UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

"RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE DOS ABONOS PROCESADOS CON MICROORGANISMOS EFICACES EN EL CULTIVO DE AJÍ CHARAPITA (*Capsicum frutescens* L.) EN LA ZONA DE PUCALLPA, UCAYALI, PERÚ"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÓNOMO

GUADALUPE PANDURO GRATTELLI

PUCALLPA – PERÚ

2021

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 **GUADALUPE PANDURO GRATTELLI** denominada **"RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE DOS ABONOS PROCESADOS CON MICROORGANISMOS EFICACES EN EL CULTIVO DE AJÍ CHARAPITA (*Capsicum frutescens* L.) EN LA ZONA DE PUCALLPA, UCAYALI, PERÚ",** para cumplir con el requisito académico o 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 de: **DIECISIETE (17).**

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 de grado académico de bachiller y título profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 20 de mayo de 2021.

.....	.....
Ing. Edgar Juan Díaz Zúñiga, Dr.	Ing. Rita Riva Ruíz, M.Sc.
Presidente	Secretario
.....	.....
Ing. Pablo Pedro Villegas Panduro, M.Sc.	Ing. Carlos Alberto Ramírez Chumbe, 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. Edgar Juan Díaz Zúñiga, Dr.

Presidente

Ing. Rita Riva Ruíz, M.Sc.

Secretario

Ing. Pablo Pedro Villegas Panduro, M.Sc.

Miembro

Ing. Carlos Alberto Ramírez Chumbe, Dr.

Asesor

Bach. Guadalupe Panduro Grattelli

Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION DE PRODUCCION INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N° V/0100-2021

La **Dirección de Producción Intelectual**, hace constar por la presente, que el **Informe final (Tesis) Titulado**:

"RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE DOS ABONOS PROCESADOS CON MICROORGANISMOS EFICACES EN EL CULTIVO DE AJI CHARAPITA (*Capsicum frutescens* L.) EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI."

Cuyo autor (es) : PANDURO GRATELLI, GUADALUPE

Facultad : **CIENCIAS AGROPECUARIAS**
Escuela Profesional : **AGRONOMIA**
Asesor(a) : **Dr. RAMIREZ CHUMBE, CARLOS ALBERTO**

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 1%**.

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 entrega la presente constancia.

Fecha: 12/03/2021

Dra. DINA PARI QUISPE
Dirección de Producción Intelectual

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, Guadalupe Panduro Graffelli
Autor de la TESIS titulada:
"Respuesta a la aplicación de dos abonos procesados con microorganismos eficaces en el cultivo de aji charapita (Capsicum frutescens L.) en la zona de Pucallpa, Ucayali - Perú"

Sustentada el año: 2021
Con la asesoría de: Dr. Carlos Alberto Ramirez Chumbe
En la Facultad de: Ciencias Agropecuarias
Carrera 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 tiempo y 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 y del Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 20 / 05 / 2021

Email: leygu03@gmail.com Firma:

Teléfono: 989343187 DNI: 70182212

DEDICATORIA.

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida, por los triunfos y los momentos más difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más.

A mi padre Félix Panduro Rimari, por ser el pilar más importante y demostrarme siempre su amor y apoyo incondicional, quien me acompañó durante todo mi trayecto estudiantil y de vida.

A mi madre Renia Grattelli Rengifo, quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional.

A mi abuela Genara Rimari Ravichagua, quien con su amor cuidó de mí, y al haberla perdido muy pronto, siento que ha estado guiándome y cuidándome desde el cielo.

A mis queridos hijos: Kyliam Mateo y Kaydem Matías, por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

AGRADECIMIENTO.

A mi alma mater Universidad Nacional de Ucayali, por formarme como profesional con los mejores catedráticos de la región Ucayali.

A los catedráticos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por brindarme sus enseñanzas durante mi formación académica.

Al Dr. Carlos Ramírez Chumbe, asesor de la tesis por sus consejos y apoyo en la ejecución de la tesis.

Al Ing. M.Sc. José Antonio López Ucariegüe, docente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por sus consejos e ideas en la interpretación de los resultados de la presente investigación.

Al señor Esaú Hidalgo, Presidente de APE Pimental-Campo Verde, por su apoyo brindado y conocimientos compartidos del cultivo de ají Charapita.

A mis compañeros de estudios, con quienes compartí alegrías y tristezas.

ÍNDICE.

		Pág.
RESUMEN……..		x
ABSTRACT……..		xi
LISTA DE CUADROS……		xii
LISTA DE FIGURAS……..		xiv
I.	INTRODUCCIÓN……..	1
II.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA……	3
2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN……..	3
	2.1.1. A nivel internacional……..	3
	2.1.2. A nivel nacional…….	4
	2.1.3. A nivel local……	5
2.2.	EL AJÍ CHARAPITA…….	7
	2.2.1. Origen…….	7
	2.2.2. Características morfológicas……..	7
	2.2.3. Características fenológicas……..	8
	2.2.4. Requerimientos edafoclimáticos…….	9
2.3.	LOS ABONOS ORGÁNICOS…….	10
	2.3.1. La gallinaza……	10
	2.3.2. La vacaza……	11
2.4.	LOS MICROORGANISMOS EFICACES EM……....	12
III.	MATERIALES Y MÉTODOS……	16
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN……	16
3.2.	UBICACIÓN……....	16
3.3.	DURACIÓN DEL EXPERIMENTO……	17
3.4.	ECOLOGÍA Y CLIMA……..	17
3.5.	MATERIALES Y EQUIPOS…….	18
3.6.	METODOLOGÍA……	18
3.7.	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES…….	19
	3.7.1. Variables independientes…….	19
	3.7.2. Variables dependientes…….	19
3.8.	EJECUCIÓN DEL ENSAYO……	21
3.9.	POBLACIÓN Y MUESTRA…….	23

3.10. DISEÑO ESTADÍSTICO…….. 24
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN…….. 26
4.1. RESUMEN DE PARÁMETROS EVALUADOS……. 26
4.2. ALTURA DE PLANTA…… 26
4.3. DIÁMETRO DE TALLO……. 28
4.4. NÚMERO DE RAMAS POR PLANTA……... 30
4.5. DÍAS A LA FLORACIÓN Y A LA MADURACIÓN……..... 31
4.6. NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA…….. 33
4.7. PESO TOTAL DE FRUTOS POR PLANTA…….. 34
4.8. RENDIMIENTO AJUSTADO POR HA……..……. 35
4.9. CAMBIOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO DEL MEJOR TRATAMIENTO……. 36
V. CONCLUSIONES……. 38
VI. RECOMENDACIONES…… 39
VII. LITERATURA CONSULTADA…….…….. 40
VIII. ANEXO…….. 45

RESUMEN.

La investigación se llevó a cabo en el Centro de Producción de la Universidad Nacional de Ucayali entre los meses de Agosto 2019 a Abril del 2020, con el propósito de evaluar la respuesta de la aplicación de dos abonos procesados con microorganismos eficientes en el crecimiento y el rendimiento del cultivo de ají charapita. Se probaron 5 tratamientos: testigo, gallinaza, vacaza, gallinaza + EM Compost y vacaza + EM Compost, el diseño que se utilizó fue de Bloques completos al azar (DBCA) con cuatro repeticiones y los indicadores que se midieron en campo fueron altura de planta, diámetro de tallo, numero de ramas, días a la floración y al inicio de maduración, así como el número de frutos por planta, peso total de frutos por planta y rendimiento ajustado por ha. Los resultados indican que, para los indicadores de crecimiento, los tratamientos a base de gallinaza + EM Compost y vacaza + EM Compost destacaron sobre los demás tratamientos incluido el testigo sin aplicar en las variables en altura de planta, diámetro de tallo, numero de ramas por plantas, días a la floración e inicio de maduración. Para los indicadores de desarrollo, el tratamiento a base de gallinaza + EM Compost superó significativamente a los demás tratamientos incluido el testigo sin aplicar en las variables número de frutos por planta, peso total de frutos por planta y rendimiento por ha.

Palabras claves: Ají charapita, abonos orgánicos, EM, crecimiento, desarrollo.

ABSTRACT.

The research was carried out at the Production Center of the National University of Ucayali between the months of August 2019 to April 2020, with the purpose of evaluating the response of the application of two fertilizers processed with efficient microorganisms in growth and yield of the cultivation of chili pepper. 5 treatments were tested: control, chicken manure, cows, chicken manure + EM Compost and vacaza + EM Compost, the design that was used was of complete random blocks (DBCA) with four repetitions and the indicators that were measured in the field were plant height, stem diameter, number of branches, days to flowering and the beginning of maturation, as well as the number of fruits per plant, total weight of fruits per plant and adjusted yield per ha. The results indicate that, for the growth indicators, the treatments based on chicken manure + EM Compost and vacaza + EM Compost stood out over the other treatments including the control without applying in the variables in plant height, stem diameter, number of branches by plants, days to flowering and beginning of maturation. For the development indicators, the treatment based on chicken manure + EM Compost significantly surpassed the other treatments including the control without applying the variables number of fruits per plant, total weight of fruits per plant and yield per ha.

Keywords: Ají charapita, organic fertilizers, EM, growth, development.

LISTA DE CUADROS.

En el texto: **Pág.**

Cuadro 1. Composición nutricional de la gallinaza……. 11
Cuadro 2. Composición del estiércol de vacuno…….…. 12
Cuadro 3. Datos climatológicos durante el ensayo……..……... 17
Cuadro 4. ANVA……..…. 24
Cuadro 5. Resumen de parámetros evaluados en etapa de crecimiento y etapa de desarrollo……. 26
Cuadro 6. Altura de planta por tratamiento y evaluación……..…….. 27
Cuadro 7. Diámetro de tallo por tratamiento y evaluación……..…..……. 29
Cuadro 8. Número de ramas por planta por tratamiento y evaluación… 30
Cuadro 9. Días a la floración y maduración por tratamiento y evaluación……... 32
Cuadro 10. Indicadores de rendimiento por tratamiento y evaluación…… 33

En el anexo:

Cuadro 1A. ANOVA de altura de planta primera evaluación……..…… 46
Cuadro 2A. ANOVA de altura de planta segunda evaluación…….. 46
Cuadro 3A. ANOVA de altura de planta tercera evaluación……..…….. 46
Cuadro 4A. ANOVA de diámetro de planta primera evaluación……..… 46
Cuadro 5A. ANOVA de diámetro de planta segunda evaluación…..……. 47
Cuadro 6A. ANOVA de diámetro de planta tercera evaluación……..… 47
Cuadro 7A. ANOVA de número de ramas por planta primera evaluación..... 47
Cuadro 8A. ANOVA de número de ramas por planta segunda evaluación……..……. 47
Cuadro 9A. ANOVA de número de ramas por planta tercera evaluación……..…. 48
Cuadro 10A. ANOVA de días a la floración……..… 48
Cuadro 11A. ANOVA de días al inicio de la maduración……..…. 48
Cuadro 12A. ANOVA de número de frutos por planta……. 48

Cuadro 13A. ANOVA de peso de frutos por planta…….. 49
Cuadro 14A. ANOVA de rendimiento por ha……..…….. 49
Cuadro 14A. Resultados del análisis del suelo inicial y suelo del mejor tratamiento T5…….…… 49

LISTA DE FIGURAS.

En el texto: **Pág.**

Figura 1. Parcela del ensayo experimental…… 16

Figura 2. Croquis experimental……... 25

Figura 3. Altura de planta por tratamiento y evaluación……..… 27

Figura 4. Diámetro de tallo por tratamiento y evaluación……... 29

Figura 5. Número de ramas por planta por tratamiento y evaluación……. 31

Figura 6. Días a la floración y maduración por tratamiento y evaluación. 32

Figura 7. Número de frutos por planta por tratamiento y evaluación…… 33

Figura 8. Peso de frutos por planta por tratamiento y evaluación…….. 34

Figura 9. Rendimiento ajustado por ha por tratamiento y evaluación…... 36

En el anexo:

Figura 1A. Activación de EM Compost……..…… 50

Figura 2A. Preparación de EM con gallinaza – vacaza…….…..... 50

Figura 3A. Preparación de terreno……..…..…... 51

Figura 4A. Parcelación del área experimental……...……..…. 51

Figura 5A. Cama almaciguera con tinglado……..…… 52

Figura 6A. Selección de frutos y semillas……..… 52

Figura 7A. Siembra en cama almaciguera…… 53

Figura 8A. Germinación de semillas……..…… 53

Figura 9A. Aplicación de abonos procesados con EM Compost al suelo… 54

Figura 10A. Letrero del proyecto de investigación……..……. 54

Figura 11A. Trasplante de plantones de ají charapita…… 55

Figura 12A. Riego y control de malezas……. 55

Figura 13A. Parcela experimental…… 56

Figura 14A. Evaluación de diámetro de tallo……. 56

Figura 15A. Evaluación de altura de planta…… 57

Figura 16A. Plantas en estado de floración……... 57

Figura 17A. Cosecha de frutos maduros…… 58

Figura 18A. Plantas de ají charapita…… 58

Figura 19A. Ajíes cosechados en la parcela experimental…….. 59
Figura 20A. Frutos cosechados de las plantas seleccionadas…… 59

I. INTRODUCCIÓN.

En la selva baja existe una biodiversidad genética del género Capsicum, en este sentido, el cultivo de ají charapita (*Capsicum frutescens* L.), es una de las hortalizas que más se consume actualmente y está en creciente demanda por la importancia económica y comercial en el mundo dada sus múltiples aplicaciones en la nutrición humana; y por su alto contenido de vitamina C (Infoagro 2008).

