

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



**“EVALUACIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE
MICROORGANISMOS EFICIENTES NATIVOS EN EL
RENDIMIENTO DE LA CAIGUA (*Cyclanthera pedata* (L.)
Schrader), REGIÓN UCAYALI – PERÚ”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÓNOMO

HERMILIO JAVIN FLORES VARGAS

PUCALLPA – PERÚ

2020



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 **HERMILIO JAVIN FLORES VARGAS**, denominada: **“EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE MICROORGANISMOS EFICIENTES NATIVOS EN EL RENDIMIENTO DE LA CAIGUA (*Cyclanthera pedata* (L.) Schrader), REGIÓN UCAYALI – PERÚ”** 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 el sustentante lo declaramos: **APROBADO POR UNANIMIDAD** con el calificativo (*) **BUENO**.

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, 26 de octubre del 2020.


.....
Ing. Fernando Pérez Leal, Dr.
Presidente


.....
Ing. Javier Amacifuen Vigo, M.Sc.
Secretario


.....
Ing. Héctor Arbildo Paredes, M.Sc.
Miembro


.....
Ing. Fredy Helar Velásquez Ramírez, Dr.
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 Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

Ing. Fernando Pérez Leal, Dr.



.....
Presidente

Ing. Javier Amacifuen Vigo, M.Sc.



.....
Secretario

Ing. Héctor Arbildo Paredes, M.Sc.



.....
Miembro

Ing. Fredy Helar Velásquez Ramírez, Dr.



.....
Miembro

Bach. Hermilio Javin Flores Vargas



.....
Tesisista



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N° 003-2020

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

“EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE MICROORGANISMOS EFICIENTES NATIVOS EN EL RENDIMIENTO DE LA CAIGUA (*Cyclanthera pedata* (L.) Schrader), REGIÓN UCAYALI – PERÚ”

Cuyo autor (es) : FLORES VARGAS, HERMILIO JAVIN
Facultad : CIENCIAS AGROPECUARIAS
Escuela Profesional : AGRONOMÍA
Asesor(a) : Dr. VELÁSQUEZ RAMÍREZ, FREDY HELAR

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 10 %**.

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 SELLA la presente constancia.

Fecha: 07/01/2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION INTELECTUAL
DRA. DINA PARTIQUISPE
Dir. Gen. Prod. Intel.

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, Hermilio Javin Flores Vargas

Autor de la TESIS titulada:

"Efecto de diferentes dosis de microorganismos eficientes nativos de el Rendimiento de la caigua (Cyclanthera pedata (L) scharoder) Región Ucayali - Perú."

Sustentada el año: 2020

Con la asesoría de: Dr. FREDY Helar Velásquez Ramirez.

En la Facultad de: Ciencias Agropecuarias.

Carrera Profesional de: Agrozoología.

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 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: 26 / 10 / 2020

Email: maxi_javin2017@hotmail.com

Firma: Hermilio J.

Teléfono: 975 45 76 74

DNI: 40980879

DEDICATORIA.

A Dios, nuestro creador, por darme la vida y llenarme de sabiduría para lograr mis objetivos trazados.

A mis abuelitos, padres, hermanos que estuvieron constante en la elaboración de este trabajo.

A mi esposa, que siempre me apoyó en cada paso que di en mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTO.

Expreso mi más sincero agradecimiento a las siguientes instituciones y personas que han contribuido en la ejecución de la presente tesis:

A la Universidad Nacional de Ucayali por brindarme en sus recintos las enseñanzas a través de profesores idóneos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por su esmerada labor, a quienes valoro, respeto y guardo una profunda gratitud y reconocimiento.

Al Ing. Fredy Helar Ramírez Velásquez, por el valioso asesoramiento y constante apoyo durante toda la etapa de realización del presente trabajo de investigación.

A todas las personas que de alguna u otra forma ayudaron en la realización de la presente investigación.

ÍNDICE.

	Pág.
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
LISTA DE CUADROS.....	xii
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL CULTIVO DE LA CAIGUA (<i>Cyclanthera pedata</i> (L.) Schrader).....	3
2.2. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA DEL CULTIVO DE LA CAIGUA..	3
2.3. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DEL CULTIVO DE LA CAIGUA.	4
2.4. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y EXIGENCIAS DEL CULTIVO DE LA CAIGUA.....	5
2.5. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL Y PROPIEDADES MEDICINALES DE LA CAIGUA.....	6
2.6. MICROORGANISMOS EFICIENTES.....	7
2.7. APLICACIONES DE MICROORGANISMOS EFICIENTES EN DIFERENTES CAMPOS.....	9
2.8. ANTECEDENTES DE ESTUDIOS ANTERIORES.....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1. UBICACIÓN Y DURACIÓN DEL ESTUDIO.....	13
3.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DEL LUGAR DE ESTUDIO.....	13
3.3. MATERIALES, INSUMOS Y EQUIPOS.....	13
3.3.1. Insumos.....	13
3.3.2. Materiales.....	13
3.3.3. Equipos.....	14
3.4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
3.4.1. Diseño de la investigación.....	14
3.5. VARIABLES EVALUADAS.....	16
3.5.1. Variables dependientes.....	16

3.5.2. Variables Independientes.....	16
3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	16
3.7. EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	18
3.7.1. Procedimiento de captura y preparación de los microorganismos eficientes.....	18
3.7.2. Aplicación de microorganismos eficientes.....	19
3.7.3. Preparación del terreno y delimitación del área experimental.....	20
3.7.4. Siembra.....	20
3.7.5. Control de las malezas y riego.....	20
3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	20
IV. RESULTADOS.....	21
4.1. RESULTADOS DEL RENDIMIENTO, ALTURA DE PLANTA Y FRUTOS POR PLANTA DE CAIGUA.....	21
4.2. RESULTADO DEL DIÁMETRO, LONGITUD Y PESO DE LOS FRUTOS DE CAIGUA.....	23
V. DISCUSIÓN.....	27
5.1. RENDIMIENTO, ALTURA DE PLANTA Y FRUTOS POR PLANTA DE CAIGUA.....	27
5.1.1. Rendimiento.....	27
5.1.2. Altura de planta.....	27
5.1.3. Número de frutos por planta.....	28
5.2. DIÁMETRO, LONGITUD Y PESO DE LOS FRUTOS DE CAIGUA.....	29
5.2.1. Peso de fruto.....	29
5.2.2. Diámetro de fruto.....	29
5.2.3. Longitud de frutos.....	30
VI. CONCLUSIONES.....	31
VII. LITERATURA CITADA.....	32
VIII. ANEXO.....	35

RESUMEN.

La tesis se desarrolló en el fundo de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicada en la Carretera Federico Basadre Km 6,200, ciudad de Pucallpa, Perú. La duración del estudio fue de 4 meses. El objetivo general del trabajo de investigación fue evaluar diferentes dosis de microorganismos eficientes nativos en el rendimiento del cultivo de caigua (*Cyclanthera pedata* (L.) Schrader). El estudio fue de tipo experimental. Se utilizó un Diseño simple Completamente al Azar (DCA), con arreglo factorial del tipo 2 x 2 más el testigo (1), teniendo un total de 5 tratamientos, con 3 repeticiones y 15 unidades experimentales. Se evaluaron parámetros como: altura de planta, número de frutos por planta, rendimiento, peso de fruto, diámetro de fruto y longitud de fruto. De acuerdo a los resultados los tratamientos T3 y T4 (a 14 y 21 días de aplicación) con 50 cc de microorganismos eficientes fueron los que tuvieron un mejor efecto en el rendimiento de la caigua con promedios de 6,300 y 6,280 kg/ha. Así mismo los tratamiento T3 y T4 fueron los que tuvieron un mejor efecto en las variables de: altura de planta (169 y 159 cm), número de frutos por planta (105 y 95), diámetro de frutos (4.3 y 4.3 cm), longitud de frutos (13.5 y 12.6 cm) y peso de frutos (59 y 58 g). Por otro lado solo para la variable longitud de fruto el tratamiento T2 (a 21 días de aplicación) con 25 cc de microorganismos eficientes fue el que tuvo la mayor longitud de fruto frente a los otros tratamientos con un promedio de 14.8 cm. En conclusión se sostuvo que a mayores aplicaciones de microorganismos eficientes nativos al suelo las plantas de caigua suelen crecer y desarrollarse mejor y por consecuencia incrementar los rendimientos.

Palabras clave: Microorganismos eficientes, desarrollo, crecimiento, rendimiento.

ABSTRACT.

This thesis was developed on the grounds of the National University of Ucayali, located at Carretera Federico Basadre Km 6,200, city of Pucallpa, Peru. The duration of the study was 4 months. The main objective of the research work was to evaluate different doses of efficient microorganisms in the yield of the caigua (*Cyclanthera pedata* (L.) Schrader) crop. The study was experimental. A simple Completely Random Design (DCA) was used, with a factorial arrangement of the type 2 x 2 plus the control (1), having a total of 5 treatments, with 3 repetitions and 15 experimental units. Parameters such as: plant height, number of fruits per plant, yield, fruit weight, fruit diameter and fruit length were evaluated. According to the results, the treatments T3 and T4 (at 14 and 21 days of application) with 50 cc of efficient microorganisms were those that had a better effect on the yield of the caigua with averages of 6,300 and 6,280 kg / ha. Likewise, the treatments T3 and T4 were those that had a better effect on the variables of: plant height (169 and 159 cm), number of fruits per plant (105 and 95), diameter of fruits (4.3 and 4.3 cm), length of fruits (13.5 and 12.6 cm) and weight of fruits (59 and 58 g) On the other hand, only for the variable length of fruit treatment T2 (at 21 days of application) with 25 cc of efficient microorganisms was the one that had the longer fruit length compared to the other treatments with an average of 14.8 cm. In conclusion, it was argued that with greater applications of efficient microorganisms to the soil, caigua plants tend to grow and develop better and consequently increase yields.

Keywords: Efficient microorganisms, development, growth, performance.

LISTA DE CUADROS.

En el texto:		Pág.
Cuadro 1.	Composición nutricional de la especie <i>Cyclanthera pedata</i> (L.) Schrader en 100 g.....	6
Cuadro 2.	Análisis de varianza (ANVA).....	15
Cuadro 3.	Tratamientos combinaciones.....	18
Cuadro 4.	Rendimiento, altura de planta, y frutos por planta de caigua.....	21
Cuadro 5.	Resultados del diámetro, longitud y peso de los frutos de caigua.....	24
En el anexo:		
Cuadro 6A.	Rendimiento.....	36
Cuadro 7A.	Altura de planta.....	37
Cuadro 8A.	Frutos/planta.....	37
Cuadro 9A.	Longitud de frutos.....	38
Cuadro 10A.	Diámetro del fruto.....	38
Cuadro 11A.	Peso del fruto.....	39

LISTA DE FIGURAS.

