa

Figura 3A. Resultados del análisis proximal de los abonos procesados con EM.



Figura 4A. Activación de EM compost.



Figura 5A. Aplicación de EM a los abonos vacaza-gallinaza-compost.



Figura 6A. Cobertura del abono procesado con EM.



Figura 7A. Preparación de terreno con tractor agrícola.

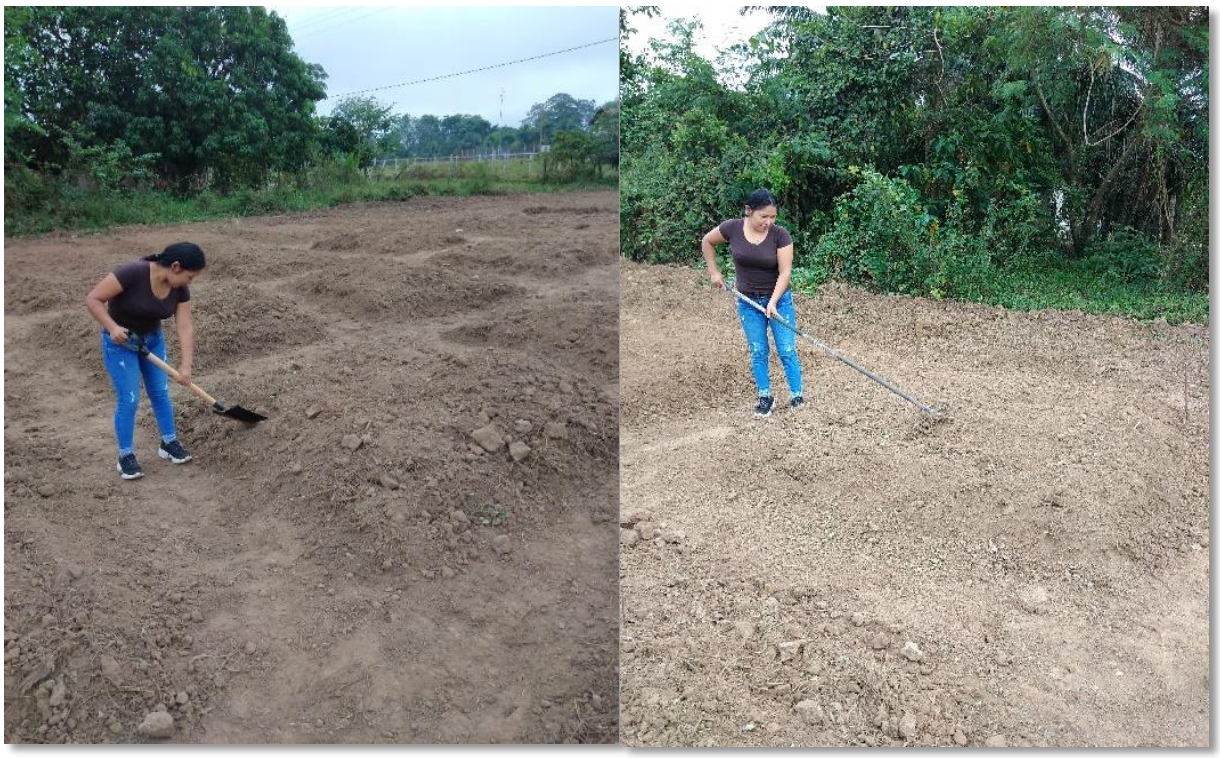


Figura 8A. Parcelación del área experimental.



Figura 9A. Aplicación del abono procesado con EM.



Figura 10A. Siembra de cebolla china.



Figura 11A. Estado de crecimiento de plantas de cebolla china.



Figura 12A. Vista general del ensayo.



Figura 13A. Desmalezado y aporque del ensayo.



Figura 14A. Riego periódico a las plantas de cebolla china.



Figura 15A. Evaluación de peso de cebolla china por tratamiento.



Figura 16A. Evaluación de la altura de la planta.



Figura 17A. Evaluación del diámetro de bulbo.



Figura 18A. Conteo de números de hoja y bulbos.



Figura 19A. Evaluación de rendimiento por unidad experimental.



Figura 20A. Cebollas china cosechadas.



Figura 21A. Supervisión del asesor Dr. Javier Amacifuen Vigo.



Figura 22A. Supervisión del jurado evaluador M.Sc. Jorge Raúl García Cavalié.