Las hortalizas, como la mayoría de los cultivos, necesitan de una adecuada nutrición mineral que pueda garantizar la expresión genética de las diferentes especies y/o variedades. Una nutrición inadecuada afecta desfavorablemente sobre los rendimientos y/o sobre la calidad de la cosecha. En algunos casos pueden producir retrasos indeseables en el ciclo productivo. El ají presenta características muy particulares: es de rápido crecimiento con un alto índice de acumulación de biomasa. Para lograr altos rendimientos es necesario utilizar sistemas de producción que garanticen un adecuado y oportuno aprovisionamiento de agua y nutrientes. El alto potencial de producción del ají hace que requiera grandes cantidades de nutrientes para compensar la alta producción de biomasa. Sin embargo, uno de los factores limitantes para producir ají lo constituyen los suelos de terraza alta que son de baja fertilidad, con un pH muy acido que obliga al agricultor a usar abonos o productos inorgánicos para su fertilización, incrementando el costo (Espinoza 2017)

Según refiere Huamán (2019), una alternativa para mejorar la producción y los rendimientos es la incorporación de fuentes de materia orgánica y la aplicación de microorganismos eficientes al suelo, sin embargo, estudios sobre la aplicación de esta tecnología en el cultivo de ají charapita en Pucallpa no existe.

Entre los beneficios del uso de microorganismos eficaces en la agricultura están su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, la descomposición de residuos orgánicos, la desintoxicación con plaguicidas, la supresión de enfermedades en las plantas, el aporte de nutrientes al suelo y la producción de compuestos bioactivos como vitaminas y hormonas que estimulan el crecimiento de las

plantas. La efectividad en el uso de microorganismos se logra cuando se dan las condiciones óptimas para metabolizar los sustratos, como disponibilidad de agua, pH y temperatura, así como la disponibilidad de fuentes energéticas (Bejarano 2001).

De manera similar, la aplicación de productos orgánicos a los cultivos va teniendo cada vez más importancia, desde el punto de vista económico y ecológico. Los microorganismos eficientes en pequeñas cantidades aumentan, o modifican de una forma u otro cualquier proceso fisiológico del vegetal, considerándose a los bioactivos como productos activadores del crecimiento y desarrollo de las plantas, aportando compuestos directamente utilizables (Bejarano 2001).

En este sentido, la presente investigación tuvo como objetivo, evaluar la respuesta de la aplicación de dos abonos procesados con microorganismos eficientes en el crecimiento y el rendimiento del cultivo de ají charapita en el campo experimental de la Universidad Nacional de Ucayali.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1.1. A nivel internacional.

Callisaya y Fernández (2017) en su investigación titulada Evaluación del efecto que tienen los microorganismos eficientes (EM), en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* l.), municipio de Achocalla en Bolivia, describen los resultados del efecto de los Microorganismos Eficientes (EM), en el crecimiento y rendimiento de dos variedades de pepinillo SMR-58 y Eureka bajo condiciones controladas. Se inició captando y recolectando los Microorganismos del suelo en la comunidad de Suiqui Chulumani, se multiplicó y a partir de ello posteriormente se aplicó el EM en el cultivo de pepinillo, El diseño utilizado fue BCA con 3 repeticiones y 6 tratamientos. Las concentraciones de EM utilizadas fueron: C1=10%, C2= 50% y C3 = 80%. Estadísticamente se observó diferencias en cuanto a la altura de planta, número de frutos por planta, y el rendimiento registrándose un rendimiento más alto del T5 con 14.57 kg/4.2 m^2, resultado de la variedad SMR-58 con la concentración 2 (50% de EM diluida en 5 litros de agua), en comparación al T1, la variedad Eureka con la concentración 1 (10% de EM diluida en 5 litros de agua) que no fueron favorables los datos registrados.

Toalombo (2012) ejecutó su tesis denominada Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos aplicados en el cultivo de cebolla blanca (Allium fistulosum) en la zona de Ambato, Ecuador, con el propósito de evaluar las siguientes dosis: D1= 1 cc EMAs +1 cc melaza/1 lt, D2= 2 cc EMAs +2 cc melaza/2 lts, D3= 3 cc EMAs + 3 cc melaza/3 lts y frecuencias (desde el trasplante hasta la cosecha): F1, F2, F3; cada 7 días, 14 días y 21 días, respectivamente. El número de parcelas fue de 30 las mismas que se repartieron en 9 tratamientos más 1 testigo con 3 repeticiones. Se aplico el diseño BCA. Al evaluar las diferentes dosis y frecuencias se obtuvo que los tratamientos (con EM) y el testigo (sin EM), son estadísticamente iguales, sin embargo, matemáticamente podemos decir que el tratamiento D1F3 (1cc de EM + 1cc melaza/ 1lt cada 21 días) presentó el mejor promedio en altura 34.4 cm a los 60

días; el tratamiento D2F3 mostró el mejor promedio en altura de la planta 40. 5 cm a los 90 días; 44.8 cm a los 120 días; en diámetro de pseudotallo 2.2 cm y en volumen de la raíz 7.3 cm^2, pero obtuvo el segundo lugar en rendimiento con 27.4 t ha^{-1}, en cambio el tratamiento D3F2 resultó con mayor volumen de la raíz 7.3 cm^2, menor porcentaje de severidad de pudrición del tallo 2,8%; y en rendimiento 29.1 t ha^{-1}. De los resultados obtenidos estadísticamente se concluye que el tratamiento D3F2 se debe utilizar en el cultivo de cebolla blanca como una alternativa para mejorar el rendimiento en el cultivo de cebolla blanca.

2.1.2. A nivel nacional.

Navarro (2019) ejecutó su tesis denominada Dosis y frecuencias de aplicación foliar de microorganismos eficaces (EM) y su efecto en el rendimiento de los frutos del “ají habanero” (*Capsicum chinense* Jacq.) en el sector de Cieneguillo sur, Sullana – Piura, con la finalidad de determinar el efecto de la dosis y la frecuencia de aplicación foliar de EM, sobre el rendimiento de fruta y otras características de ají habanero, bajo condiciones de un suelo arenoso con riego por surcos. El diseño experimental utilizado fue BCA con arreglo factorial 2 x 3 y un testigo sin aplicación de EM. Los resultados indican que, el tratamiento de mayor rendimiento fue de 75 ml de EM foliar/L, pero no hubo significancias estadísticas sobre peso individual de fruto, longitud y diámetro de fruto y altura de planta.

Villalobos (2015) probó en su tesis denominada Efecto de cuatro dosis de fertilizante orgánico enriquecido con microorganismos (Ferti EM) en el cultivo de ají pimentón (*Capsicum annuum* L.) variedad California wonder, en el distrito de Lamas, San Martin, Perú, determinar la dosis más eficiente en el rendimiento y rentabilidad del cultivo de ají pimentón. Para ello, usó el Diseño BCA con 5 tratamientos y 4 bloques, haciendo un total de 20 unidades experimentales. Los tratamientos estudiados fueron 1000, 800, 600 y 400 kg ha^{-1} de Ferti EM y el testigo. Con aplicaciones desde 400 hasta 1000 kg ha^{-1} de Ferti EM, se obtuvieron respuestas lineales positivas y altas relaciones de correlación sobre el largo del fruto, el peso del fruto y el rendimiento. Los mejores resultados fueron para la dosis de 1000 kg ha^{-1} Ferti EM con 21,3 t ha^{-1} de rendimiento,

185,7 g de peso del fruto; 8,9 cm de largo con 7,79 cm diámetro del fruto y 5, 16 frutos por planta.

2.1.3. A nivel local.

Vargas (2021) efectuó una investigación titulada Efecto de la aplicación de gallinaza con microorganismos eficientes (EM) sobre la productividad del maní (*Arachis hipogaea* L.) variedad Rojo en el Caserío Santa Rosa de Dinamarca distrito de Masisea**,** cuyo propósito fue evaluar el efecto de la aplicación edáfica de la gallinaza procesada con microorganismos eficientes sobre los factores de rendimiento del cultivo. Se probaron 4 tratamientos a base de 5 kg de gallinaza procesados con 1, 2, 3 y 4% de microorganismos eficientes EM Compost, bajo un diseño de Bloques completos al azar con 4 repeticiones, usando 83 mil plantas ha^{-1}. Los mejores resultados fueron obtenidos aplicando 5 kg de gallinaza procesada con 4% de microorganismos eficaces para el número y peso de vainas por planta. De igual forma, los mejores resultados se lograron aplicando 5 kg de gallinaza más la dosis de 4% de microorganismos eficaces EM Compost, en las variables granos por vaina, peso de 100 granos, longitud y diámetro de vaina.

Huamán (2019) desarrolló su tesis denominada Influencia de dos fuentes de materia orgánica enriquecidas con microorganismos eficientes (EM) en la producción del cultivo de Frijol Caupí (Vigna unguiculata (L) Walp) en un inceptisols de Pucallpa, con el propósito de determinar el efecto de la incorporación de dos fuentes de materia orgánica: vacaza y gallinaza con EM en el crecimiento y la producción del frijol caupí en un inceptisols de Pucallpa. La metodología incluyó la aplicación de estos abonos bajo un diseño BCA con 4 repeticiones e involucró las mediciones de altura de planta, floración, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 granos y rendimiento ha^{-1}. Los resultados indican que, los tratamientos a base de abonos enriquecidos con EM tuvieron un mejor comportamiento que los abonos sin procesar y el testigo para las variables altura de planta y porcentaje de floración. De igual modo, los tratamientos destacados mejoraron el número de granos por

vaina, peso de 100 granos y rendimiento por ha, respecto a los tratamientos a base de abonos sin procesar y el testigo sin abono.

Vela (2018) en su trabajo de tesis denominado Respuesta a la aplicación de gallinaza y vacaza enriquecidas con microorganismos eficientes sobre la producción de lechuga variedad Great Lake 659 en el Centro de Producción de la Universidad Nacional de Ucayali, tuvo el propósito de determinar la respuesta de la aplicación de vacaza y gallinaza con EM en el crecimiento y producción de lechuga. Los tratamientos fueron: T1 (Testigo), T2 (gallinaza), T3 (gallinaza + EM), T4 (Vacaza) y T5 (Vacaza + EM), los cuales se distribuyeron en un BCA, teniendo como indicadores a la altura de planta, largo y ancho de hoja, hojas por planta y rendimiento ha^{-1}. Los resultados muestran diferencias altamente significativas. Así, gallinaza + EM y vacaza + EM, incrementan en altura de planta (24.2 y 21.7 cm), largo de hojas (23.2 y 22.7cm), ancho de hojas (19.7 y 18.2 cm), hojas por planta (22 y 20), peso de lechuga a la cosecha (448 y 353 g) y el rendimiento (34.7 y 27.1 t ha^{-1}).

Torres (2018) desarrolló su tesis titulada Influencia de dos fuentes de materia orgánica (gallinaza y vacaza) enriquecidas con microorganismos eficientes (EM) en la producción del cultivo de pepino (*Cucumis sativa L.*) en Pucallpa-Ucayali-Perú, con el propósito de determinar el efecto de la incorporación de dos fuentes de materia orgánica, enriquecidas con microorganismos eficientes en la producción del cultivo del pepino, en Pucallpa**.** Los tratamientos fueron: T1 (Testigo) T2, (Gallinaza), T3 (Gallinaza + EM), T4 (Vacaza) y T5 (Vacaza+ EM), los cuales se distribuyeron en diseño BCA, teniendo como variables: número de frutos, diámetro de fruto, peso de fruto, rendimiento total por planta y rendimiento total por hectárea. Los resultados encontraron diferencias significativas entre tratamientos, como: gallinaza + EM y vacaza + EM, aumentaron el número de frutos por planta (2.9 y 2.7), en longitud de fruto (23.3 y 21.8 cm), peso de fruto (383 y 374 g) y rendimiento ha^{-1} (30.8 y 27.8 t ha^{-1}).