En el texto:		Pág.
Figura 1.	Distribución geográfica del genero del cultivo de la caigua (<i>Cyclanthera pedata</i> (L.) Schrader) (Schwember 2014).....	3
Figura 2.	Descripción botánica de la especie <i>Cyclanthera pedata</i> (L.) Schrader (Schwember 2014).....	5
Figura 3.	Área total del experimento.....	15
Figura 4.	Distanciamiento entre planta y surco (Unidad experimental).....	16
Figura 5.	Rendimiento promedio de la caigua en kg/ha.....	22
Figura 6.	Promedio de altura de las plantas de caigua.....	22
Figura 7.	Promedio del número de frutos por planta de caigua.....	23
Figura 8.	Peso promedio de los frutos de caigua de los tratamientos estudiados.....	24
Figura 9.	Diámetro promedio de los frutos de caigua de los tratamientos estudiados.....	25
Figura 10.	Diámetro promedio de los frutos de caigua de los tratamientos estudiados.....	25
En el anexo:		
Figura 11A.	Instalación de las parcelas experimentales.....	40
Figura 12A.	Germinación de las plántulas.....	40
Figura 13A.	Evaluación de los parámetros productivos.....	41

I. INTRODUCCIÓN.

La especie hortícola *Cyclanthera pedata* (L.) Schrader más conocida como caigua pertenece a la familia de las cucurbitáceas, y es originaria del Perú, cultivándose desde épocas ancestrales. Actualmente a lo largo del País existen productores que toman esta actividad como una alternativa económica rentable (Ríos 2017). Por su parte en la región Ucayali la especie *Ciclanthera pedata* se cultiva aun de forma tradicional en pequeñas parcelas y con numerosas limitaciones tecnológicas. Las principales limitantes que más afectan al cultivo son: las plagas, los recursos genéticos y la degradación de los suelos los cuales afectan el rendimiento y la calidad del producto final (frutos) (Ríos 2017). Así mismo en la región Ucayali también existen agricultores que aprovechan los suelos de las restingas (suelos aluviales) que son ricos en materia orgánica y nutrientes para sembrar a escala comercial, pero la gran limitante es que estos suelos no están disponibles todo el tiempo por lo que es necesario sembrar esta especie en terrenos de altura donde las condiciones de suelo son más hostiles, puesto que los suelos de altura de la región se caracterizan por ser ácidos, presentar toxicidad de aluminio y por tener baja fertilidad (Ríos 1985). Ante esta situación es necesario preparar los suelos incorporando enmiendas orgánicas o productos similares para mejorar sus propiedades y la producción del cultivo.

Por otro lado existen numerosos trabajos de investigación que muestran que el uso de microorganismos eficientes (EM) en el suelo ayuda a obtener mejores rendimientos en varias especies hortícolas. Según Mesa *et al.* (2013), menciona que los microorganismos eficientes mejoran la calidad de los suelos, el crecimiento, el rendimiento y la calidad de los cultivos. Los EM están constituidos por una mezcla de diferentes tipos de microorganismos (levaduras, bacterias fotosintéticas, bacterias ácido lácticas y actinomicetes), los cuales producen sustancias bioactivas, son antagónicos con los patógenos, armonizan el entorno con los demás microorganismos, promoviendo efectos positivos en el crecimiento y desarrollo del cultivo y por consiguiente en el rendimiento y beneficio económico de los productores. En tal sentido la presente investigación tuvo como objetivo general: evaluar diferentes dosis de

microrganismos eficientes en el rendimiento del cultivo de caigua (*Cyclanthera pedata* (L.) Schrader), con la finalidad de encontrar una dosis que presente mejores resultados y de esta manera aportar con mejorar el rendimiento del cultivo y a su vez el desarrollo de la agricultura orgánica sostenible en la región Ucayali proveyendo al agricultor información útil que le permita elaborar y aplicar un plan adecuado sin que le produzcan gastos excesivos.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL CULTIVO DE LA CAIGUA (*Cyclanthera pedata* (L.) SCHRADER).

El origen de la caigua según fuentes de estudios arqueológicos se ubica en la costa del Perú, donde se encontraron dibujos de la especie en algunas cerámicas de culturas pre incaicas (Mochica) (Schwember 2014).

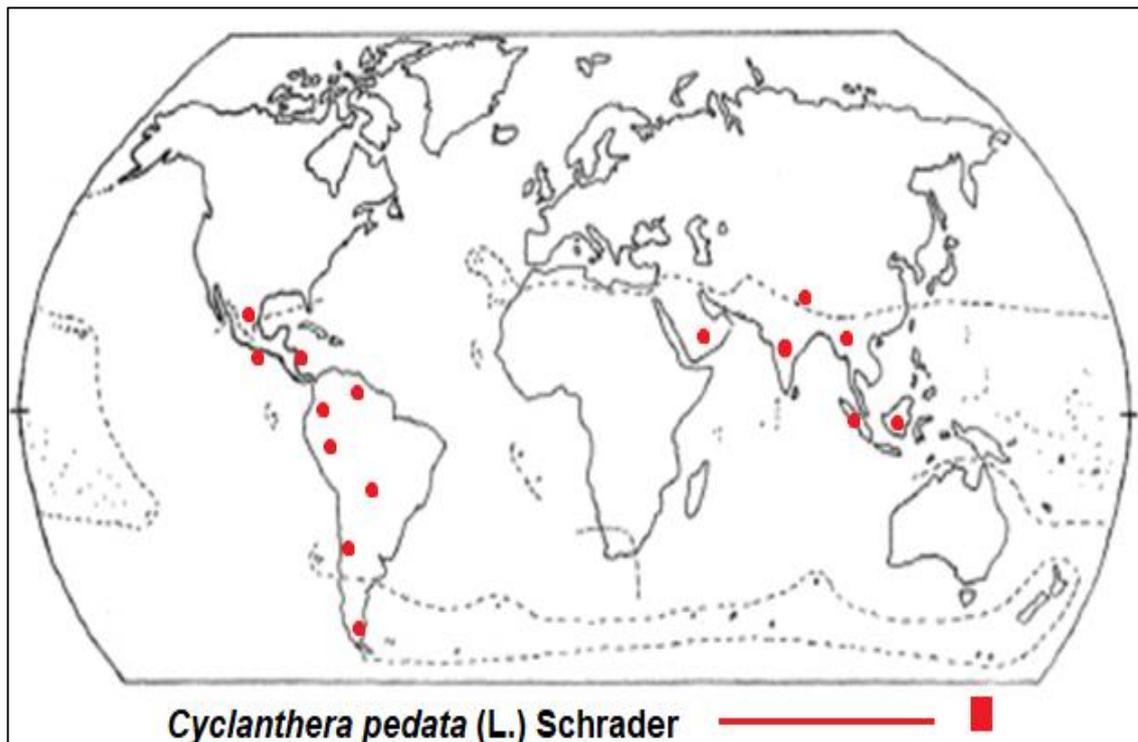


Figura 1. Distribución geográfica del género del cultivo de la caigua (*Cyclanthera pedata* (L.) Schrader) (Schwember 2014).

Alrededor del mundo la caigua se cultiva hasta los 2.880 m.sn.m y su distribución geográfica comprende el Centro y Sur de América hasta el continente Indo Malasio (figura 1) (Schwember 2014).

2.2. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA DEL CULTIVO DE LA CAIGUA.

Según, The International Plant Name Index (2019), la clasificación taxonómica más actualizada de la caigua es la siguiente:

- **Reino:** Plantae (plantas).
- **Subreino:** Tracheobionta (plantas vasculares).

- **División:** Magnoliophyta (plantas con flores, angsiospermas).
- **Clase:** Magnoliopsida (dicotiledóneas).
- **Subclase:** Dilleniidae.
- **Orden:** Cucurbitales
- **Familia:** Cucurbitaceae.
- **Subfamilia:** Cucurbitoideae.
- **Género:** *Cyclanthera*.
- **Especie:** *C. pedata* (L.) Schrader.

2.3. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DEL CULTIVO DE LA CAIGUA.

Morfológicamente la caigua (*Cyclanthera pedata* (L.) Schrader) es una especie anual, trepadora, con ramificaciones extensas que pueden llegar a 5 m. Las ramas presentan formas aristadas y con pubescencias y zarcillos. Las hojas varían de 6 a 14 centímetros de longitud y presentan foliolos elípticos con márgenes de tipo dentados (Schwember 2014). La caigua es una especie monoica porque la floración ocurre en la parte lateral de las ramas, presentan flores de tipo estaminadas agrupados en racimos de cimas, las flores son pistiladas, solitarias y sésiles. La corola tiene forma de copa y es de color amarillo. Las anteras están compuestas por 5 estambres unidos, como un anillo, que es una de las principales características del género *Cyclanthera*. El fruto tiene forma de baya de 10 a 20 cm de longitud por 4 a 8 cm de ancho.

El fruto presenta una superficie irregular, en algunas variedades presenta espinas y son un poco más curvas. El color del fruto puede ser variable desde verde oscuro a blanco. Presenta un endocarpio blanco y muy esponjoso; las semillas son negras, cuadradas y un tanto aplanadas, pero tiene germinación epígea. El fruto durante su madurez es vacío principalmente en la parte central con tejidos esponjosos (Schwember 2014).



Figura 2. Descripción botánica de la especie *Cyclanthera pedata* (L.) Schrader (Schwember 2014).

2.4. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y EXIGENCIAS DEL CULTIVO DE LA CAIGUA.

Según Paredes (2017), el ciclo de la especie *Cyclanthera pedata* (L.) Schrader es el siguiente:

- **Nascencia:** Este periodo comprende desde la siembra hasta la aparición del coleóptilo cuya duración aproximada es de 7 a 10 días.
- **Floración:** Este periodo tiene su inicio a los 54 a 59 días después de la siembra.
- **Fructificación:** Este periodo comienza a los 74 a 100 días pasado la siembra.

Por otro lado dentro de las exigencias del cultivo Paredes (2017), menciona que las cucurbitáceas prefieren climas templados, que sean subtropicales, pueden resistir el calor y las sequias pero no por tiempos muy prolongados, aunque el climas helados estas pueden morir. Su desarrollo puede ser óptimo cuando se presentan temperaturas de 18 a 25 °C (climas cálidos). Es una especie de fotoperiodo corto (con menos de 12 horas de luz),

cuando recibe mayor cantidad de radiación y luz la producción tiende a mejorar. A temperaturas de 25 °C, la producción del cultivo tiende a mejorar a diferencia de 30 °C que ya empieza a afectar a las plantas, siendo las temperaturas menores a 17 °C las que son totalmente perjudiciales afectando a los frutos y hojas produciendo una serie de malformaciones que llevan a la muerte total. En cuanto al aspecto nutricional del cultivo se presenta que las deficiencias en fósforo (P), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S) son la causa para que las plantas no se desarrollen de manera óptima, puesto que se disminuye la producción de materia seca en hojas y raíces.

2.5. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL Y PROPIEDADES MEDICINALES DE LA CAIGUA.

La composición nutricional de la caigua es la siguiente:

Cuadro 1. Composición nutricional de la especie *Cyclanthera pedata* (L.) Schrader en 100 g.

Componentes	Cantidad
Proteínas (g)	0,5
Carbohidratos (g)	3,3
Fibra (g)	1,6
Calcio (mg)	34
Fósforo (mg)	43
Retinol (mg)	0,9
Tiamina (mg)	9
Riboflavina (mg)	0,02
Niacina (mg)	0,02
Ácido ascórbico (mg)	11,4

Fuente: Schwember (2014).