2.2. EL AJÍ CHARAPITA.

2.2.1. Origen.

Según señala Jaramillo y Lobo (1982) citado por Mozombite (2012) los ajíes tuvieron su origen en la zona andina y selvática de lo que antes se denominó el Alto Perú, y hoy pertenece a Bolivia. Desde allí se difundieron al resto del continente por intermedio de las aves, quienes al consumir las frutas dispersaban las semillas, propagándolas a través de sus excreciones. El ají charapa es una especie salvaje de ají encontrada en la región norteña de la selva peruana, cerca de la ciudad de lquitos.

2.2.2. Características morfológicas.

La planta alcanza el metro de altura, aunque su tamaño varía de acuerdo a la riqueza del suelo y a la temperatura, desarrollándose en mayor grado en climas más cálidos. Presenta un follaje más denso y compacto que otras especies de Capsicum.

Su sistema radicular es pivotante y profundo, con numerosas raíces adventicias que horizontalmente pueden alcanzar una longitud comprendida entre 50 cm y 1m. El tallo principal es de crecimiento limitado y erecto, a partir de cierta altura emite 2 o 3 ramificaciones y continúa ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo. Las hojas son ovoides, lisas, de color verde bastante claro y miden unos 8 cm de largo. Las flores son de hábito vertical, y se presentan individualmente. La corola es lisa, de color blanquecino o verdoso; la ausencia del engrosamiento basal permite distinguirla fácilmente a simple vista. Los frutos, igualmente de porte vertical, son bayas amarillas. Se desprenden fácilmente del pedúnculo y así facilitar su dispersión por las aves, que son insensibles a la capsaicina. Una planta vigorosa puede producir más de 120 frutos (lnfoagro 2002).

2.2.3. Características fenológicas.

Jaramillo y Lobo (1982) citado por Mozombite (2012) definen las siguientes características fenológicas:

Germinación y emergencia: El período de preemergencia varía entre 8 y 12 días, y es más rápido cuando la temperatura es mayor. Casi cualquier daño que ocurra durante este período tiene consecuencias letales y ésta es la etapa en la que se presenta la mortalidad máxima.

Crecimiento de la plántula: Luego del desarrollo de las hojas cotiledóneas, inicia el crecimiento de las hojas verdaderas, que son alternas y más pequeñas que las hojas de una planta adulta. De aquí en adelante, se detecta un crecimiento lento de la parte aérea, mientras la planta sigue desarrollando el sistema radicular, es decir, alargando y profundizando la raíz pivotante y empezando a producir algunas raíces secundarias laterales. La tolerancia de la planta a los daños empieza a aumentarse, pero todavía se considera que es muy susceptible.

Crecimiento vegetativo: A partir de la producción de la sexta a la octava hoja, la tasa de crecimiento del sistema radicular se reduce gradualmente; en cambio la del follaje y de los tallos se incrementa, las hojas alcanzan el máximo tamaño, el tallo principal se bifurca y a medida que la planta crece, ambos tallos se ramifican.

Generalmente la fenología de la planta se resume en germinación y emergencia, crecimiento de la plántula, crecimiento vegetativo rápido, floración y fructificación.

Si se va a sembrar por trasplante, éste debe realizarse cuando la plántula está iniciando la etapa de crecimiento rápido. La tasa máxima de crecimiento se alcanza durante tal período y luego disminuye gradualmente a medida que la planta entra en etapa de floración y fructificación, y los frutos en desarrollo empiezan a acumular los productos de la fotosíntesis.

Floración y fructificación: Al iniciar la etapa de floración, el ají produce abundantes flores terminales en la mayoría de las ramas, aunque debido al tipo de ramificación de la planta, parece que fueran producidas en pares en las axilas de las hojas superiores. El período de floración se prolonga hasta que la carga de frutos cuajados corresponda a la capacidad de madurarlos que tenga la planta. Bajo condiciones óptimas, la mayoría de las primeras flores produce fruto, luego ocurre un período durante el cual la mayoría de las flores aborta. A medida que los frutos crecen, se inhibe el crecimiento vegetativo y la producción de nuevas flores.

Cuando los primeros frutos empiezan a madurar, se inicia una nueva fase de crecimiento vegetativo y de producción de flores. De esta manera, el cultivo de ají tiene ciclos de producción de frutos que se traslapan con los siguientes ciclos de floración y crecimiento vegetativo Este patrón de fructificación da origen a frutos con distintos grados de madurez en las plantas, lo que usualmente permite cosechas semanales durante un período que oscila entre 6 y 15 semanas, dependiendo del manejo que se dé al cultivo.

El mayor número de frutos y los frutos de mayor tamaño se producen durante el primer ciclo de fructificación, aproximadamente entre los 90 y 100 días. Los ciclos posteriores tienden a producir progresivamente menos frutos o frutos de menor tamaño, como resultado del deterioro y agotamiento de la planta. (Centa 2002).

2.2.4. Requerimientos edafo-climáticos.

El cultivo de ají charapita se adapta a un rango muy amplio de altitudes, desde el nivel del mar hasta 3000 msnm, de acuerdo con la especie cultivada, el rango de temperatura mayormente para este cultivo se da entre 18 a 30 °C. Jaramillo y Lobo (1982) citado por Mozombite (2012).

El autor también recomienda sembrar en suelos livianos, de textura areno arcillosos, con un buen drenaje y moderado contenido de materia

orgánica. En el caso de suelos arcillosos deben tener buen drenaje y estar bien preparados antes de la siembra para evitar acumulaciones de agua que propicien la incidencia de enfermedades en la raíz. El pH puede oscilar entre 5,5 y 6,5, ya que este cultivo es moderadamente tolerante a la acidez. Jaramillo y Lobo (1982) citado por Mozombite (2012).

2.3. LOS ABONOS ORGÁNICOS.

Un abono orgánico es un fertilizante que proviene de animales, humanos, restos vegetales de alimentos u otra fuente orgánica y natural y se produce por un proceso biológico en el cual la materia orgánica es degradada en un material relativamente estable parecido al humus. La mayoría de los abonos se lleven a cabo bajo condiciones anaeróbicas de manera que los problemas del olor son minimizados. Cuando se termina, el abono es de color café oscuro o negro. Tiene un ligero olor a tierra o a moho y una textura suelta. El proceso se termina cuando el montón no se recalienta cuando se voltea, es decir la temperatura es constante (Porvenir 2008).

Cervantes (2007) indica que la importancia de los abonos orgánicos radica en disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, cada vez se están utilizando en cultivos intensos.

2.3.1. La gallinaza.

INTAGRI (2007) lo refiere como un buen fertilizante que cuenta con mayor concentración que el estiércol de vaca debido a la alimentación que reciben los pollos y que son a base de balanceados concentrados. Es un material con buen aporte de nitrógeno, además de fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y algunos micronutrientes. Su aplicación al suelo también incrementa la materia orgánica, fertilidad y calidad del suelo.

Cuadro 1. Composición nutricional de la gallinaza.

Nutriente	Gallinaza
Nitrógeno	34.7
Fósforo (P_2 O_5)	30.8
Potasio (K_2O)	20.9
Calcio	61.2
Magnesio	8.3
Sodio	5.6
Sales solubles	56
Materia orgánica	700

Fuente: Damarys (2008).

2.3.2. La vacaza.

Los estiércoles son los excrementos de los animales que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen. Los estiércoles mejoran las propiedades biológicas, físicas y químicas de los suelos, particularmente cuando son utilizados en una cantidad no menor de 10 t ha^{-1} al año. Para obtener mayores ventajas deben aplicarse después de ser fermentados, y de preferencia cuando el suelo está con la humedad adecuada. El contenido promedio de macro elementos es 1.5% de N, 0.7% P y 1.7% K. (Duran 2004).

El estiércol de ganado vacuno es una mezcla de excrementos (que consisten en alimentos no digeridos y ciertos productos de desecho y material de cama). Desde el punto de vista de los suelos y cultivos, contiene materia orgánica, la cual es muy valiosa, que no puede ser provista utilizando fertilizantes químicos. La materia orgánica aumenta la capacidad de retención de agua, disminuye la erosión causada por la lluvia y el viento, favorece la aireación y tiene efecto beneficioso sobre los microorganismos del suelo y las plantas. Asimismo, contiene los principios inorgánicos, que consisten especialmente en N, P, K pero además el estiércol contiene Calcio, Boro, Manganeso, Cobre y Zinc (Cárcamo 2008).

Aproximadamente el 75% del Nitrógeno, 80% del Fósforo y 85% del Potasio contenidos en los alimentos para los animales se recuperan como abonos. Además del 40% o de la materia orgánica y el 80% o del total de principios nutritivos son excretados de esa forma. (Cárcamo 2008).

Cuadro 2. Composición del estiércol de vacuno (kg por t de estiércol).

Animal	Materia seca (kg)	N (kg)	P205 (kg)	K20 (kg)	MgO (kg)
Vacuno (a)	182.	3.4	1.3	3.5	-
Vacuno (b)	100	7	6	8	4

Fuente: (a) Cárcamo, 2008. (b) Vela (2018).

El estiércol de los animales proporciona materia orgánica a los suelos aumentando la capacidad de retención del agua y disminuyendo problemas de erosión de lluvias y el viento. Favorece, asimismo, a la aireación y el desarrollo de los microorganismos del suelo y las plantas. Además, incorpora elementos inorgánicos al suelo como N, P y K. El aprovechamiento del estiércol es lento; produce beneficios a largo plazo.

Al menos la mitad de los principios nutritivos del estiércol, son aprovechados en el primer año, el resto en el segundo o en los posteriores años. Puede existir como reserva por varios ciclos de cultivo, aumentando notablemente los rendimientos forrajeros (Fernández et al., 2010).

2.4. LOS MICROORGANISMOS EFICACES EM.

Ibáñez (2011) señala que, la tecnología sobre el uso de microorganismos eficaces EM fue desarrollada por el Dr. Teruo Higa, en la Universidad de Ryukyus en Japón. Estudiando las funciones individuales de diferentes microorganismos, encontró que el éxito de su efecto potencializador estaba en su mezcla. Desde entonces, esta tecnología ha sido investigada, desarrollada y aplicada a una multitud de usos agropecuarios y ambientales, siendo utilizada en más de 80 países del mundo. Los microorganismos eficientes o EM son una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural y es un cultivo mixto de

microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales y fisiológicamente compatibles unos con otros. Contiene principalmente organismos beneficiosos de cuatro géneros:

Bacterias fototróficas: Sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Levaduras: Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, producidas por las levaduras, promueven la división celular activa. Sus secreciones son sustratos útiles para microorganismos eficientes como bacterias ácido lácticas y actinomiceto.

Bacterias productoras de ácido láctico: El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de materia orgánica.

Hongos de fermentación: Aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica.

El autor también indica que, los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades. Así pues, entre sus efectos se enmarcar en:

Efectos en las condiciones físicas del suelo: Acondicionador, mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. De esta manera se disminuye la frecuencia de riego, tornando los suelos capaces de absorber 24 veces más las aguas lluvias, evitando la erosión, por el arrastre de las partículas.

Efectos en las condiciones químicas del suelo: Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.

Efectos en la microbiología del suelo: Suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo, por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen.

Por su parte, García (2017) sostiene que los microorganismos del EM para su mejor conservación a largo plazo, deben estar en condición latente; por lo tanto, es mejor activar los microorganismos antes de utilizarlos, esta técnica de activación del EM permite tener una mayor cantidad de microorganismos benéficos y minimizar el costo del insumo.

EM Solución extendida, EM Activado, EM secundario, entre otros, según la EM Research Organization (2007) son diferentes nombres para el mismo producto y consiste en 3% de EM y 5% o de melaza diluidos en 92% de agua en un recipiente herméticamente cerrado, dejado a fermentar durante una o dos semanas, donde un olor agridulce y un pH de 3,5 o menos indican que el proceso está completo y debe usarse dentro del mes siguiente a la fermentación.

Otro producto elaborado a partir de EM es el EM Compost, que se elabora usando un 30% de materia orgánica (mezcla de excremento de animales, desechos sólidos, basura de cocina, hojas verdes, etc.), el EM Extendido es rociado, inyectado o mezclado completamente hasta que se humedezca en aproximadamente un 30%, luego se cubre con una manta grande para mantener el estado anaeróbico y se deja para que se fermente durante treinta o cuarenta días, un moho blanco (hongo) que aparece en la materia indica que el proceso del EM Compost está completo y debe usarse dentro de los 30 días después de la fermentación (EM Research Organization 2007).

Estos microrganismos efectivos, cuando entran en contacto con la materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y antioxidantes. Cambian la microflora y macroflora de la tierra y mejora el equilibrio natural de manera que la tierra que causa enfermedades se convierte en tierra que suprime enfermedades. Los efectos antioxidantes promueven la descomposición de materia orgánica y aumenta el contenido de humus. Esto ayuda a mejorar el crecimiento de la planta y sirve como una excelente herramienta para la producción sostenible en la agricultura orgánica (EM Research Organization 2007).

Según la Fundación Piedrabuena (2003) los efectos beneficiosos de la aplicación del EM son promover la germinación, la floración, el desarrollo de los frutos y la reproducción de las plantas, mejorar física, química y biológicamente el ambiente de los suelos, y suprimir los patógenos y pestes que promueven enfermedades, aumentar la capacidad fotosintética de los cultivos. Por otro lado, asegura una mejor germinación y desarrollo de las plantas, incrementa la eficacia de la materia orgánica como fertilizante.

Además de los beneficios señalados anteriormente, según EM Producción y Tecnología (2001) los microorganismos eficientes contribuyen al proceso de descomposición de la materia orgánica, incrementando el humus en el suelo, mejoran el sistema inmunológico de plantas y animales, incrementan la población de microorganismos en la zona de la rizósfera, mejorando la absorción de los nutrientes.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

La investigación fue de tipo experimental, aplicada, observacional, de campo con el propósito de verificar la hipótesis planteada y comprobar el efecto de los tratamientos aplicados sobre las variables de crecimiento y desarrollo del cultivo de ají charapita.

3.2. UBICACIÓN.

La investigación se desarrolló en los terrenos de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicado en el distrito de Manantay, Carretera Federico Basadre Km 6.200, frente a las instalaciones de la estación meteorológica de la UNU.

Ubicación Geográfica:

Latitud Sur: 8°24’14”.
Longitud Oeste: 74°34’ 30”.
Altitud: 156.972 msnm.



Figura 1. Parcela del ensayo experimental.

3.3. DURACIÓN DEL EXPERIMENTO.

El trabajo de investigación tuvo una duración de seis meses, iniciándose en el mes de agosto 2019 y culminando en el mes de abril del 2020.

3.4. ECOLOGÍA Y CLIMA.

El clima de la región Ucayali se caracteriza por ser cálido y húmedo, con una temperatura media anual de 26.9 ºC, con muy poca variación entre las máximas (30.5 ºC) y mínimas (17.4 ºC) durante el año. El promedio de horas sol varía notablemente, siendo julio, agosto y setiembre las mayores radiaciones solares registradas; los meses de mayor precipitación con menor cantidad de horas sol son octubre, noviembre, febrero y marzo. La precipitación anual es de 1773 mm (promedio de 25 años), con una distribución que incluye un periodo seco en los meses de junio, julio y agosto (Aybar et al., 2017).

Cuadro 3. Datos climatológicos durante el ensayo.

Registro/mes	2019			2020			
	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	abril
T° máxima (°C)	32.1	32.5	31.2	32.3	31.4	31.0	31.1
T° mínima (°C)	22.4	22.5	23.0	23.2	23.3	23.0	21.2
T° media (°C)	27.3	27.5	27.1	27.7	27.4	27.0	26.1
Humedad relativa (%)	84.0	86.5	87.0	85.0	85.0	88.6	88.0
Precipitación pluvial (mm)	128.7	302.5	306.1	243.0	181.0	387.6	157.0

La clasificación edáfica del lugar corresponde al suelo inceptisols, con un pH fuertemente ácido (5.19), bajo contenido de materia orgánica (0.17%) alta saturación de aluminio (2.8%), baja saturación de bases (2.22), bajo contenido de Fósforo (0.51 ppm), bajo contenido de Nitrógeno (0.01), Magnesio (0.08) baja capacidad de intercambio catiónico (5.02 meq/100 g de suelo) y tienen color amarillento, rojo y anaranjado, % de arcilla 24.32% de limo 40.56% de arena 35.12 de clase textural Franco.

3.5. MATERIALES Y EQUIPOS.

Los equipos utilizados fueron: Balanza, cámara fotográfica, laptop, mochila manual de 20 litros

Las herramientas que se emplearon fueron: Soga nylon, rafia, wincha, machetes, rastrillo, pala recta y costales.

Los insumos empleados en esta investigación fueron: semillas de ají charapita, gallinaza parrillera, vacaza, EM Compost (microorganismos eficientes) y EM Cerámica (minerales).

3.6. METODOLOGÍA.

Los tratamientos que se probaron fueron los siguientes:

- T1: Testigo absoluto.
- T2: 28.56 kg de vacaza por unidad experimental.
- T3: 28.56 kg de vacaza /UE + 0.4 L de EM compost.
- T4: 28.56 kg de gallinaza por unidad experimental.
- T5: 28.56 kg de gallinaza/UE + 0.4 L de EM compost.

Variables dependientes.

Las variables dependientes que se evaluaron fueron crecimiento y desarrollo:

Indicadores de crecimiento:

- Altura de planta.
- Diámetro de tallo.
- Número de ramas por planta.
- Días a la floración.
- Días a la primera cosecha.

Indicadores de desarrollo:

- Número de frutos por planta.
- Peso total de frutos por planta (kg).
- Rendimiento por unidad experimental (kg).
- Rendimiento por ha (kg).

3.7. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

3.7.1. Variables independientes.

La activación de los Microorganismos Eficaces se realizó mezclando 1 L de EM compost + 1 L de melaza + 18 litros de agua en un balde de 20 L, se mezcló muy bien todos los productos y lo colocamos en un galón con tapa hermética para ser conservado bajo sombra por 15 días.

Para la incorporación de EM compost activado con los abonos se realizó mediante la mezcla de 230 kg de vacaza y gallinaza+10 litros de microorganismos eficaces y 90 litros de agua, se mezcló con la ayuda de una pala recta, se tapó con costales y plásticos por 2 meses para su descomposición.

La aplicación de abonos procesados con EM compost se realizó 15 días antes del trasplante de forma localizada con la ayuda de una pala recta y se complementó con aplicaciones foliares cada 20 días por 3 veces consecutivas de EM compost + EM cerámica soil, se utilizó una mochila manual de 20 litros rociamos sobre todo el follaje de las plantas.

3.7.2. Variables dependientes.

Altura de planta: Se evaluaron 6 plantas por tratamiento y repetición a los 30, 60,90 días después de realizada el trasplante, desde la base hasta el ápice del tallo, esto con la ayuda de una wincha.

Diámetro de tallo: Se evaluó 6 plantas seleccionadas de cada tratamiento, el diámetro del tallo fue medido con la ayuda de un vernier, esta evaluación se efectuó mensualmente a los 30, 60 y 90 días después de trasplante.

Días a la floración: Se contó el número de días a la primera floración en las 6 plantas según cada tratamiento y repetición.

Número de ramas por planta: Se evaluó realizando el conteo de las ramas principales de las 6 plantas seleccionadas de cada unidad experimental, esta evaluación se efectuó mensualmente a los 30, 60 y 90 días después de trasplante.

Número de frutos por planta: Se contabilizo el número de frutos de ají charapita de 6 plantas por tratamiento y repetición, al momento de la madurez fisiológica.

Días a la primera cosecha: Se contó el número de días a la primera cosecha en las 6 plantas seleccionadas según cada tratamiento y repetición, tomando en cuenta la madurez fisiológica de los frutos.

Peso total de frutos por planta: Se pesó el total de frutos cosechados por planta de las 6 plantas netas seleccionadas de cada unidad experimental.

Rendimiento de unidad experimental: Se cosechó el total de los frutos de las 20 plantas y se pesó cada uno según cada unidad experimental.

Rendimiento por ha: El rendimiento por ha fue calculado en función a la densidad de siembra y al rendimiento de cada unidad experimental, expresándose en kg ha^{-1}.

3.8. EJECUCIÓN DEL ENSAYO.

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

Preparación de abonos orgánicos y microrganismos eficaces: Se utilizó una mochila manual de 20 litros para la incorporación, se utilizó 10 litros de EM COMPOST activado más 90 litros de agua limpia sin cloro para vacaza y de igual manera para la gallinaza, se hizo 2 montículos para mezclar de manera homogénea con la ayuda de una pala recta.

Para la descomposición de los abonos se tapó los montículos con costales y plástico sin dejar espacios descubiertos para evitar la incidencia de los rayos solares y la lluvia. Cada 10 días durante 2 meses se realizaban volteos y revisamos que la temperatura no exceda los 50 °C para no afectar la actividad microbiana y la perdida de nitrógeno.

Análisis de suelo: Se tomó una muestra global de la parcela experimental de 20 cm y luego se llevó al laboratorio de suelos del INIA- Pucallpa para los respectivos análisis.

Preparación del terreno-almácigo: La preparación del terreno y almácigo se realizó mediante la eliminación de malezas y arbustos que se encontraron dentro de la parcela, para lo cual se utilizó un tractor agrícola con rastra liviana, luego la nivelación se hizo con una pala recta.

Parcelación del área experimental: Para el trazado y demarcación del terreno se utilizó estacas de madera, cordeles (rafia de colores) y wincha, se midió entre bloques 4.20m por unidad experimental con 1m de calle y entre tratamientos 3.40m por unidad experimental la separación entre parcelas de 0.50 m, también se parceló el terreno de la cama almaciguera de 1m x 2 m.

Preparación de cama almaciguera: Para poder obtener plántulas en mejores condiciones, realizamos un pequeño tinglado se utilizó material de la zona, como hojas de shapaja y coco para reducir el ingreso del sol, la cama almaciguera se hizo tipo alzada de 1m de largo por 2m de ancho con 20cm de altura.

Selección de las semillas: Las semillas se obtuvieron de las parcelas de la Asociación de Productores Ecológicos Pimental Campo Verde, la selección de semilla se efectuó de manera visual seleccionando los frutos que muestran mejor vigor, color y forma, se realizó el secado de los frutos bajo temperatura ambiente, para posteriormente extraer las semillas y ser almacenadas en sobres de papel.

Siembra de almácigo: Se utilizó 0.5 kg de semilla de ají charapita, se sembró al voleo sobre el suelo húmedo e incorporamos tierra fina encima de las semillas.

Estaqueado y poceado: Se realizó la alineación trazando una línea madre y a partir de ella se colocó las estacas de acuerdo con el distanciamiento de 0.80m entre hileras y 0.80 m entre plantas, se hizo hoyos y se separó a un lado la primera capa de tierra de 5 a 10 cm porque tiene mucha materia orgánica. Luego, se colocó esa capa en el fondo del hoyo.

Incorporación de las fuentes de materia orgánica: La incorporación al suelo de la materia orgánica (gallinaza y vacaza) procesada con EM se realizó en forma localizada en los hoyos con la ayuda de una pala recta para mezclarlo con el suelo, esto se hizo 15 días antes del trasplante.

Trasplante y replante: Se realizó la extracción de las plántulas con una altura promedio de 10cm aproximadamente con ayuda de un machete, sin malograr el pan de tierra y evitando no dañar las raicillas del ají, se realizó el trasplante a un distanciamiento de 0.80 m entre hileras y 0.80 m entre plantas colocando 2 plantas por hoyo, el replante se realizó en donde las plantas murieron.

Control de malezas: Se realizó de forma manual con la ayuda de azadón y machete.

Riego: Los riegos se realizaron de forma constante de acuerdo a la capacidad de campo del suelo con la ayuda de una manguera de 30 metros.

Aplicación foliar de Fitoprotectante a todas las plantas: Se aplicó 1.5 L de EM compost activado más 200 g de EM cerámica (minerales) en una mochila manual de 20 litros, esta mezcla se aplicó al área foliar de todas las plantas sin excepción algunos 15 días después de la siembra y 15 días después de la primera aplicación, a fin de brindar protección a las plantas ante cualquier ataque de plagas y enfermedades.

Cosecha: La cosecha se realizó en forma manual cuando los frutos se encontraban en su madurez fisiológica.

Selección de plantas de cada unidad experimental: Se seleccionaron 6 plantas netas de las 20 de que se sembraron en cada unidad experimental, a partir de ellos se realizaron los registros de las evaluaciones de los parámetros.

3.9. POBLACIÓN Y MUESTRA.

La población estuvo constituida por un total de 400 plantas del cultivo de ají charapita, lo sembramos a un distanciamiento de 0,80 m entre plantas y 0,80 m entre hileras, lo que hace una densidad de 15,625 plantas por ha.