Por otro lado en el campo de la salud existen varios estudios alrededor del mundo que señalan que la caigua posee propiedades medicinales sobre todo en la reducción de la hipertensión y el alto colesterol en la sangre, lo cual la convierte en una especie de alto valor nutricional y medicinal. En una evaluación para determinar su eficacia reduciendo el colesterol, se observó que

en las personas que consumen cápsulas de caigua se disminuye los niveles de LDL, o también llamado colesterol malo, entre un 18 y un 44,5%, en comparación a los que no consumieron (grupo placebo), y alcanzaron más o menos un 10% de los niveles de LDL (Schwember 2014).

2.6. MICROORGANISMOS EFICIENTES.

Rodríguez (2009), menciona que los microorganismos eficaces o eficientes (EM) fueron creados y desarrollados en Japón, por Teruo Higa docente investigador de la Universidad de Ryukyus en la ciudad de Okinawa. El producto desarrollado incluye una serie de microorganismos que convergen con otros en asociaciones simbióticas produciendo beneficios en el suelo así como también en otro tipo de campos con diversas aplicaciones, estos son: levaduras, bacterias ácido lácticas y bacterias fotosintéticas. Así mismo Piedrabuena (2003), también indica que los EM son una combinación de microorganismos beneficiosos que descomponen la materia orgánica donde producen humus que secretan elementos y sustancias que benefician a las plantas, estas sustancias pueden ser: vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y principalmente sustancias con propiedades antioxidantes. Los EM también actúan mejorando las propiedades físicas y químicas de los suelos convirtiéndose en un excelente producto para suelos degradados y compactados, así de esa manera los suelos que presentaban patógenos causantes de enfermedades pueden convertirse en suelos sanos con un equilibrio natural.

De acuerdo al modo de acción de los microorganismos eficientes, Hurtado (2001), menciona que los microorganismos eficaces tienen acción tomando las sustancias secretadas por otros microorganismos para alimentarse y que esto les sirva en su desarrollo y crecimiento en su entorno. También las plantas secretan sustancias que sirven de alimento a los microorganismos y que a su vez estos lo utilizan para producir: aminoácidos, vitaminas, ácidos nucleicos, hormonas y sustancias con propiedades bioactivas. Así mismo el IDIAF (2009), menciona que los efectos antioxidantes de estos microorganismos tienen lugar directamente al suelo e indirectamente a las plantas, manteniendo el equilibrio

de NPK y CN. Este proceso generado incrementa el humus en el suelo, proveyendo condiciones adecuadas para una buena producción.

Específicamente dentro de los tipos de microorganismos que componen los EM se tiene:

- **Bacterias ácido lácticas:** Las bacterias tienden a producir ácido láctico que se derivan de los azúcares y carbohidratos que son sintetizados de forma química por un tipo de bacterias llamadas fototróficas y también por algunas levaduras. El ácido láctico esteriliza varios componentes, incrementa la descomposición de la materia orgánica y actúa como antagonista con los patógenos. Las bacterias también aumentan las producciones a oxígeno y lignina durante la descomposición de la materia orgánica conformada por restos vegetales y animales (Biosca 2001).
- **Bacterias fotosintéticas:** Son bacterias autótrofas que utilizan la luz del sol y el calor del suelo como fuente de energía para producir sustancias beneficiosas, este tipo de bacterias pueden mantenerse por sí sola puesto que ellas mismas producen sus alimentos. Los componentes que son sintetizados por estas bacterias son: ácidos nucleicos, aminoácidos, azúcares y sustancias bioactivas, facilitando el desarrollo de las plantas. Aquellos metabolitos que se producen por estas bacterias son el elemento nutricional de las plantas que las absorben, y su vez también actúan como medio para incrementar la población futura de microorganismos beneficios (Biosca 2001).
- **Levaduras:** Esta clase de microorganismos sintetizan sustancias útiles para el crecimiento y desarrollo de las plantas los cuales las secretan bacterias que hacen fotosíntesis, materia orgánica y raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, son producidas por las levaduras, y estas promueven la división celular activa importante para incrementar los beneficios. Las secreciones de las levaduras son utilizadas por los demás microorganismos benéficos como bacterias ácido lácticas y actinomicetos (Biosca 2001).

- **Hongos:** Los hongos como *Aspergillus* son microorganismos que actúan descomponiendo más rápido la materia orgánica con el fin de producir principalmente alcohol, esteroides y algunas sustancias antagónicas para algunos patógenos. Este proceso produce la desodorización y previene la aparición de insectos perjudiciales (APNAN 2003).
- **Actinomicetos:** Los actinomicetos son microorganismos que actúan como antagonistas de muchos patógenos que afectan a las plantas debido a que producen sustancias antibióticas. A su vez estos benefician el crecimiento y actividad del *Azotobacter* y de las micorrizas que generan grandes beneficios al suelo (APNAN 2003).

2.7. APLICACIONES DE MICROORGANISMOS EFICIENTES EN DIFERENTES CAMPOS.

IDIAF (2009), menciona que los microorganismos eficientes pueden ser utilizados en la agricultura y estos realizan un mejor trabajo dependiendo el clima y las condiciones de suelo, el clima, así como de otros factores de manejo de cultivo. Si se aplica los microorganismos eficientes al suelo estos pueden retener más agua. Esto beneficia grandemente a los cultivos en las épocas de sequías ya que incluso en suelos arenosos pueden ayudar a retener más agua como una reserva. Esto se da gracias al aumento de la materia orgánica en el suelo, gracias a la mayor actividad microbiana la misma que reduce la porosidad que permite que el suelo retenga mayor humedad, así también el equilibrio iónico, que favorece la acción de la estructura física del suelo con las cargas iónicas del agua.

Los microorganismos eficaces tienen un papel importante en el incremento de la productividad de los cultivos. Este incremento puede darse por la presencia de materia orgánica de manera permanente en el suelo la misma que retiene el agua y provee de nutrientes a las plantas, estando estos elementos más disponibles.

La velocidad y la germinación de las semillas aumentan por su efecto hormonal casi similar al ácido giberelico, que aumenta el vigor y diámetro en los tallos y raíces, desde que germinan hasta el crecimiento de las plantas (Silva 2009).

Silva (2009), menciona que los microorganismos eficientes generan un ambiente de protección contra patógenos perjudiciales, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades, consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades, incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos, y promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas. Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

2.8. ANTECEDENTES DE ESTUDIOS ANTERIORES.

Ríos (2017), realizó una investigación que tuvo por objetivos determinar el tratamiento con mejor efecto del fertilizante enriquecido con microorganismos, así mismo evaluar el rendimiento con cinco dosis; y finalmente realizar el análisis económico para cada tratamiento en cultivo de Caihua (*Cyclanthera pedata*) en la provincia de Lamas. La investigación fue realizada en los terrenos del Fundo “El Pacífico” de propiedad del señor Jorge Luís Peláez Rivera, ubicado políticamente en el distrito y provincia de Lamas, departamento de San Martín. Se utilizó el Diseño Completo al azar (DCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento haciendo un total de 20 unidades experimentales. Los tratamientos estudiados fueron: T1 400 kg.ha FERTI EM; T2 600 kg.ha-1 FERTI EM; T3 800 kg.ha-1 FERTI EM; T4 1000 kg.ha-1 FERTI EM; T0 Testigo (sin aplicación). Las variables evaluadas fueron: altura de planta, número de flores por planta, número de frutos por planta, diámetro del fruto, longitud del fruto, peso de fruto por planta y por tratamiento, rendimiento en la producción en t.ha-1 y análisis económico. Los resultados obtenidos indican que las plantas tratadas con la dosis de 1000 kg.ha-1 de FERTI EM, resultó ser el tratamiento más apropiado que determinó que influya en el incremento del rendimiento en el cultivo de la caigua, con mayores y mejores resultados

obteniendo 59 086,53 kg.ha⁻¹ generando un beneficio/costo de 0,73 y un beneficio neto de S/. 12 489,54 Nuevos Soles, respectivamente.

Peñafiel y Donoso (2004), realizaron una investigación donde evaluaron diferentes dosis de Microorganismos Eficientes (ME) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) híbrido Atar Ha-435", obteniendo las siguientes conclusiones: De las cuatro dosis de EM y un testigo evaluadas, se puede concluir en base al rendimiento en kg.planta⁻¹ que no hubo diferencias estadísticas entre estos tratamientos y el testigo, a pesar que el tratamiento 4 logró el mejor peso en la 1era cosecha con un peso promedio de 321,1 g. Con respecto a las variables días a la 5 y 7 cosecha se puede determinar que el tratamiento 3 con 68,93 días y el tratamiento 2 con 78,33 días respectivamente, obtuvieron una mayor precocidad para estas variables. El tratamiento 1 se colocó en primer lugar con respecto al número de flores del 1 racimo floral y número de frutos por racimos con un promedio de 1,133 cada uno.

Recharte (2015), realizó un trabajo de investigación con el propósito de evaluar la efectividad de aplicar microorganismos eficientes autóctonos en el rendimiento del cultivo de tomate. Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente Aleatorizado (DBCA), con un arreglo factorial del tipo 3 x 3 + 1 testigo, haciendo un total de 10 tratamientos, con 3 réplicas (incluido el testigo). Los factores evaluados fueron dosis de microorganismos eficientes con 3 niveles de aplicación: 12.5 cc, 25 cc y 50 cc; y las frecuencias de aplicación con 3 niveles: cada 7 días, cada 14 días y cada 21 días. Para evaluar la significancia estadística de los tratamientos se recurrió al análisis de varianza y se realizó la prueba Tukey para determinar cuál de los tratamientos en estudio resultó mejor en comparación del resto. Los resultados obtenidos producto de las aplicaciones de los tratamientos sobre el cultivo de tomate, evidenciaron la existencia de respuestas distintas sobre la altura de la planta, número de tallos, número de flores, área foliar y el rendimiento. Se concluye que la dosis 25 cc con intervalos de aplicación de 14 días, fue la que dio mejores resultados sobre los parámetros agronómicos de las plantas de tomate y permitió alcanzar un rendimiento de 5440.90 kilogramos por hectárea, en comparación con el testigo que alcanzó un rendimiento de 3198.50 kilogramos por hectárea. Finalmente

por medio de la descomposición de polinomios ortogonales se determinó la dosis óptima cuyo valor es de 21.15 cc de microorganismos eficientes.

Chappa y Ávila (2014), realizaron una investigación en la que evaluaron diferentes dosis de materia orgánica con microorganismos benéficos en el cultivo de rabanito (*Raphanus sativus* L.), en la provincia de Lamas. Los resultados obtenidos indican que el tratamiento T4 (0,4 t.ha⁻¹ de Ferti EM, obtuvo el mayor promedio de rendimiento con 18 3999,98 kg.ha⁻¹ y beneficio costo con 1,58. Los mismos autores concluyen que el incremento de las dosis de microorganismos benéficos, repercutieron directamente en el incremento del rendimiento en kg.ha⁻¹ y por ende en el incremento de la rentabilidad del cultivo de rabanito.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. UBICACIÓN Y DURACIÓN DEL ESTUDIO.

El trabajo de tesis se desarrolló en la Universidad Nacional de Ucayali, específicamente en el terreno de prácticas agronómicas de la parte trasera de la universidad. La institución está ubicada en la región Ucayali, ciudad de Pucallpa ubicada en la Carretera Federico Basadre Km 6,200. La duración del estudio fue de 4 meses.