La muestra de estudio estuvo constituida por 6 plantas netas seleccionadas de la parte central de cada unidad experimental, un total de 120 plantas, que corresponde al 30% de la población.

3.10. DISEÑO ESTADÍSTICO.

Se utilizó el Diseño de Bloques completos al azar (DBCA), con 5 tratamientos y 4 repeticiones, el análisis de varianza se realizó a través de la prueba de comparación de medias según Duncan al 0.05 nivel de significación.

Cuadro 4. ANVA.

Fuente de variabilidad	G.L
Repeticiones (r-1)	4-1 = 3
Tratamientos (t-1)	5-1 = 4
Error (t-1) (r-1)	12
Total (r.t-1)	19

Modelo matemático

$$Yij = U + Ti + Bj + Eij$$

Donde:

Yij = Variable respuesta en la j-ésima repetición y el Ti-ésimo tratamiento.
U = Media general.
Ti = Efecto del Ti-esimo tratamiento.
Bj = Efecto del Bj-esimo bloque.
Eij = Error aleatorio.

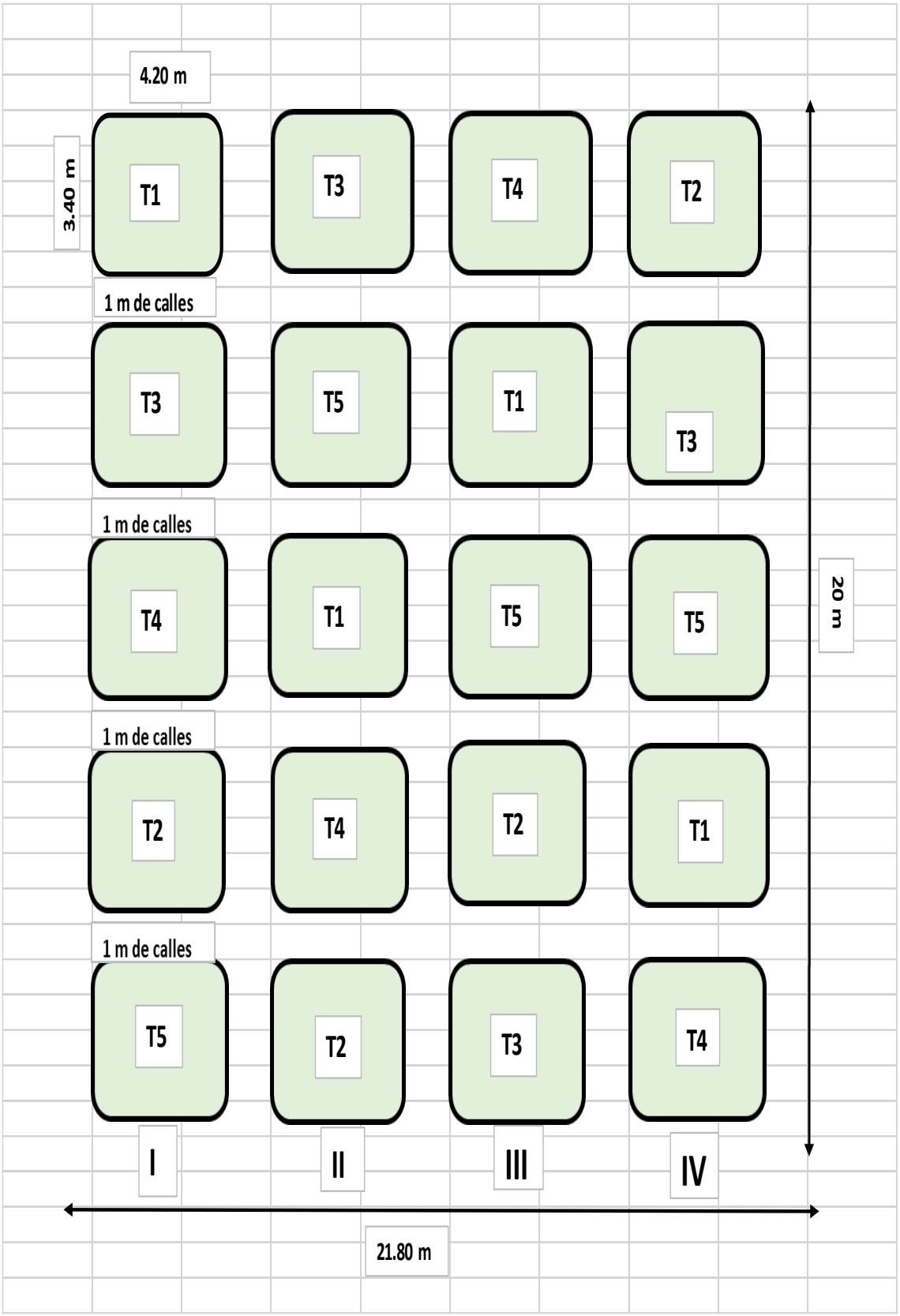


Figura 2. Croquis experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. RESUMEN DE PARÁMETROS EVALUADOS.

Cuadro 5. Resumen de parámetros evaluados en etapa de crecimiento y etapa de desarrollo.

Trat.	N° de evaluación/días	Altura de planta (cm)	Diámetro tallo (cm)	Ramas por planta	Días a floración	Días a primera cosecha	Frutos por planta	Peso total frutos por planta(kg)	Rendimiento kg/ha
T1	1ra/30 días	18.8	0.26	4	94	130	26.5	19.5	287.8
	2ra/60 días	23.2	0.35	6					
	3ra/90 días	40.4	0.91	7					
T2	1ra/30 días	18.5	0.24	4	94	122	73.6	60.1	824.1
	2ra/60 días	22.6	0.33	6					
	3ra/90 días	37.4	1.02	8					
T3	1ra/30 días	19.4	0.29	5	80	119	248.8	193	2807.6
	2ra/60 días	23.2	0.38	8					
	3ra/90 días	45.0	1.25	12					
T4	1ra/30 días	20.2	0.32	5	82	120	221.4	171.9	2420.0
	2ra/60 días	24.7	0.41	7					
	3ra/90 días	44.9	1.09	11					
T5	1ra/30 días	21.0	0.35	5	76	107	526.1	409.8	5808.3
	2ra/60 días	26.4	0.45	8					
	3ra/90 días	54.9	1.46	13					

Los resultados fueron analizados en base a los indicadores de crecimiento como altura de planta, diámetro de tallo, número de ramas por planta y días a la floración y al inicio de maduración, mientras que los indicadores de desarrollo fueron discutidos por medio del número de frutos por planta, peso total de frutos por planta y rendimiento ajustado por ha.

4.2. ALTURA DE PLANTA.

Al efectuar el análisis de varianza para la variable altura de planta en la primera evaluación (a 30 días después de la siembra) se determinó diferencias altamente significativas entre los tratamientos probados, con un coeficiente de variabilidad de 3.97% (Cuadro 1A).

Cuadro 6. Altura de planta por tratamiento y evaluación.

Tratamientos	Altura de planta (cm)		
	30 dds	60 dds	90 dds
Testigo	18.8 c	23.2 bc	40.4 b
Vacaza	18.5 c	22.6 c	37.4 b
Vacaza + EM	19.4 bc	23.2 bc	45.0 b
Gallinaza	20.2 ab	24.7 b	44.9 b
Gallinaza + EM	21.0 a	26.4 a	54.9 a
CV (%)	3.97	4.44	10.93

*Letras iguales no son significativamente diferentes.

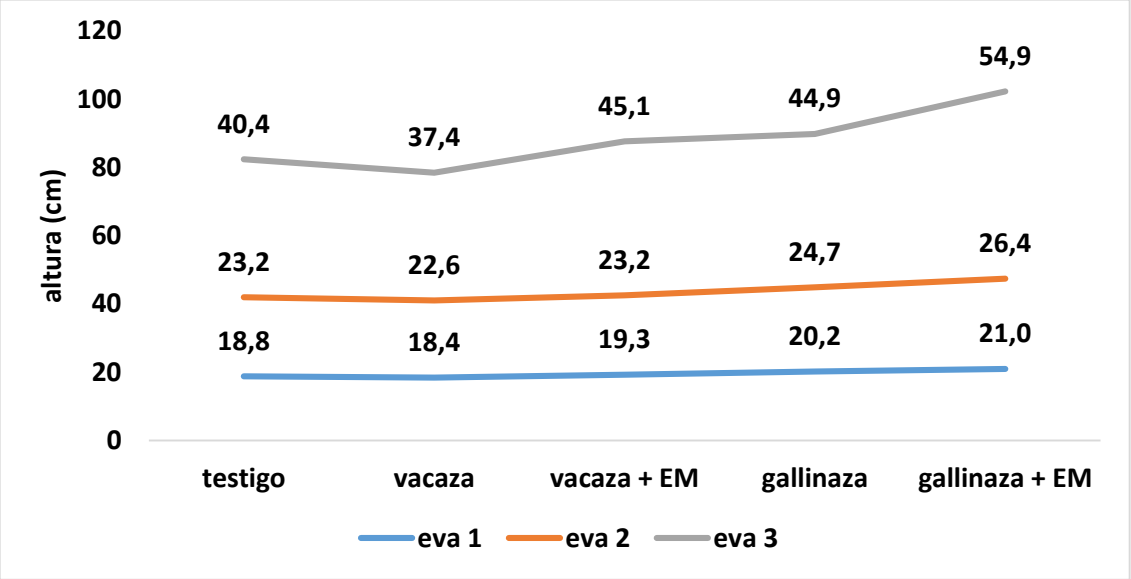


Figura 3. Altura de planta por tratamiento y evaluación.

Mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan ($P<0.05$) se constató que con la aplicación de 0.5 kg de gallinaza por planta + 5% de EM se obtuvo la mayor altura de planta (21.0 cm) sin mostrar diferencias estadísticas con el tratamiento a base sólo de gallinaza (20.2 cm) y superior a los demás tratamientos, donde la aplicación de 0.5 kg de vacaza por planta y el testigo sin aplicación registraron 18.5 y 18.8 cm de altura, respectivamente. (Cuadro 5).

En la segunda evaluación (a los 60 días) se observan diferencias altamente significativas entre tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 4.44%, y al realizar la prueba de rangos múltiples de Duncan ($P<0.05$) se observa que la

mayor altura fue registrada por el tratamiento a base de gallinaza + EM con 26.4 cm superior a todos los demás tratamientos, seguido de los tratamientos gallinaza, vacaza + EM y el testigo, con 24.7, 23.22 y 23.2 cm, respectivamente. (Cuadro 2A).

Posteriormente, en la última evaluación (a los 90 días), el análisis de varianza nos confirma diferencias altamente significativas entre tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 10.9%, lo cual da confianza a los resultados obtenidos. La prueba de rangos múltiples de Duncan ($P<0.05$) señala que la mayor altura fue lograda con el tratamiento a base de gallinaza + EM con 54.9 cm y entre los demás tratamientos no existen diferencias, cuyos valores oscilan entre 37.4 y 45.0 cm para vacaza y vacaza + EM, sucesivamente (Cuadro 3A).

Los resultados encontrados pueden atribuirse al mejor desempeño de la actividad microbiana proveniente de los microorganismos eficientes EM para descomponer rápidamente la fuente orgánica, en este caso la gallinaza y propiciar un mayor crecimiento de la planta de ají charapita, por la mayor disponibilidad de nutrientes que provoca la descomposición de la materia orgánica, conforme lo señalan Vela (2018) y Vargas (2021).

4.3. DIÁMETRO DE TALLO.

Se efectuaron tres evaluaciones a los 30, 60 y 90 días después de la siembra del ají charapita, cuyos resultados se muestran en el cuadro 6 y al efectuar el análisis de varianza en la primera evaluación determinamos diferencias altamente significativas entre los tratamientos estudiados, destacando en la prueba de rangos múltiples de Duncan ($P<0.05$) los tratamientos a base de gallinaza + EM y gallinaza con 0.35 y 0.32 cm, superiores a los demás, donde el testigo registró 0.26 cm de diámetro (Cuadro 4A).

Cuadro 7. Diámetro de tallo por tratamiento y evaluación.

Tratamientos	Diámetro de tallo (cm)		
	30 dds	60 dds	90 dds
Testigo	0.26 bc	0.35 cd	0.91 c
Vacaza	0.24 c	0.33 d	1.02 bc
Vacaza + EM	0.29 b	0.38 bc	1.25 ab
Gallinaza	0.32 a	0.41 b	1.09 bc
Gallinaza + EM	0,35 a	0.45 a	1.46 a
CV (%)	7.67	6.58	14.56

*Letras iguales no son significativamente diferentes.

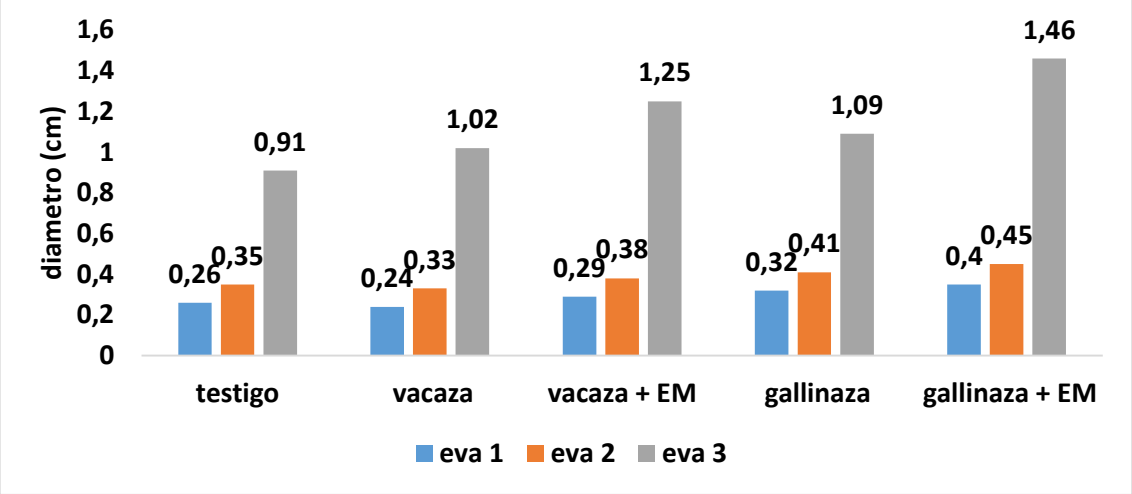


Figura 4. Diámetro de tallo por tratamiento y evaluación.

En la segunda evaluación, la prueba de Duncan (P<0.05) destaca la superioridad del tratamiento gallinaza + EM con 0.45 cm, y donde el menor grosor de tallo fue obtenido por el tratamiento a base de vacaza con 0.33 cm (Cuadro 5A).

La última evaluación de diámetro de tallo reafirma los resultados de las dos anteriores, mediante la cual a través de la prueba de rangos múltiples de Duncan (P<0.05) los tratamientos a base de gallinaza y vacaza procesados con EM obtuvieron los mayores valores de diámetro de tallo, con 1.46 y 1.25 cm, respectivamente y donde el testigo registró sólo 0.91 cm de grosor de tallo (Cuadro 6A).

Los resultados en diámetro de tallo podrían deberse al mejor desempeño de los microorganismos eficientes EM para descomponer en forma más rápida, la gallinaza y propiciar un mayor crecimiento de la planta de ají charapita, por la mayor disponibilidad de nutrientes sobre todo N, que es indispensable en el metabolismo de la planta (Pinedo 2018).

4.4. NÚMERO DE RAMAS POR PLANTA.

Se realizaron tres evaluaciones en esta variable a los 30, 60 y 90 días después de la siembra (Cuadro 3). En la primera evaluación se registró diferencias significativas entre tratamientos, confirmándose con la prueba de rangos múltiples de Duncan ($P<0.05$) en la cual, los tratamientos gallinaza y vacaza procesados con EM logran los mejores resultados con 5 y 5 ramas por planta, superiores al testigo con 4 ramas por planta (Cuadro 7A en Anexo).

En la siguiente evaluación, (Cuadro 8A) se demuestra la superioridad del tratamiento a base de gallinaza + EM, reportando 8 ramas por planta sin mostrar diferencias con el tratamiento vacaza + EM que obtuvo 8 ramas por planta, mientras que, con el testigo, las plantas produjeron en promedio, 6 ramas por planta.

Cuadro 8. Número de ramas por planta por tratamiento y evaluación.

Tratamientos	Número de ramas por planta		
	30 dds	60 dds	90 dds
Testigo	4 b	6 c	7 d
Vacaza	4 b	6 c	8 c
Vacaza + EM	5 a	8 a	12 a
Gallinaza	5 a	7 b	11 b
Gallinaza + EM	5 a	8 a	13 a
CV (%)	8.98	5.79	6.46

*Letras iguales no son significativamente diferentes.

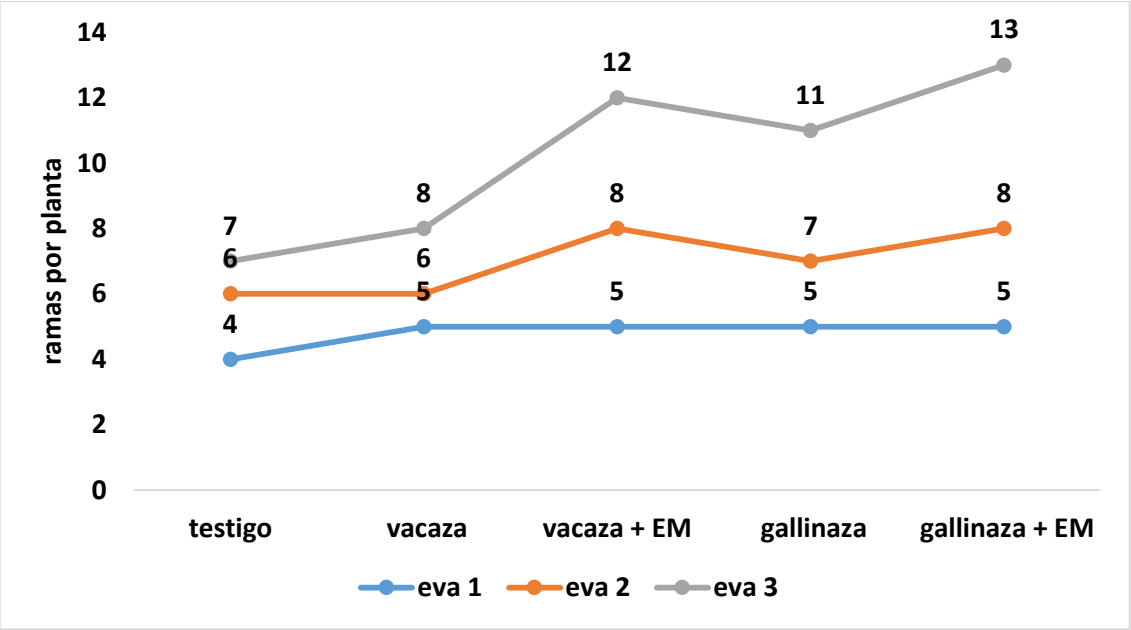


Figura 5. Número de ramas por planta por tratamiento y evaluación.

A los 90 días después de la siembra, se confirma las diferencias entre tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 6.46% y la prueba de rangos múltiples de Duncan (P<0.05) define la superioridad de los tratamientos gallinaza + EM y vacaza + EM con 13 y 12 ramas por planta, ampliamente superiores al testigo, quien registró 7 ramas por planta (Cuadro 9A).

Los resultados encontrados son significativos debido a la actividad microbiana proveniente de los microorganismos eficientes EM para descomponer rápidamente la materia orgánica, en este caso la gallinaza y propiciar un mayor desarrollo de ramas, por la mayor disponibilidad de nutrientes que provoca la descomposición de la materia orgánica (Vela 2018 y Vargas 2021).

4.5. DÍAS A LA FLORACIÓN Y A LA MADURACIÓN.

A la floración, el análisis de varianza indica diferencias altamente significativas entre los tratamientos estudiados, y la prueba de rangos múltiples de Duncan (P<0.05) señala la ventaja de precocidad del tratamiento gallinaza + EM con 76 días, respecto a los demás tratamientos, donde gallinaza y vacaza + EM reportan 82 y 80 días a la floración, respectivamente, mientras que el testigo demoro 94 días para completar esta etapa fenológica. (Cuadros 4 y 10A).

Cuadro 9. Días a la floración y a la maduración por tratamiento y evaluación.

Tratamientos	Días a la floración	Días a la maduración
Testigo	94 a	130 a
Vacaza	94 a	122 b
Vacaza + EM	80 c	119 c
Gallinaza	82 b	120 c
Gallinaza + EM	76 d	107 d
CV (%)	0.99	0.97

*Letras iguales no son significativamente diferentes.

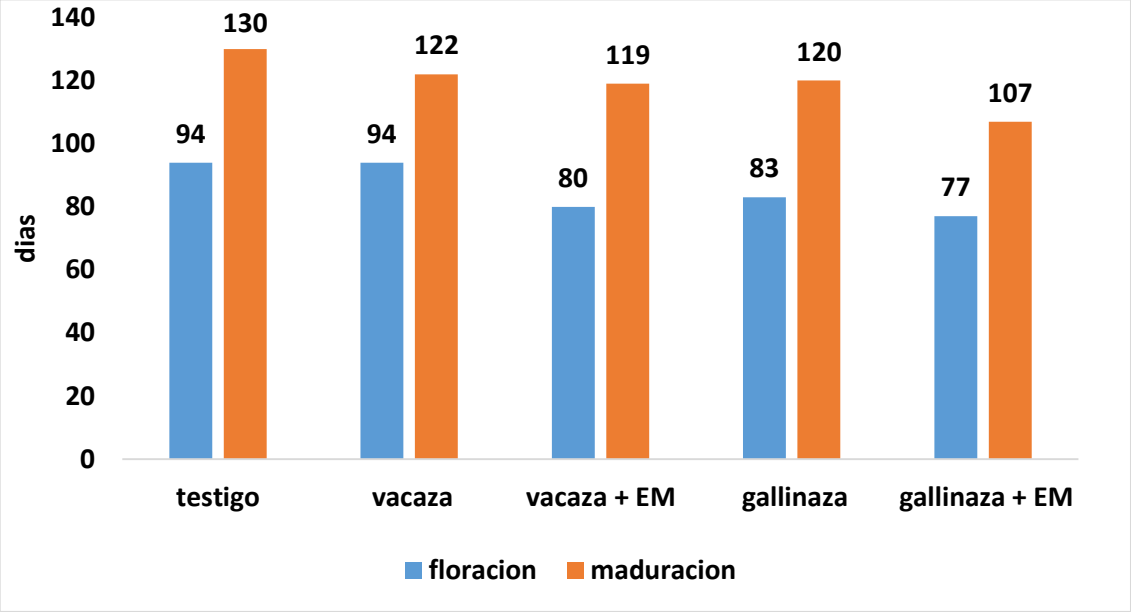


Figura 6. Días a la floración y a la maduración por tratamiento y evaluación.

Al inicio de la fase de maduración, se comprueba mediante el análisis de variancia que existen diferencias entre tratamientos, y la prueba de rangos múltiples de Duncan ($P<0.05$) reporta que el testigo sin aplicar fue el más tardío con 130 días, mientras que los tratamientos donde se aplicó gallinaza + EM, vacaza + EM y solo gallinaza y vacaza maduraron a los 107, 119 y 120,122 días, respectivamente (Cuadros 4 y 11A).

Los resultados encontrados son significativos con el tratamiento de gallinaza + EM compost activado, debido a que los microorganismos mejoran la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, dejando los elementos

disgregados en forma simple para facilitar la absorción por el sistema radical y reduciendo así el tiempo de floración y de esta manera la maduración del fruto en menos días (Ibáñez 2011).

4.6. NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA.

Uno de los primeros indicadores de rendimiento está referido al número de frutos por planta (cuyos resultados provienen de cuatro oportunidades de cosecha) y en el cual, a través del análisis de variancia, se demuestra diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados con un coeficiente de variabilidad de 24.73% (Cuadros 5 y 12A).

Cuadro 10. Indicadores de rendimiento por tratamiento y evaluación.

Tratamientos	Indicadores de rendimiento		
	Numero de frutos planta^{-1}	Peso de frutos planta^{-1} (g)	Rendimiento ajustado (kg ha^{-1})
Testigo	26.5 c	19.5 c	287.8 c
Vacaza	73.6 c	60.1 c	824.1 c
Vacaza + EM	248.8 b	193.0 b	2807.6 b
Gallinaza	221.4 b	171.9 b	2420.0 b
Gallinaza + EM	526.1 a	409.8 a	5808.3 a
CV (%)	24.73	24.82	25.78

*Letras iguales no son significativamente diferentes.