3.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DEL LUGAR DE ESTUDIO.

Según el Sistema Holdrige, se clasifica como “bosque húmedo tropical” y según la clasificación de los bosques amazónicos pertenece al ecosistema “bosques tropicales semi - siempre verde estacional” (MINAG 2009).

Las condiciones climáticas promedio para la ciudad de Pucallpa son:

- Temperatura máxima anual 36.5 °C.
- Temperatura media anual 26.9 °C.
- Temperatura mínima anual 17.4 °C.
- Temperatura promedio del laboratorio 28 °C.
- Precipitación promedio anual 1773 mm.

3.3. MATERIALES, INSUMOS Y EQUIPOS.

3.3.1. Insumos.

Los insumos que se emplearon fueron: Microorganismos eficientes, arroz, yogurt y melasa.

3.3.2. Materiales.

Los materiales que se utilizaron fueron: Libreta de apuntes, hojas bond, folders manila, lapiceros, guantes, buyones, baldes y vasos descartables.

3.3.3. Equipos.

Los equipos que se utilizaron fueron: Balanza analítica digital, licuadora, bomba mochila, laptop y cámara fotográfica.

3.4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.4.1 Diseño de la investigación.

El trabajo de investigación fue de tipo experimental, de observación y análisis de las diferencias encontradas. Para la conducción del trabajo de investigación se utilizó un Diseño Simple Completamente al Azar (DCA), con arreglo factorial del tipo 2 x 2 más el testigo (1), teniendo un total de 5 tratamientos, con 3 repeticiones por tratamiento lo que equivale a 15 unidades experimentales. El modelo matemático del diseño fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + A_j + B_k + (AB)_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Valor de la característica en estudio debido a las réplicas, las dosis de microorganismos j y las frecuencias de aplicación k .

μ = Efecto común de todas las observaciones.

R_i = Efecto de las réplicas.

A_j = Efecto de las dosis de microorganismos.

B_k = Efecto de las frecuencias de aplicación.

(AB) = Efecto de la interacción entre la dosis de microorganismos y la frecuencia de aplicación.

ϵ_{ijk} = Error de observación sobre la unidad experimental ijk .

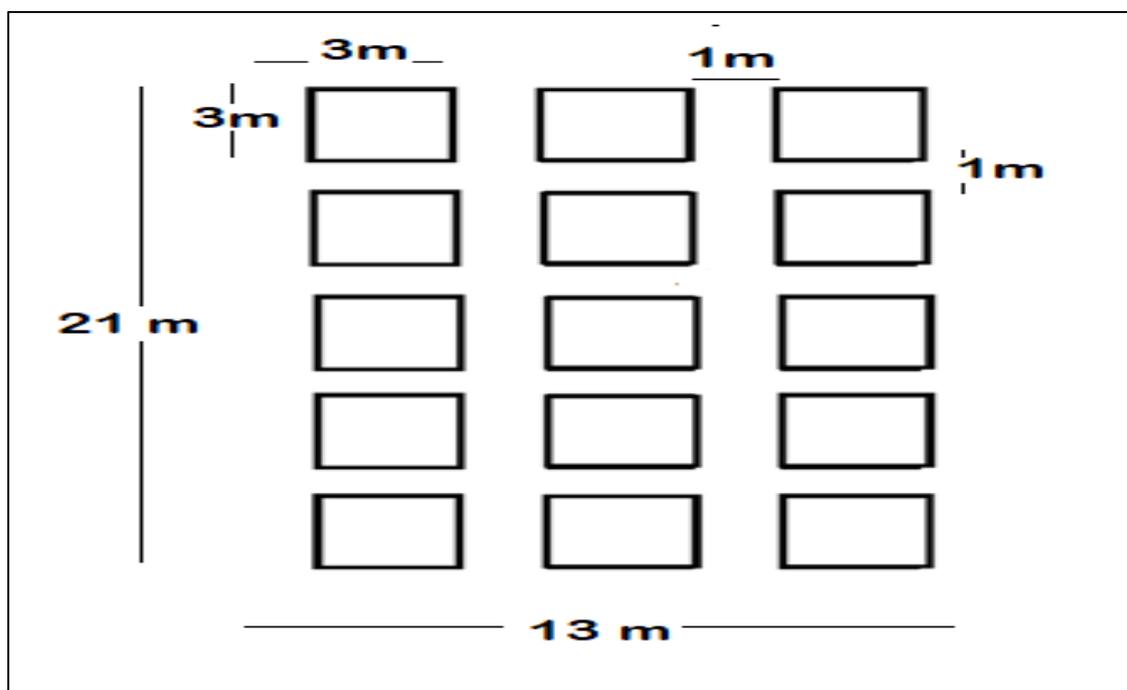
El primer factor en estudio consistió en la aplicación de dosis con 2 niveles de dosificación: 25 cc y 50 cc; en general las dosis establecidas estuvieron en función a la mezcla con 1 litro de agua (1L). Para cada tratamiento con sus respectivas replicas se utilizó 15 litros de agua a razón de sus niveles de dosificación; por lo que para cada unidad experimental le

correspondió 5 litros de agua con las mezclas respectivas de los microorganismos eficientes autóctonos. En cuestión a las plantas se utilizó 5 plantas de caigua por cada unidad experimental haciendo un total de 75 plantas para todo el experimento. Las frecuencias de aplicación se realizaron hasta el momento en el que inicio de la fructificación. El análisis de varianza (ANVA) y la distribución del área experimental se muestra a continuación:

Cuadro 2. Análisis de varianza (ANVA).

FV	GL
Factor A	1
Factor B	1
Interacción AB	1
Error	10
Total	15

Distribución del área experimental:



Longitud: 21 m. Ancho: 13 m Área total: 273 m².

Figura 3. Área total del experimento.

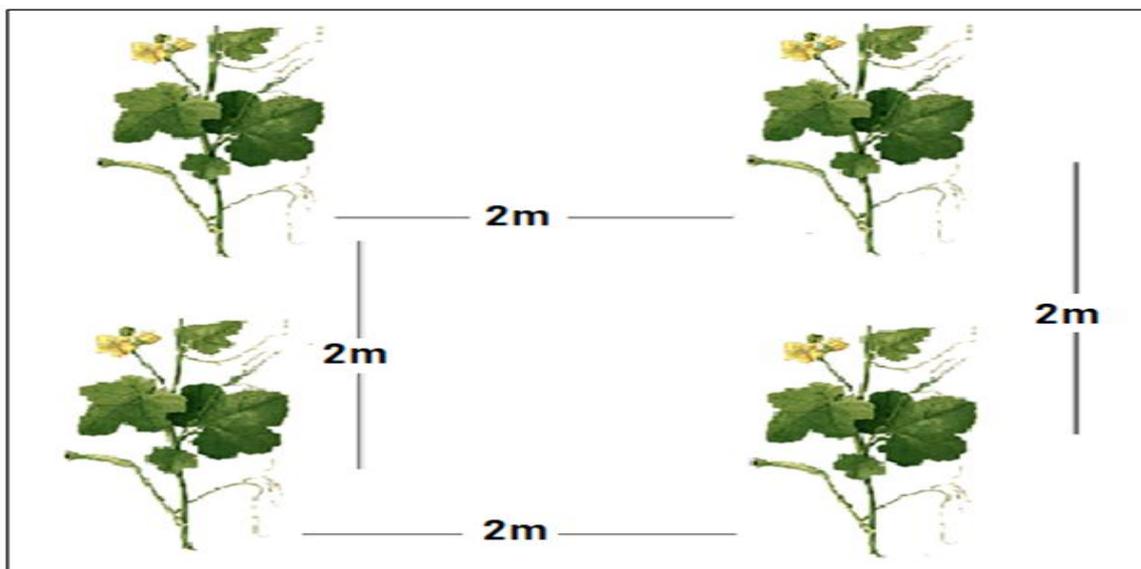


Figura 4. Distanciamiento entre planta y surco (Unidad experimental).

3.5. VARIABLES EVALUADAS.

3.5.1. Variables independientes.

- Dosis de microorganismos eficientes nativos.
- Frecuencias de aplicación.

3.5.2. Variables dependientes.

- Rendimiento del cultivo de la caigua.
- Altura de planta.
- Número de frutos por planta.
- Diámetro de fruto.
- Longitud de fruto.

3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

3.6.1 Variables dependientes.

Rendimiento del cultivo de caigua: El rendimiento se calculó con una regla de tres simples teniendo en cuenta la producción de frutos por

tratamiento más el peso por la dimensión del área a utilizar para obtener el rendimiento total en kg/ha.

Altura de planta: Se evaluó al final de la cosecha, de todas las plantas al azar por tratamiento las medidas se tomaron desde la base de la planta hasta el ápice terminal de la planta con la ayuda de una wincha.

Peso de fruto: Se calculó el peso de los frutos de todas las plantas seleccionadas al azar por cada tratamiento, para lo cual se utilizó una balanza de precisión al momento de la cosecha.

Diámetro de fruto: Se evaluó al momento de la cosecha de los frutos, con la ayuda de un vernier se tomaron las medidas del diámetro mayor la parte del fruto (más ancha).

Número de frutos por planta: Se realizó al momento de la cosecha de las plantas contabilizando el número de frutos por cada planta y sacando los promedios por unidad experimental.

Longitud de fruto: Se realizó una vez cosechado los frutos tomando las medidas desde el pedúnculo del fruto hasta la parte terminal del fruto, con una regla graduada.

3.6.2. Variables independientes.

Dosis de microorganismos eficientes nativos: La dosificación se realizó de la siguiente manera: En un litro de agua se añadió 25 y 50 cc de solución madre (solución con los microorganismos eficientes) haciendo una mezcla que luego fue aplicada en el suelo.

Frecuencias de aplicación: Las frecuencias de aplicación consistieron en aplicar la solución madre con los microorganismos eficientes cada 14 y 21 días hasta el momento de la cosecha.

Tratamientos en estudio: Los tratamientos en estudio resultaron de la combinación de los dos factores como se muestra a continuación:

- **Factor A: Dosis de microorganismos eficientes.**

A1: 25 cc / 1 lt de agua.

A2: 50 cc/ 1 lt de agua.

- **Factor B: Frecuencias de Aplicación.**

B1: cada 14 días.

B2: cada 21 días.

Cuadro 3. Tratamientos combinaciones.

Tratamiento	Biofertilizante	Dosis	Frecuencia
T0	Sin aplicación	-	-
T1	Microorganismos eficientes	25 cc	Cada 14 días
T2	Microorganismos eficientes	25 cc	Cada 21 días
T3	Microorganismos eficientes	50 cc	Cada 14 días
T4	Microorganismos eficientes	50 cc	Cada 21 días

3.7. EJECUCIÓN DEL PROYECTO.

La metodología experimental consistió en la preparación de la solución madre de microorganismos eficientes, así como de las labores realizadas en el trabajo de investigación, las cuales se describen a continuación:

3.7.1. Procedimiento de captura y preparación de los microorganismos eficientes.

Captura: Se elaboró 8 capturadores de microorganismos eficientes autóctonos, cerca del lugar de ensayo en el sotobosque de la Universidad

Nacional de Ucayali; al inicio del experimento: Aplicando el procedimiento de Suquilanda (2006) citado por Toalombo (2012):

- Se colocaron 250 g de arroz cocinado sin sal, 2 cucharadas de melaza y 2 cucharadas de harina de pescado.
- Se tapó la boca del envase descartable con un pedazo de tela nylon.
- Se eligió los sitios donde se realizó las capturas en el sotobosque.
- Se enterró los envases en las áreas elegidas, dejando el borde de las mismas a 10 centímetros de profundidad.
- Se colocó materia orgánica en proceso de descomposición recogida en los sectores circundantes, sobre el nylon que tapa la boca del envase.
- Se identificó el sitio donde se enterró los envases, con una cinta de color.

Cosecha: Para la cosecha se realizaron las siguientes actividades:

- Después de 2 semanas se desenterró los envases y se sacó el arroz que estuvo impregnado de microorganismos.
- Se mezcló en un balde el arroz de todos los envases cosechados.

Preparación de la solución madre: Se realizó lo siguiente:

- Se agregó 2 litros de agua limpia hervida fría a la cosecha de arroz con microorganismos.
- Se agregó 2 litros de melaza y 1 de yogurt, luego se procedió a licuar la mezcla por el espacio de 5 minutos.
- Se filtró la mezcla para eliminar la parte gruesa de la mezcla.
- Se mezcló en el tanque de plástico, los siguientes materiales: 5 litros de SOLUCIÓN MADRE de Microorganismos, 3 litros de yogurt. 3 litros de melaza, 4 litros de caldo de pescado. Se agregó 15 litros agua hervida fría en el tanque. Finalmente se cerró el tanque y se dejó fermentar 18 días.

3.7.2. Aplicación de microorganismos eficientes.

Una vez preparados las dosis, se aplicaron en los surcos donde se colocaron las plantas una semana después del trasplante a campo definitivo.

3.7.3. Preparación del terreno y delimitación del área experimental.

Para la preparación del terreno se realizó las siguientes actividades:

- Se regó el suelo para generar las condiciones físicas favorables en la labranza.
- Se realizó la labranza de manera manual empleando pala y pico, con la finalidad de mejorar las condiciones del suelo y favorecer un ambiente adecuado para el crecimiento de los almácigos de caigua.
- Se realizó el desterronado y nivelado en forma simultánea para lo cual se utilizó pala y pico. El propósito de esta actividad fue generar condiciones homogéneas.
- Para el establecimiento de calles y las parcelas experimentales, se emplearon, estacas, cordeles, yeso y una wincha. El surcado se realizó con el propósito de establecer la densidad poblacional por cada unidad experimental, el distanciamiento entre surcos fue de 1 m y entre plantas 2 m.

3.7.4. Siembra.

La siembra se realizó previo almácigo en bandejas almacigueras con sustratos y luego a los 15 días de almácigo se realizó la siembra en campo definitivo a un distanciamiento de 1 metro entre fila y 2 entre planta.

3.7.5. Control de las malezas y riego.

El control de malezas se realizó cada semana de forma manual. El riego se aplicó en un máximo de dos días dependiendo la condición del suelo y las lluvias.

3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

En el presente trabajo de investigación los datos fueron tabulados y procesados con el paquete estadístico SPSS 21 (2013). Se realizó el análisis de varianza de todos los tratamientos en estudio a un nivel de significancia del 0.05 %.

IV. RESULTADOS.

4.1. RESULTADOS DEL RENDIMIENTO, ALTURA DE PLANTA Y FRUTOS POR PLANTA DE CAIGUA.

Los resultados del rendimiento, altura de planta y frutos por planta de caigua fueron los siguientes:

Cuadro 4. Rendimiento, altura de planta y frutos por planta de caigua.

Trat.	Dosis de EM (cc)	Frecuencia (Días)	Variables Evaluadas		
			Rdto (kg/ha)	Altura de planta (cm)	Frutos/planta (Número)
T0	-	-	3,750	112	75
T1	25	14	4,900	150	90
T2	25	21	4,766	158	82
T3	50	14	6,300	160	105
T4	50	21	6,280	159	95

Rdto: Rendimiento.

Analizadas a 0.05 de significancia. Letras iguales no presentan diferencias significativas.

En el cuadro 4, se muestra los resultados del rendimiento, altura de planta, y frutos por planta de caigua de todos los tratamientos combinaciones entre los dos factores calculados (dosis y frecuencia de aplicación de microorganismos eficientes), donde se observa en cuanto al rendimiento una gran variabilidad puesto que todos los tratamientos son diferentes y según el análisis de varianza (ANOVA) al 0.05 de significancia indica que existen diferencias significativas entre ellos (ver anexo), donde los T3 y T4 fueron los que presentan mayor rendimiento de caigua que todos los demás tratamientos con 6,300 y 6,280 kg/ha respectivamente (ver figura 5). Los T1 y T2 difieren entre sí con 4,900 y 4,766 kg/ha y a la vez fueron mayores que el T0 con solo 3,750 kg/ha.

En cuanto a la variable altura de planta según el análisis de varianza (ANOVA) al 0.05 de significancia indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos (ver anexo), donde los T2, T3 y T4 con 158, 160 y 159 cm son superiores a los T1 y T0 con 150 y 112 cm, mostrando que también a mayor dosis de microorganismos eficientes (25 y 50 cc) las plantas de caigua

crecieron relativamente más, pero las dosis y frecuencia no tuvieron efecto estadísticamente sobre la altura de planta (figura 6).

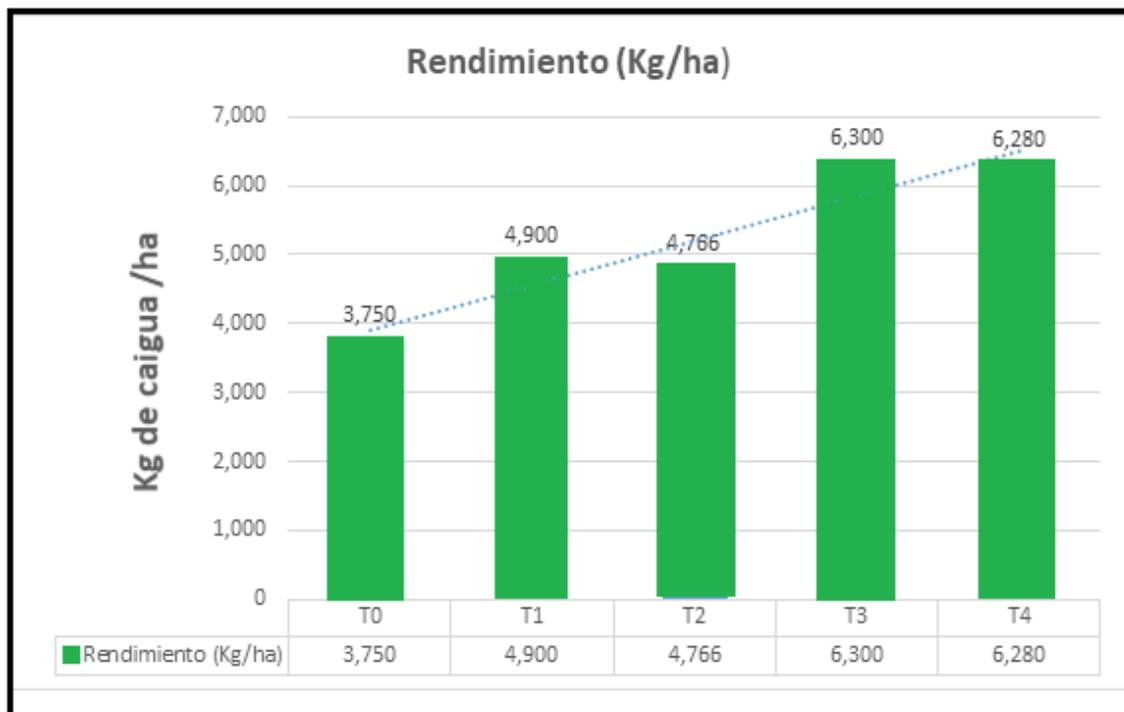


Figura 5. Rendimiento promedio de la caigua en kg/ha.

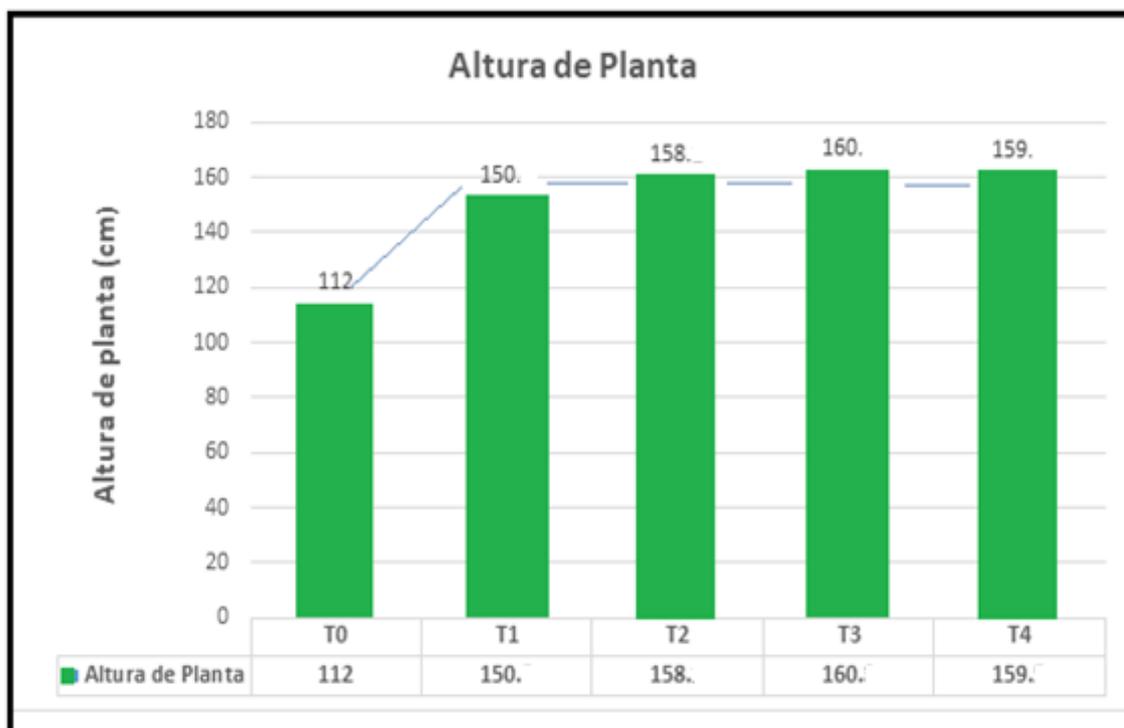


Figura 6. Promedio de altura de las plantas de caigua.