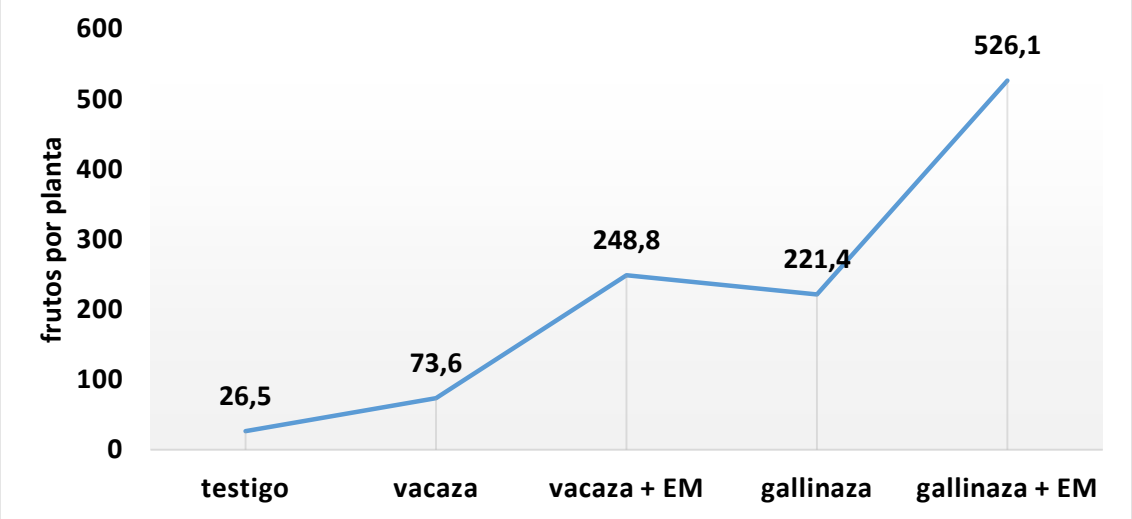


Figura 7. Número de frutos por planta por tratamiento y evaluación.

En la prueba de rangos múltiples de Duncan (P<0.05) se destaca la superioridad de la aplicación de gallinaza + EM con 526.1 frutos planta^{-1}, seguido de los tratamientos gallinaza y vacaza + EM con 221.4 y 248.8 frutos planta^{-1} cada uno, mientras que el testigo quedó en el último lugar con solo 26.5 frutos planta^{-1}.

Sobre el particular, Luna (2014) en Tarapoto, evaluando el efecto de cuatro dosis de fosfonato de calcio y boro en ají charapita, encontró que con la dosis de 1 l ha^{-1} logro hasta 2514 frutos por planta, superior a lo encontrado en este trabajo con 526 frutos por planta, usando 0.5 kg de gallinaza con EM.

4.7. PESO TOTAL DE FRUTOS POR PLANTA.

Respecto al peso total de frutos por planta (producto de las cuatro oportunidades de cosecha), se llegó a determinar diferencias altamente estadísticas entre tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 24.82%, considerado aceptable para condiciones de campo. La prueba de rangos múltiples de Duncan (P<0.05) refuerza la superioridad de la aplicación de gallinaza + EM con 409.8 g planta^{-1}, seguida de los tratamientos vacaza+ EM y solo gallinaza con 193.0 y 171.9 p planta^{-1} cada uno, mientras que el testigo sin aplicar abonos, obtuvo 19.5 g planta^{-1} (Cuadros 5 y 13A).

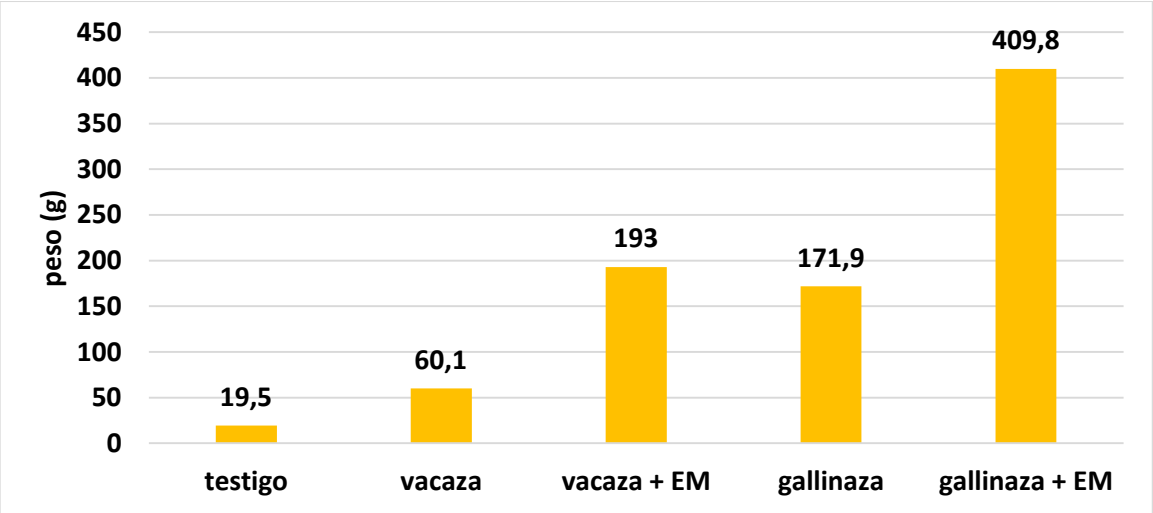


Figura 8. Peso de frutos por planta por tratamiento y evaluación.

Del mismo modo, se puede atribuir la eficiencia encontrada en los resultados de peso de frutos por planta, a la aplicación de EM, que ha permitido una rápida descomposición de la materia orgánica y la pronta liberación de nutrientes que han incidido en el mayor peso de frutos por planta, en comparación con los demás tratamientos.

4.8. RENDIMIENTO AJUSTADO POR HA.

Los resultados de productividad se analizaron en base al rendimiento obtenido en cada unidad experimental y ajustado a la densidad de 15 625 plantas ha^{-1} por tratamiento y repetición. De esta forma, el análisis de varianza demuestra diferencias altamente significativas entre los tratamientos aplicados, ya que la prueba de rangos múltiples de Duncan ($P<0.05$) destaca que con la aplicación de gallinaza + EM se obtuvo el mejor rendimiento con 5808.3 kg ha^{-1}, seguido de los tratamientos vacaza + EM y solo gallinaza con 2807. 6 y 2420.0 kg ha^{-1} quienes no muestran diferencias entre ellos, pero superiores al testigo sin aplicar que registró 287. 8 kg ha^{-1} (Cuadros 5 y 14A).

Un análisis similar demuestra que, independientemente del factor genético, y tomando en cuenta el aporte de la aplicación de gallinaza procesada con EM compost, se pudo incrementar en este ensayo el rendimiento hasta por 20.1 veces en relación a cuando no se aplica abonos orgánicos (testigo) y de igual manera se incrementa en 2.8, 9.7 y hasta 8.4 veces al aplicarse con la dosis estudiada los tratamientos con vacaza, vacaza + EM y solo gallinaza, respectivamente.

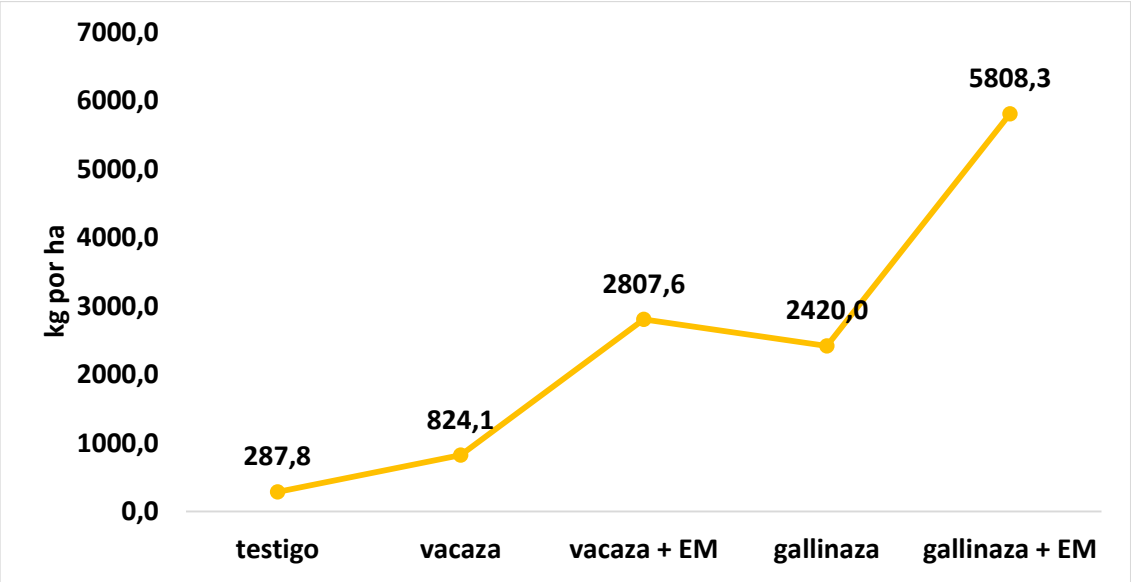


Figura 9. Rendimiento ajustado por ha por tratamiento y evaluación.

Finalmente, debemos tomar en cuenta que, en los cultivos agrícolas se deben manejar cantidades adecuadas de los nutrientes esenciales a través de una buena fertilización para que las plantas puedan realizar funciones fisiológicas importantes como la absorción, circulación, respiración, transformación y producción de alimentos. Los suelos se deben tomar como medios nutritivos que aportan ciertas concentraciones de nutrientes bajo condiciones climáticas específicas, siendo importante manejar un diagnóstico integral previo para utilizar las dosis adecuadas en el tiempo adecuado, de acuerdo a los requerimientos nutricionales del cultivo, evitando un aumento de los costos de producción. Una fertilización integral permite al agricultor tener mayores ganancias, buena sanidad vegetal, calidad en el producto y equilibrio con el medio ambiente.

4.9. CAMBIOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO DEL MEJOR TRATAMIENTO.

Para esta evaluación, al finalizar el ensayo, se procedió a analizar el suelo experimental del mejor resultado T5, comparando los datos con el análisis de suelo inicial que se realizó antes de la preparación del terreno del proyecto.

Como se observa en el Cuadro 15A, el pH del suelo varió de fuertemente ácido a moderadamente ácido (5.19 a 5.33), el contenido de P subió significativamente de 0.51 ppm en el suelo inicial a 5.84 ppm, el contenido de Al y la saturación de Al se redujeron al 50%, la capacidad de intercambio catiónico CIC subió de 5.02 meq/100 g en el suelo inicial a 5.36 meq/100 g de suelo con el tratamiento gallinaza + EM, así como el contenido de materia orgánica, que se incrementó de 0.17 en el suelo inicial a 3.45% con el tratamiento gallinaza + EM y, finalmente el contenido de N total subió de 0.01% en el suelo inicial a 0.16% en el caso del tratamiento gallinaza + EM.

Estos resultados nos infieren que las diferencias encontradas entre los tratamientos estudiados para las variables evaluadas, tienen una estrecha relación con la aplicación de la fuente de materia orgánica, en este caso la gallinaza, procesada con microorganismos eficaces EM, lo cual ha permitido su rápida descomposición y, por tanto, la mayor liberación de nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo del cultivo de ají charapita. Esto se corrobora con los valores de rendimiento de fruto alcanzados con los tratamientos gallinaza + EM y vacaza + EM (5808 y 2807 kg ha^{-1} cada uno).

V. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los objetivos propuestos, se concluye:

1. Para los indicadores de crecimiento, los tratamientos a base de gallinaza + EM y vacaza + EM destacaron sobre los demás tratamientos incluido el testigo sin aplicar en las variables en altura de planta, diámetro de tallo, número de ramas por plantas, días a la floración e inicio de maduración.

2. Para los indicadores de rendimiento, el tratamiento a base de gallinaza + EM superó significativamente a los demás tratamientos incluido el testigo sin aplicar en las variables número de frutos por planta, peso total de frutos por planta y rendimiento por ha.

3. Los resultados encontrados para los indicadores de crecimiento y rendimiento han tenido sustento por la buena performance de la gallinaza procesada con microorganismos eficientes sobre algunas propiedades físicas y químicas del suelo experimental.

VI. RECOMENDACIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se recomienda lo siguiente:

1. Probar la aplicación de las fuentes de materia orgánica vacaza y gallinaza en diferentes concentraciones de EM compost para encontrar el nivel óptimo de aplicación no solo en el cultivo de ají charapita sino también en otras hortalizas.

2. Efectuar un estudio económico que permita establecer el punto de equilibrio entre la dosis de aplicación de la gallinaza y la concentración de EM y el óptimo rendimiento en base al análisis de los indicadores Relación Beneficio-costo, VAN, TIRE entre otros.

VII. LITERATURA CONSULTADA.

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. Lima. Perú. SENAMHI. 98p.

Bejarano, S. 2001. Elaboración, uso y manejo de abonos orgánicos. (En línea). Colombia. Consultado 12 de febrero 2020. Disponible en. www.holmanbejara- no.tk.humano.ya.com(holbeja)abonos.html.

Cárcamo, J. 2008. Efecto de tres fuentes de abono orgánico (vacaza, compost de residuos sólidos urbanos y humus de lombriz) en el crecimiento y rendimiento del cultivo de noni (*Morinda citrifolia* L.) durante el primer año de establecimiento en un inceptisol de Pucallpa. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa-Perú. Pp.30-33.

Cervantes, F. 2007. Abonos orgánicos. (En línea). Consultado [14.04.2020] Disponible: http://www.infoagro.com/abosnos/abonos_organicos.htm

Damarys, G. 2008. Animales y producción, Consultado en línea [10.05. 2020] Disponible:http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm

Durán, E. 2004. Manual de Cultivos Orgánicos y Alelopatía. Centro de Enseñanza Agropecuaria, Cali. Colombia. 23p.

EM Reasearch Organization. 2007. Microorganismos eficientes. Consultado en línea [12 de febrero 2020]. Disponible en: http://emro.co.jp/English/

EM Producción y Tecnología. 2011. Guía de tecnología de EM. Consultado en línea [22 de marzo 2020]. Disponible en: http://boletin_tecnologia_ EM/pdf

Espinoza, D. 2017. Caracterización morfológica de ajíes de la costa del Perú. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. Pp.8-16.

Fernández, M.; Berrocal, L.; Moore. M.; Paredes, Ch.; Pérez, S.; Quispe, O. Lázaro, L.; Pareja, C.; Palomino. 2010. Tecnología productiva de lácteos. Consultado en línea [12 de mayo del 2020]. Disponible: https:// www.solidperu.com/upl/1/en/doc/4%20Produccion%20de%20pastos%20Marco%20referencial.pdf

Fundación Piedrabuena. 2003. Uso del EM en la producción avícola (En línea). Consultado el 12 de mayo del 2020. Disponible en: http://em.iespana.es/manuales/manuales.html

García, X. 2017. Tratamiento de los residuos sólidos generados en sanitarios ecológicos mediante el uso de microorganismos eficientes en un proceso de compostaje. Tesis Posgrado Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. 166p.

Huamán, E. 2019. Influencia de dos fuentes de materia orgánica enriquecidas con microorganismos eficientes (EM) en la producción del cultivo de frijol caupí (*Vigna unguiculata* (L) Walp) en un inceptisols de Pucallpa. Tesis Ingeniero Agrónomo Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa. Perú. Pp. 6-8.

Ibáñez, J. 2011. Microorganismos Eficientes o Efectivos (EM) y Rehabilitación de Suelos. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. Consultado: https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2011/03/02/137556

INFOAGRO. 2008. Informativo del agro. Cultivo de lechuga. Generalidades. En línea. Consultado el 15 de abril del 2020. Disponible en www.infoagro.com/hortalizas/lechuga

INTAGRI 2007. Nutrición vegetal. La gallinaza como fertilizante. Consultado en línea [27.03.2020]. Disponible en WorldWife Web: http://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/gallinaza-como-fertilizante

Luna, L. 2014. Efecto de cuatro dosis de fosfonato de calcio y boro en el cultivo de ají charapita (*Capsicum frutescens* l.) en la localidad de Lamas. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Martin. Tarapoto. Perú. 79p.

Marina, J. 2013. Efecto de la carencia de micronutrientes (Fe, B, Mn, Mo, Zn y Cu) en el crecimiento y desarrollo del cultivo de ají charapita *(Capsicum frutescens L.)* en Pucallpa. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa. Perú. 81p.

Martínez, A. 2015. Requerimientos nutricionales del ají *Capsicum annuum* L. y su relación con rendimiento bajo condiciones ambientales de Palmira, Valle del Cauca. Tesis posgrado. Universidad Nacional de Colombia. Cali Colombia. 88p.

Mozombite, J. 2012. Efecto de diferentes niveles de aplicación orgánica (humus de lombriz) en la producción de ají charapita *(Capsicum frutescens*) en un suelo ultisol de Pucallpa. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa-Perú. 61p.

Navarro, S. 2019. Dosis y frecuencias de aplicación foliar de microorganismos eficaces (EM) y su efecto en el rendimiento de los frutos del “ají habanero” (*Capsicum chínense* Jacq.) en el sector de Cieneguillo sur, Sullana – Piura. Tesis para optar el Título Profesional de Bióloga. Universidad Nacional de Piura. Piura-Perú 92 p.

Pinedo, H. 2018. Desarrollo, producción y la composición de capsaicina de ají charapita (C*apsicum frutescens*) cultivados en solución nutritiva con diferentes niveles de nitrógeno en Pucallpa. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa-Perú. 161p.

Porvenir. 2008. Suelo, abono y materiales orgánicos (en línea). Bolivia. Consultado el 12 de mayo 2020. Disponible en World Wife Web: http://www.porvenir.solarquest.com

Rengifo, R. 2016. Efecto de dos tipos de abonos orgánicos en el cultivo de ají Charapita (*Capsicum frutescens*), distrito de Manantay Provincia de Coronel Portillo Ucayali. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali Pucallpa. Perú. 121p.

Roncal, Ch. 2012. Comparativo del rendimiento de seis variedades de ajíes nativos en un inceptisol de Pucallpa. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa Perú. 72p.

Toalombo, R. 2012. Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos aplicados en el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum*). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Ambato. Cevallos. Ecuador. 87p.

Torres, N. 2018. Influencia de dos fuentes de materia orgánica (gallinaza y vacaza) enriquecidas con microorganismos eficientes (EM) en la producción del cultivo de pepino (*Cucumis sativa L.*) en Pucallpa-Ucayali-Perú. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa Perú. 82p.

Vargas, L. 2021. Efecto de la aplicación de gallinaza con microorganismos eficientes (EM) sobre la productividad del maní (*Arachis hipogaea* L.) variedad Rojo en el Caserío Santa Rosa de Dinamarca distrito de Masisea Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali Pucallpa. Perú. 85p.

Vela, A. 2013. Niveles de lombricompost y concentraciones de biol, en las características agronómicas y rendimiento de *Capsicum sp.* “motelito”. Distrito de San Juan Bautista, Loreto. Tesis Ingeniero Agrónomo Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos Perú. 75p.

Vela, B. 2018. Respuesta a la aplicación de gallinaza y vacaza enriquecidas con Microorganismos eficientes sobre la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L) Variedad Great Lakes 659 en el Centro de Producción de la UNU. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa Perú. Pp.13-14.

Villalobos, J. 2015. Efecto de cuatro dosis de fertilizante orgánico enriquecido con microorganismos (Ferti EM) en el cultivo de ají pimentón (C*apsicum annuum* L.) variedad California wonder, en el distrito de Lamas, San Martin, Perú. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Martin. Tarapoto-Perú. 84p.

VIII. ANEXO.

Cuadro 1A. ANOVA de altura de planta primera evaluación.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	0.38	0.10	0.17	0.91
Tratamientos	4	18.31	4.57	7.54	0.002**
Error	12	7.28	0.68		
Total	19				
. CV (%) =	3.97		R^2 =	0.71	

Cuadro 2A. ANOVA de altura de planta segunda evaluación.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	0.41	0.13	0.12	0.94
Tratamientos	4	38.36	9.59	8.39	0.001**
Error	12	13.70	1.14		
Total	19				
. CV (%) =	4.44		R^2 =	0.73	

Cuadro 3A. ANOVA de altura de planta tercera evaluación.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	5.94	1.98	0.08	0.96
Tratamientos	4	701.40	175.35	7.38	0.003**
Error	12	285.00	23.75		
Total	19				
. CV (%) =	10.93		R^2 =	0.71	

Cuadro 4A. ANOVA de diámetro de planta primera evaluación.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	0.008	0.002	5.42	0.01**
Tratamientos	4	0.028	0.007	13.73	0.0002**
Error	12	0.006	0.0005		
Total	19				
. CV (%) =	7.67		R^2 =	0.85	

Cuadro 5A. ANOVA de diámetro de planta segunda evaluación.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	0.010	0.003	5.54	0.01**
Tratamientos	4	0.037	0.009	14.62	0.0001**
Error	12	0.007	0.0006		
Total	19				
. CV (%)	=	6.58		R^2 =	0.86

Cuadro 6A. ANOVA de diámetro de planta tercera evaluación.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	0.208	0.069	2.47	0.11
Tratamientos	4	0.727	0.181	6.47	0.005**
Error	12	0.006	0.0005		
Total	19				
. CV (%)	=	14.56		R^2 =	0.73

Cuadro 7A. ANOVA de número de ramas por planta primera evaluación.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	0.36	0.12	0.68	0.57
Tratamientos	4	3.18	0.79	4.47	0.019*
Error	12	2.13	0.17		
Total	19				
. CV (%)	=	8.98		R^2 =	0.62

Cuadro 8A. ANOVA de número de ramas por planta segunda evaluación.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	0.94	0.31	1.92	0.18
Tratamientos	4	20.04	5.01	30.50	<0.0001*
Error	12	1.96	0.16		
Total	19				
CV (%)	=	5.79		R^2 =	0.91

Cuadro 9A. ANOVA de número de ramas por planta tercera evaluación.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	7.57	2.52	6.82	0.009**
Tratamientos	4	83.43	20.85	49.74	<0.0001**
Error	12	5.03	0.41		
Total	19				
. CV (%)	=	6.46		R^2 =	0.94

Cuadro 10A. ANOVA de días a la floración.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	1.80	0.60	0.83	0.50
Tratamientos	4	1042.5	260.62	359.48	<0.0001**
Error	12	8.70	0.72		
Total	19				
. CV (%)	=	0.99		R^2 =	0.99

Cuadro 11A. ANOVA de días al inicio de la maduración.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	2.55	0.85	0.63	0.60
Tratamientos	4	1019.00	254.75	180.79	<0.0001**
Error	12	16.20	1.35		
Total	19				
. CV (%)	=	0.97		R^2 =	0.98

Cuadro 12A. ANOVA de número de frutos por planta.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	4070.62	1356.87	0.46	0.71
Tratamientos	4	613546.80	153386.70	52.12	<0.0001**
Error	12	35313.39	2942.78		
Total	19				
. CV (%)	=	24.73		R^2 =	0.94

Cuadro 13A. ANOVA de peso de frutos por planta.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	2380.81	793.60	0.44	0.72
Tratamientos	4	371089.74	92772.43	51.55	<0.0001**
Error	12	21595.10	1799.59		
Total	19				
. CV (%) =	24.82		R^2 =	0.94	

Cuadro 14A. ANOVA de rendimiento por ha.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	615446.84	205148.95	0.52	0.67
Tratamientos	4	74894320.26	18723580.07	47.78	<0.0001**
Error	12	4710010.94	392500.91		
Total	19				
. CV (%) =	25.78		R^2 =	0.94	

Cuadro 15A. Resultados del análisis del suelo inicial y suelo del mejor tratamiento T5.

Tratam.	Textura	pH	P (ppm)	Al (meq/100 g)	CIC (meq/100 g)	% sat Al	MO (%)	N (%)
Suelo inicial	Franca	5.19	0.51	2.80	5.02	55.7	0.17	0.01
Gallinaza + EM	Franca	5.33	5.84	1.50	5.36	27.9	3.45	0.16

Fuente: Elaboración propia.



Figura 1A. Activación de EM Compost.



Figura 2A. Preparación de EM con gallinaza – vacaza.



Figura 3A. Preparación de terreno.



Figura 4A. Parcelación del área experimental.



Figura 5A. Cama almaciguera con tinglado.



Figura 6A. Selección de frutos y semillas.



Figura 7A. Siembra en cama almaciguera.



Figura 8A. Germinación de semillas.



Figura 9A. Aplicación de abonos procesados con EM Compost al suelo.



Figura 10A. Letrero del proyecto de investigación.



Figura 11A. Trasplante de plantones de ají charapita.



Figura 12A. Riego y control de malezas.



Figura 13A. Parcela experimental.



Figura 14A. Evaluación de diámetro de tallo.



Figura 15A. Evaluación de altura de planta.



Figura 16A. Plantas en estado de floración.



Figura 17A. Cosecha de frutos maduros.



Figura 18A. Plantas de ají charapita.



Figura 19A. Ajíes cosechados en la parcela experimental.



Figura 20A. Frutos cosechados de las plantas seleccionadas.