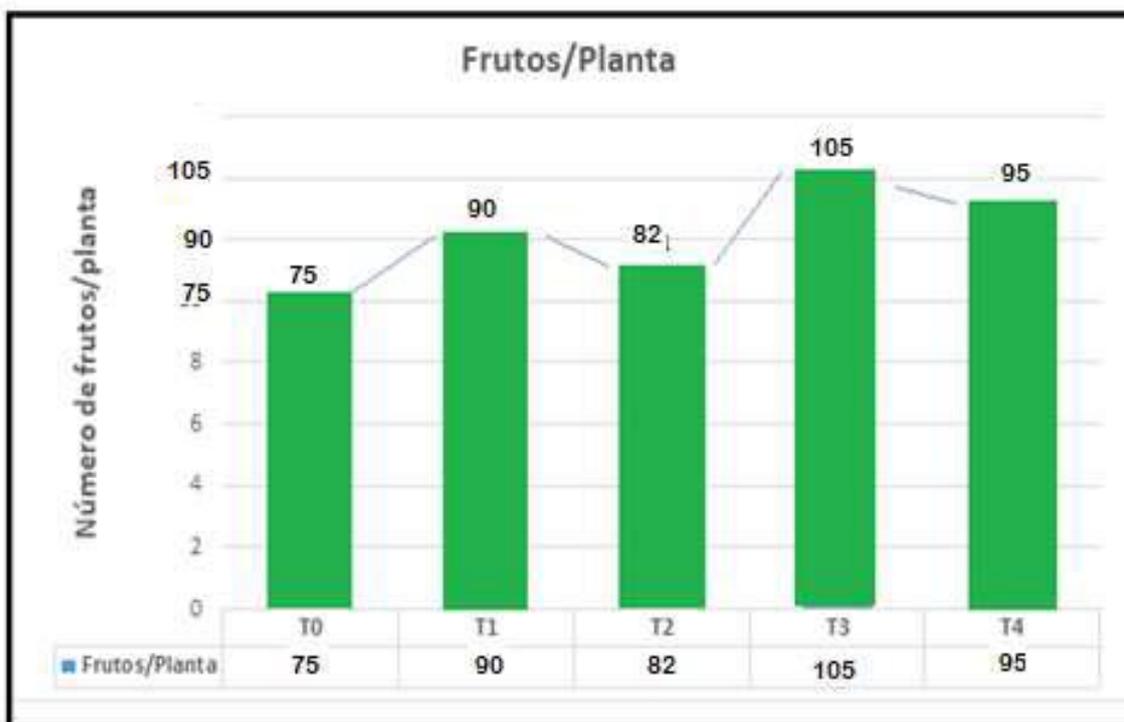


Figura 7. Promedio del número de frutos por planta de caigua.

En cuanto a la variable número de frutos por planta según el análisis de varianza (ANOVA) al 0.05 de significancia indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos (ver anexo), donde los T0, T1, T2 y T4 con 75, 90, 80 y 95 frutos/planta son diferentes al T3 con 105 frutos por planta, siendo el mayor promedio entre todos (figura 7). Pero estadísticamente no se encontró diferencias significativas al 0.05 (ver anexo).

4.2. RESULTADOS DEL DIÁMETRO, LONGITUD Y PESO DE LOS FRUTOS DE CAIGUA.

Los resultados del diámetro, longitud, peso de los frutos de caigua se muestran a continuación:

Cuadro 5. Resultados del diámetro, longitud y peso de los frutos de caigua.

Trat.	Dosis de EM (cc)	Frecuencia (Días)	Variables Evaluadas (Frutos)		
			Peso (g)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)
T0	-	-	45	3.5	10.2
T1	25	14	49	4.1	11
T2	25	21	52	3.8	14.8
T3	50	14	54	4.3	13.5
T4	50	21	58	4.3	12.6

Analizadas a 0.05 de significancia. Letras iguales no presentan diferencias significativas.

En el cuadro 5, se presentan los resultados del diámetro, longitud, peso de los frutos de caigua donde se puede observar una gran variabilidad de resultados en cuanto a las variables estudiadas. Para la variable peso de fruto se observa que los tratamientos T1, T2, T3 y T4 son superiores al T0 (testigo), en la que se indica que entre los tratamientos estudiados no existen diferencias significativas según el análisis estadístico (ANOVA) al 0.05 de significancia (ver anexo 1). El T4 con un peso de fruto de 58 g es superior a los tratamientos T1, T2, T3 y T4 (figura 8). Estos resultados muestran que la mayor dosis de microorganismos eficientes (55 cc) presentó un mejor efecto en cuanto al peso de los frutos, pero estadísticamente no tuvieron influencia los tratamientos.

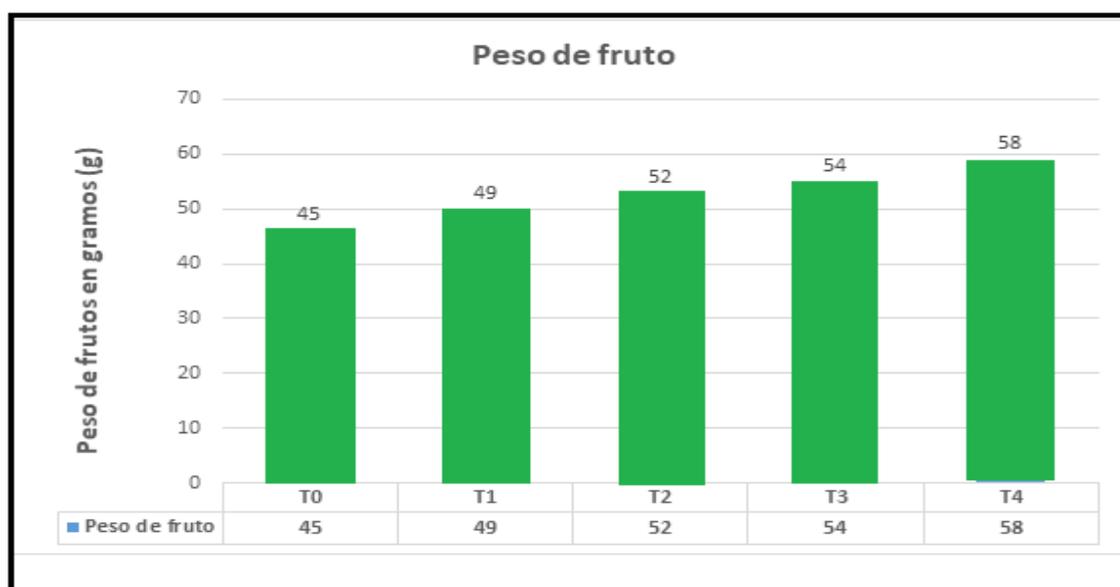


Figura 8. Peso promedio de los frutos de caigua de los tratamientos estudiados.

En cuanto a la variable diámetro de frutos se puede observar en el cuadro 5 que según el análisis de varianza (ANOVA) a un nivel de significancia de 0.05 no existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados (ver anexo). El T0, T1 y T2 presentan promedios de diámetro de 3.5, 4.1 y 3.8 cm, siendo los tratamientos T3 y T4 con promedios de diámetro de fruto de 4.3 los que presentan mayores diámetros, lo que indica que al mayores dosis de microorganismos eficientes (50 cc) se incrementó el diámetro de los frutos de caigua, pero estadísticamente los tratamientos no tuvieron influencia (figura 9).

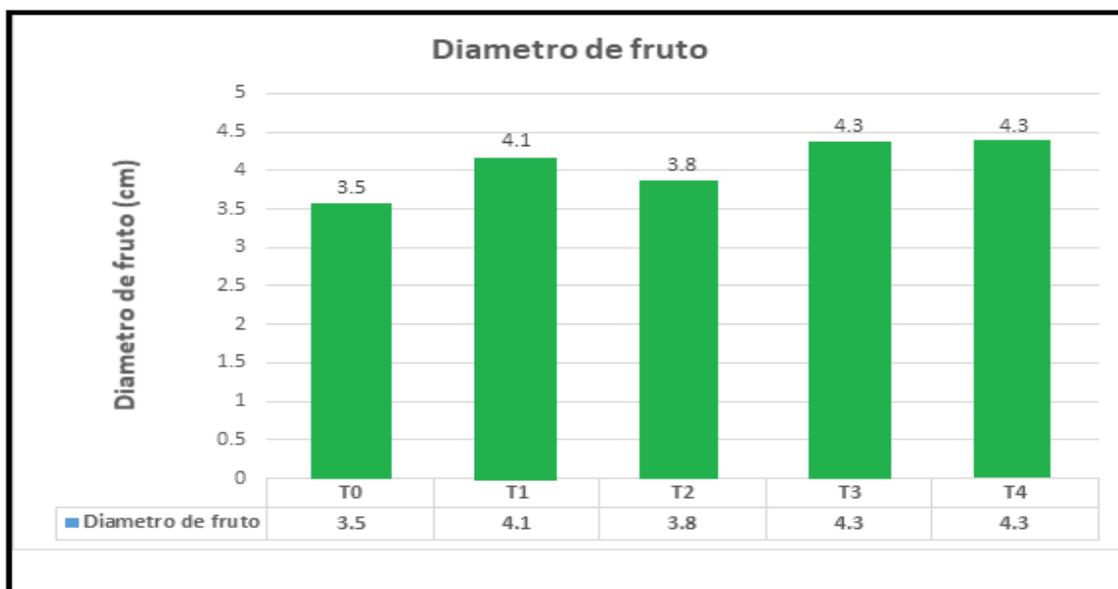


Figura 9. Diámetro promedio de los frutos de caigua de los tratamientos estudiados.

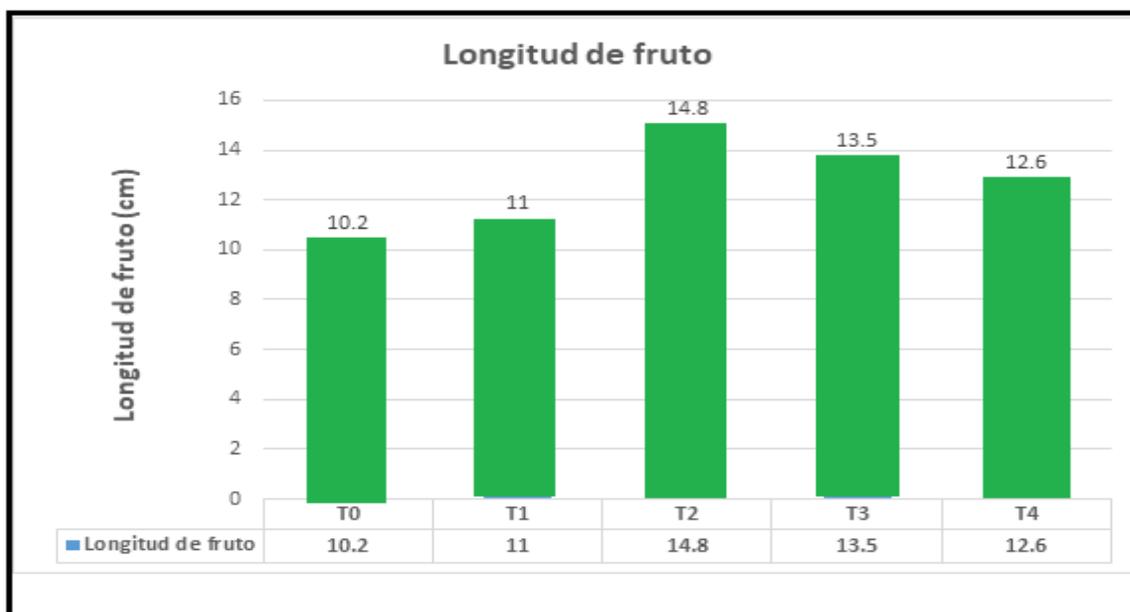


Figura 10. Longitud frutos de caigua de los tratamientos estudiados.

En cuanto a la variable longitud de frutos se puede observar en la figura 10 que según el análisis de varianza (ANOVA) a un nivel de significancia de 0.05 no existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados (anexo 1). El T0 y T1 presentan promedios de 10.2 a 11 cm, el T2 con 14.8 cm es superior a los tratamientos T1, T0, T3 y T4, mostrando que la dosis de 25 cc de microorganismos eficientes presenta mejores resultados para la variable longitud de fruto (figura 10). Así mismo también se muestra que los tratamientos T3 y T4 son superiores a los tratamientos T0 y T1, donde se muestra que la aplicación de microorganismos eficientes a los suelos presentó un efecto positivo para la longitud de los frutos, pero estadísticamente no es significativo.

V. DISCUSIÓN.

5.1. RENDIMIENTO, ALTURA DE PLANTAY FRUTOS POR PLANTA DE CAIGUA.

5.1.1. Rendimiento.

El efecto que tienen los microorganismos eficientes aplicados en el suelo son diversos y entre ellos está, mejorar las propiedades físicas y químicas lo cual genera que los rendimientos de los cultivos se incrementen, tal como se puede apreciar en el presente trabajo de investigación que a mayor dosis de microorganismos eficientes se incrementa el rendimiento de la caigua (Higa y Wood 2009). Así mismo Brock y Medigan (1993); Campo *et al.* (2014), afirman que el uso de microorganismos eficientes es un insumo potencial para el incremento del rendimiento en los cultivos hortícolas por sus beneficios que aportan al suelo. Estas afirmaciones están relacionados al trabajo de investigación realizado por Ríos (2017), quien logro un incremento el cultivo de caigua tras aumentar las dosis de microorganismos eficientes, así el mayor incremento del rendimiento fue con una dosis de 1000 kg.ha^{-1} de Ferti EM (fertilizante enriquecido con microorganismos eficientes). Resultados similares fueron obtenidos por Goigochea (2014), en el cultivo de frijol; y Linares (2014), en el cultivo de cebolla, quienes también mencionan que al aplicar una dosis de 1000 kg.ha^{-1} de Ferti EM, estos cultivos tienden a incrementar su rendimiento notablemente. También Chappa y Ávila (2014), reportan que aplicando mayores dosis de Ferti EM en el cultivo de rabanito ($0,4 \text{ t.ha}^{-1}$), se incrementan los rendimientos del cultivo. Así todos estos estudios indican que al utilizar microorganismos eficientes se puede obtener ventajas para cultivar la caigua, en la figura 5 se puede apreciar el incremento del rendimiento del cultivo de caigua al aplicar las dosis más altas.

5.1.2. Altura de planta.

Los resultados del trabajo de investigación contrastan el trabajo realizado por Ríos (2017), que al utilizar mayores dosis de Ferti EM (fertilizante

enriquecido con microorganismos eficientes) a razón de 1000 kg.ha⁻¹, se logran resultados positivos en el crecimiento y desarrollo de las plantas que crecieron utilizando este producto. La forma de actuar de los microorganismos eficientes es incrementar la descomposición y mineralización de la materia orgánica, trayendo como consecuencia mayor disponibilidad de los nutrientes, así mismo incrementar la absorción de nutrientes por parte de las plantas y que estas puedan crecer y desarrollarse más que las plantas que no la utilizan. Así mismo el trabajo realizado por Mesa *et al.* (2013), también contrastan a los resultados obtenidos en el trabajo de investigación, quienes mencionan que la inoculación de microorganismos eficientes al suelo, tienden a mejorar las propiedades físicas y químicas mediante la descomposición de la materia orgánica. De manera similar Mantilla *et al.* (2007), también menciona que los microorganismos eficientes, fijan el nitrógeno que se encuentra en la atmosfera (bacterias), solubilizan los nutrientes que derivan de compuestos como el fosfato, descomponen los residuos orgánicos, ayudan a combatir los patógenos y reciclan los nutrientes que estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas.

5.1.3. Número de frutos por planta.

Según Ríos (2017), el número de frutos de caigua cosechados en las plantas son producto de la gran interacción entre levaduras, bacterias y actinomicetos que son parte de los microorganismos eficientes aplicados a los suelos quienes proveen numerosas ventajas y por consecuencia mejoran la productividad de los cultivos. El mismo autor menciona que las levaduras son las que aportan a las plantas sustancias que matan a los patógenos que causan perjuicio. Así mismo las bacterias que realizan fotosíntesis contribuyen a formar sustancias bioactivas que son de mucho beneficio para el desarrollo de los cultivos. Finalmente los actinomicetos producen los mecanismos de defensa para una mayor protección. La plantas se puede vigorizar gracias a la interacción de todos esos organismos, dando una mayor viabilidad en las condiciones fisiológicas y metabólicas de la planta, incrementando la tasa fotosintética y por consiguiente mayor número de frutos (Brock y Madigan 1993; Biosca 2001; Martínez 2002). Estos trabajos de investigación contrastan

con los resultados del presente trabajo puesto que estadísticamente los tratamientos no tuvieron influencia en la variable número de frutos.

5.2. DIÁMETRO, LONGITUD Y PESO DE LOS FRUTOS DE CAIGUA.

5.2.1. Peso de fruto.

Los resultados obtenidos en la presente tesis contrastan al trabajo realizado por Ríos (2017), quien evaluó el peso de los frutos de caigua donde también se evidenció que las mayores dosis de Ferti EM ($1000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), un fertilizante enriquecido con microorganismos eficientes incrementa el peso de los frutos de la caigua, puesto que estos microorganismos presentan ventajas para los cultivos como: crecimiento, calidad y productividad (Brock y Madigan 1993; Campo *et al.* 2014). Resultados similares fueron obtenidos por Goigochea (2014), cuando aplicó microorganismos eficientes en el cultivo de frijol, y Pino (2014), que aplicó microorganismos eficientes en el cultivo de tomate, las dosis aplicadas en ambos casos fue de $1000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Ferti EM los cuales promovieron el incremento de peso de ambos cultivos evaluados, que a comparación de los resultados obtenidos en este trabajo.

5.2.2. Diámetro de fruto.

Ríos (2017), menciona que se alcanzó el mayor promedio con 6,93 cm de diámetro del fruto aplicando $1000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de FERTI EM (fertilizante enriquecido con microorganismos eficientes), superando estadísticamente a los tratamientos T3 ($800 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), T2 ($600 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), T1 ($400 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) y T0 (testigo) quienes lograron obtener promedios de 6,27 cm; 5,07 cm; 4,97 cm y 4,07 cm de diámetro del fruto respectivamente. Los resultados obtenidos en este estudio contrastan estas investigaciones donde las diferentes dosis de fertilizante FERTI EM con microorganismos benéficos superaron en gran manera al promedio alcanzado por el T0 (testigo), lo que quiere decir que el uso de microorganismos eficientes tiene un efecto positivo en el diámetro de los frutos.

5.2.3. Longitud de frutos.

Los resultados contrastan al trabajo realizado por Ríos (2017) quien alcanzó el mayor promedio de longitud de fruto de caigua con 23,23 cm aplicando 1000 kg.ha⁻¹ de FERTI EM (fertilizante enriquecido con microorganismos eficientes), superando estadísticamente a los demás tratamientos que utilizan menores cantidades de microorganismos eficientes. Los resultados evidenciaron que las diferentes dosis de fertilizante FERTI EM con microorganismos benéficos superaron al promedio alcanzado por el T0 (testigo), indicando que estos microorganismos aplicados al suelo tienden a incrementar la longitud de las plantas de caigua. Se puede mencionar que las mayores dosis de microorganismos eficientes aplicados al suelo incrementan su valor nutricional mediante la mayor disponibilidad de los nutrientes, ayudando a combatir a los patógenos perjudiciales, y desarrollando un efecto sinérgico mediante el incremento de la población microbiana benéfica, esto llevó a que la plantas de caigua se desarrollaran adecuadamente y por lo tanto alcanzaron un mayor crecimiento (Brock y Medigan 1993; Campo *et al.* 2014).

VI. CONCLUSIONES.

Por todo lo expuesto anteriormente y de acuerdo a los resultados en el presente trabajo de investigación se concluye lo siguiente:

- 1.** La dosis de 50 cc de microorganismos eficientes a 14 y 21 días fue la que tuvo mayor efecto en el rendimiento del cultivo, las variables: altura de planta, número de frutos por planta, diámetro de fruto, longitud de fruto y peso de fruto en el cultivo de caigua no presentaron diferencias significativas lo que indica que las dosis de microorganismos y las frecuencias de aplicación no tienen influencia en estas variables. El efecto que se produjo por la aplicación de los microorganismos eficientes en el rendimiento de cultivo utilizando las mayores dosis fue causada por los beneficios que los microorganismos eficientes aportan a los suelos, mejorando sus propiedades físicas y químicas y promoviendo así un mayor crecimiento y desarrollo de las plantas.
- 2.** El factor frecuencia de aplicación no fue determinante lo que quiere decir que si se aplican cada 14 o 21 días no tiene influencia en el rendimiento y demás parámetros productivos del cultivo de caigua.

VII. LITERATURA CITADA.

- APNAN, 2003. Red de Agricultura natural de para la Región Asia/Pacífico. Manual de Aplicación. (En línea). Consultado: 28 de septiembre de 2009. Disponible en: www.apnam.com.
- Biosca, A. 2001. Qué son microorganismos eficientes? (En línea). Consultado: 18 de septiembre de 2009. Disponible en: <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080731132826aa6mgbr>.
- Brock, D.; Madigan, M. 1993. *Microbiología*. 6ta. Ed. Naulcalpan de Juárez: Prentice Hall. Hispanoamericana.
- Campo, M.; Acosta, S.; Morales, V.; Prado, F. 2014. Evaluación de microorganismos de Montaña (mm) en la producción de Acelga en la meseta de Popayán-Colombia. *Rev. Bio. Agro* vol.12 No.1 Popayán Jan./June 2014.
- Chappa, C.; Ávila, L. 2014. Dosis materia orgánica con microorganismo benéficos con microorganismos de (FERTI EM) en el cultivo de rabanito (*Raphanus sativus* L.), en la Provincia de Lamas, tesis de pregrado Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSM-Tarapoto. 50 p.
- EARTH. 2008. Tecnología EM. EMRO (Effective Microorganismo Research Organization Inc.) Limón. Costa Rica. 16 p.
- Goigochea, D. 2014. Efecto de la aplicación de cuatro dosis de fertilizante orgánico enriquecido con microorganismos eficientes (FERTI EM) en el rendimiento de grano seco del frijol trepador (*Phaseolus vulgaris*) variedad Huasca Poroto en el distrito de Lamas. San Martín-Perú. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. Perú.
- Higa, T.; Wood, M. 2009. Effective microorganisms for sustainable community development. Cooperation with EM Research Organization, Okinawa, Japan. 4 p.
- Hurtado. 2001. Qué son microorganismos eficientes? (En línea). Consultado: 18 de septiembre de 2009. Disponible en: <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080731132826aa6mgbr>.

- IDIAF. 2011. (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales) (2009). Beneficios de los microorganismos eficientes en la agricultura. (En línea) Consultado: 10 de enero de 2011. Disponible en: <http://www.idiaf.org.do/noticias/detallemain.php?recordID=971>.
- Linares, A. 2014. Evaluación de cuatro, dosis de fertilizante enriquecido con microorganismos eficientes (FERTI EM) en el rendimiento del cultivo de cebolla china, var. Roja Chiclayana), en el distrito de Lamas. Tesis para optar el Título Profesional de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. San Martín. Perú.
- Mantilla, C.; Anaya, M.; Samaqué, L. 2007. Bacterias fijadoras de nitrógeno en la zona agrícola de San Carlos. Córdoba, Colombia. *Revista Colombiana de Biotecnología*. IX (2)6-14.
- Martínez, V. 2002. Biofertilización y producción agrícola sostenible. Retos y perspectivas. XIII Congreso Científico del INCA. Programa y resúmenes. La Habana.
- Mesa, J.; Canheque, J.; Jumba, I.; Álvarez, J. 2013. Efeito da aplicação de microorganismos eficientes na cultura do milho branco. I Simposio Científico. ASSESCAPLP. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad "José Eduardo Dos Santos". Huambo. República de Angola.
- Paredes, S. 2017. "Efecto del mulch de kudzu (*Pueraria phaseoloides*) en el rendimiento de caigua (*Cyclanthera pedata*) en el distrito de Yurimaguas – Loreto". Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana Facultad de Agronomía Escuela de Formación Profesional de Agronomía. Iquitos – Perú. 28 p.
- Peñafiel, B.; Donoso, M. 2004. "Evaluación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (EM) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) híbrido atar ha-435". Tesis, Facultad de Ingeniera en mecánica y ciencias de la producción, escuela superior politécnica del litoral, 2004. En línea. Consultado: 18 de septiembre de 2009. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/html/695/69530103/69530103.html>
- Piedra Buena. 2003. Microorganismos eficientes: que son? (En línea). Consultado en 20 de septiembre de 2009. Disponible en: <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid>.

- Pino, R. 2014. Dosis de fertilizante con microorganismos benéficos (Ferti EM) en el cultivo de un ecotipo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), en el distrito de Lamas, Región San Martín. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. Región San Martín, Perú. 59 p.
- Recharte, P. 2015. Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos en el rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*, mill) en San Gabriel – Abancay. Tesis para optar al título de ingeniero agrónomo. Universidad Tecnológica de los Andes. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Agronomía.
- Ríos, J. 2017. Dosis nutricional a base de microorganismos eficaces (fertirem) en la productividad del cultivo de caihua (*Cyclanthera pedata*) en la localidad de lamas. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. Facultad de Ciencias Agrarias. Departamento Académico Agrosilvo Pastoral Escuela Profesional de Agronomía. 6 p.
- Ríos, O. 1985. Fertilidad de suelos amazónicos. UNU. Pucallpa. 3 - 4 p.
- Rodríguez, M. 2009. Microorganismos eficientes (EM). (En línea). Consultado: 18 de septiembre de 2009. Disponible en:
http://aia.uniandes.edu.co/documentos/articulo%20em%20_manuel%20r.pdf
- Schwember, A.; Segura, P.; Contreras, P. 2014. Caigua, curcubitácea nativa con potencial hortícola. Departamento de Ciencias Animales. Agronomía Forestal N° 30. 15 p.
- Silva, M. 2009. Microbiología General. (En línea). Consultado: 29 de septiembre de 2009. Disponible en: <http://microbiologia-general.blogspot.com/2009/05/microorganismos-eficientes.html>.
- The International Plant Name Index (IPNI). Published In: Species Plantarum 2: 782. 1753. Consultado el 20 de setiembre del 2019.
- Toalombo, I. 2012. “Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos aplicados en el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum*)”. Obtenido de:
<http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2217/1/Tesis-22agr.pdf>.

VIII. ANEXO.

Cuadro 6A. Rendimiento.

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Rendimiento (Kg/ha)

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	14271758,400 ^a	4	3567939,600	22,914	,000
Intersección	3,594E8	1	3,594E8	2308,245	,000
Dosis	6368547,000	1	6368547,000	40,900	,000
Frecuencia	17787,000	1	17787,000	,114	,742
Dosis * Frecuencia	9747,000	1	9747,000	,063	,808
Error	1557112,000	10	155711,200		
Total	4,213E8	15			
Total corregida	15828870,400	14			

a. R cuadrado = .902 (R cuadrado corregida = .862)

Kg/ha

HSD de Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T0	3	3750,0000			
T2	3		4776,0000		
T1	3			4900,0000	
T4	3				6280,0000
T3	3				6300,0000
Sig.		1,000	1,000	1,000	,942

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

Cuadro 7A. Altura de planta.**Pruebas de los efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Longitud de Planta (cm)

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	4994,400 ^a	4	1248,600	,922	,488
Intersección	293040,049	1	293040,049	216,457	,000
Dosis	90,750	1	90,750	,067	,801
Frecuencia	36,750	1	36,750	,027	,872
Dosis * Frecuencia	60,750	1	60,750	,045	,836
Error	13538,000	10	1353,800		
Total	346205,000	15			
Total corregida	18532,400	14			

a. R cuadrado = .269 (R cuadrado corregida = -.023)

Cuadro 8A. Frutos/planta.**Pruebas de los efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: N° de frutos/planta

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1611,600 ^a	4	402,900	2,779	,087
Intersección	109331,852	1	109331,852	754,013	,000
Dosis	588,000	1	588,000	4,055	,072
Frecuencia	243,000	1	243,000	1,676	,225
Dosis * Frecuencia	3,000	1	3,000	,021	,888
Error	1450,000	10	145,000		
Total	122947,000	15			
Total corregida	3061,600	14			

a. R cuadrado = .526 (R cuadrado corregida = .337)

Cuadro 9A. Longitud de frutos.

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Longitud de fruto (cm)

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	41,424 ^a	4	10,356	,381	,818
Intersección	2101,224	1	2101,224	77,251	,000
Dosis	,068	1	,068	,002	,961
Frecuencia	6,307	1	6,307	,232	,640
Dosis * Frecuencia	16,567	1	16,567	,609	,453
Error	272,000	10	27,200		
Total	2627,270	15			
Total corregida	313,424	14			

a. R cuadrado = .132 (R cuadrado corregida = -.215)

Cuadro 10A. Diámetro del fruto.

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Diámetro de fruto (cm)

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1,440 ^a	4	,360	,067	,991
Intersección	220,770	1	220,770	40,883	,000
Dosis	,367	1	,367	,068	,799
Frecuencia	,068	1	,068	,013	,913
Dosis * Frecuencia	,067	1	,067	,012	,913
Error	54,000	10	5,400		
Total	295,440	15			
Total corregida	55,440	14			

a. R cuadrado = .026 (R cuadrado corregida = -.364)

Cuadro 11A. Peso del fruto.**Pruebas de los efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Peso de fruto

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	291,600 ^a	4	72,900	,729	,592
Intersección	36712,918	1	36712,918	367,129	,000
Dosis	90,750	1	90,750	,908	,363
Frecuencia	36,750	1	36,750	,368	,558
Dosis * Frecuencia	,750	1	,750	,008	,933
Error	1000,000	10	100,000		
Total	41230,000	15			
Total corregida	1291,600	14			

a. R cuadrado = .226 (R cuadrado corregida = -.084)



Figura 11A. Instalación de las parcelas experimentales.



Figura 12A. Germinación de las plántulas.

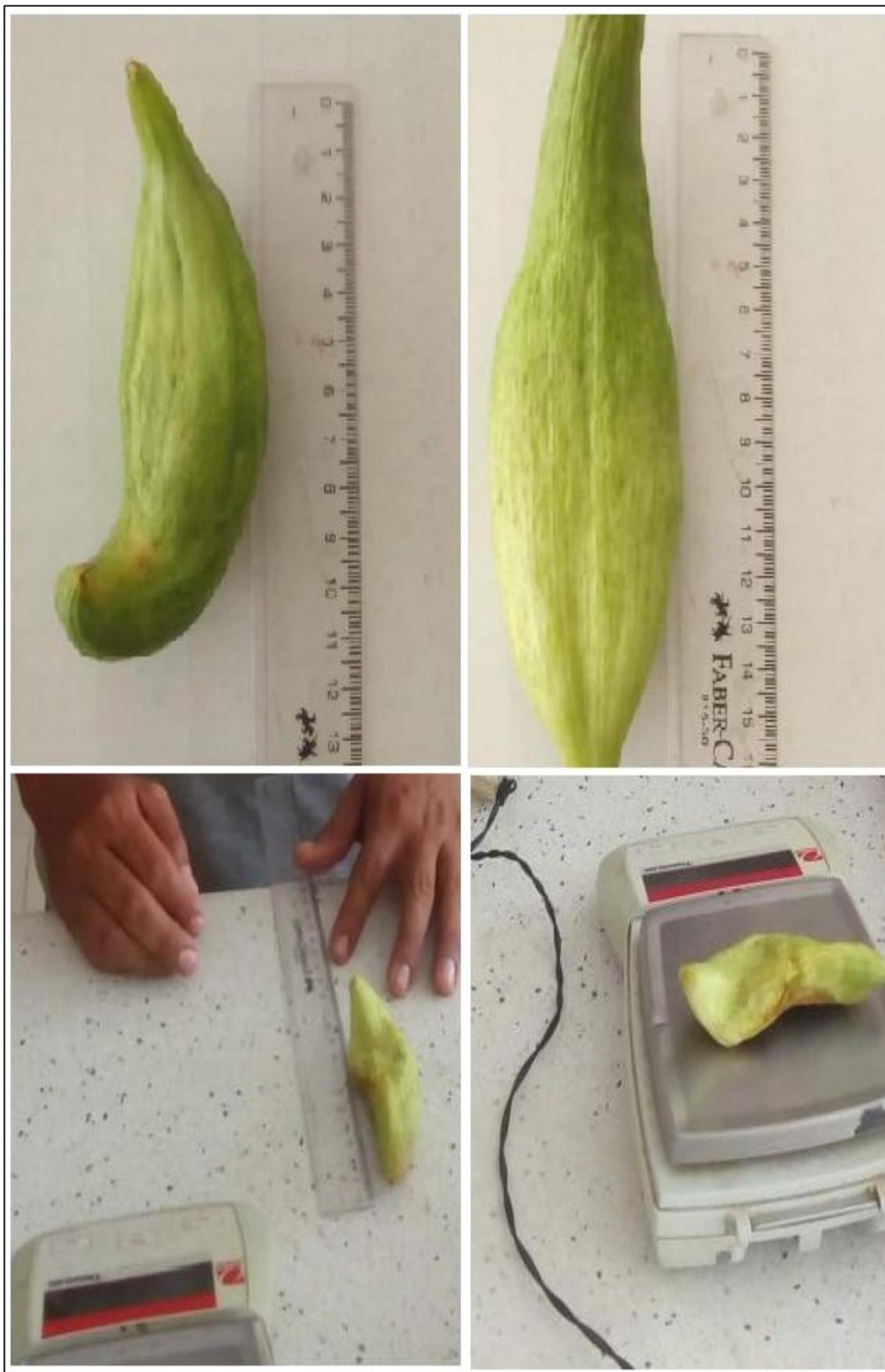


Figura 13A. Evaluación de los parámetros productivos.