

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICACES (EM)
EN LA FERTILIDAD DEL SUELO Y PRODUCCIÓN, EN UNA
PLANTACIÓN DE CAMU CAMU (*Myrciaria Dubia*) EN EL DISTRITO DE
YARINACocha, UCAYALI, PERÚ.**

**Tesis para optar el título profesional de
INGENIERO AMBIENTAL**

**JHOVANI VALERA VELÁSQUEZ
JUAN ANTONIO INUMA PERALTA**

**PUCALLPA – PERÚ
2023**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS



ACTA DE APROBACION DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
N° 177/2023-CGyT-FCFyA-UNU


En la ciudad de Pucallpa a las 12:10 horas del día viernes 04 de agosto del 2023, de acuerdo con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, los mismos que estuvo designados con Memorándum Múltiple N° 064-2023-UNU-FCFyA-CGT, conformado por los siguientes docentes:

Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga	Presidente
Dr. Fermín Campos Solórzano	Miembro
Dr. Cesar Morí Montero	Miembro


Se procedió a evaluar a la sustentación de la tesis denominado: **“Efecto de la Aplicación de Microorganismos Eficaces (EM) en la Fertilidad del Suelo y Producción, en una Plantación de Camu Camu (Myrciaria Dubia) en el Distrito de Yarinacocha, Ucayali, Perú”**, presentado por los bachilleres Jhovani Valera Velásquez y Juan Antonio Inuma Peralta, asesorado por el Mg. Julián Robert Pérez Vigilio, habiendo finalizado la sustentación, se procedió a la formulación de preguntas por parte del Jurado Evaluador, las que fueron absueltas por los sustentantes, en consecuencia la tesis fue **APROBADA POR UNANIMIDAD Y RECOMENDACIÓN DE PUBLICACIÓN**, quedando expedito para el otorgamiento del **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**, después de las correcciones respectivas de la tesis. Siendo las 01:10 horas del mismo día se da por finalizado el acto académico, firmando los miembros en señal de conformidad.



Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga
Presidente



Dr. Fermín Campos Solórzano
Miembro



Dr. Cesar Morí Montero
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

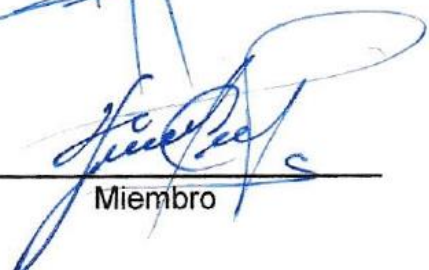
La presente tesis fue aprobada por el jurado Evaluador de la facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito parcial para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga




Presidente

Dr. Fermín Campos Solórzano




Miembro

Dr. Cesar Morí Montero




Miembro

Mg. Julián Robert Pérez Vigilio




Asesor

Bach. Jhovani Valera Velásquez



Tesista

Bach. Juan Antonio Inuma Peralta



Tesista



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

N° V/0437-2023.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"EFECTO DE LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICACES (EM) EN LA FERTILIDAD DEL SUELO Y PRODUCCIÓN, EN UNA PLANTACIÓN DE CAMU CAMU (MYRCIARIA DUBIA) EN EL DISTRITO DE YARINACocha, UCAYALI, PERÚ"

Autor(es) : VALERA VELÁSQUEZ, JHOVANI
INUMA PERALTA, JUAN ANTONIO
Facultad : Ciencias Forestales y Ambientales
Escuela : Ing. Ambiental
Asesor(a) : Mg. PEREZ VIGILIO, JULIAN ROBERT.

Presenta un **porcentaje de similitud de 0%**, verificado en el Sistema Antiplagio URKUND/OURIGINAL, De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud**, procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 19/07/2023



Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, JHOVANI VALERA VELASQUEZ

Autor(a) de la TESIS de pregrado titulada: EFFECTO DE LA APLICACION DE MICROORGANISMOS EFICACES (EM) EN LA FERTILIDAD DEL SUELO Y PRODUCCIÓN, EN UNA PLANTACIÓN DE CAMU CAMU (HYRCLARIA DUBIA) EN EL DISTRITO DE YARINACCOCHA, UCAYALI, PERÚ.

Sustentada el año: 2023

Con la asesoría de: MG. JULIAN ROBERT, PEREZ VIGLIO

En la Facultad: CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

Escuela profesional: INGENIERIA AMBIENTAL

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, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 21 / 08 / 2023

Email: vanessitazucos1999@gmail.com
Teléfono: 928188702

Firma: [Firma]
DNI: 70107225

• www.repositorio.unu.edu.pe
✉ repositorio@unu.edu.pe



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, JUAN ANTONIO INUMA PERALTA

Autor(a) de la TESIS de pregrado titulada: EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICACES (EM) EN LA FERTILIDAD DEL SUELO Y PRODUCCIÓN, EN UNA PLANTACIÓN DE CAMU CAMU (MYECIARIA DUBIA) EN EL DISTRITO DE MARINACCHA, UCAYALI, PERÚ.

Sustentada el año: 2023

Con la asesoría de: MG. JULIAN ROBERT, PÉREZ VIOLLO

En la Facultad: CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

Escuela profesional: INGENIERIA AMBIENTAL

Autorizo la publicación:

PARCIAL Significa que se publicará en el repositorio institucional solo la carátula, 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, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 21 / 08 / 2023

Email: antonioncr16@gmail.com
Teléfono: 999207053

Firma: [Firma manuscrita]
DNI: 67348655

• www.repositorio.unu.edu.pe
✉ repositorio@unu.edu.pe

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida para lograr mis objetivos, a mis padres Elvira y Benito por su trabajo y sacrificio durante este largo proceso y así lograr una objetivo más en mi vida profesional.

Jhovani Valera Velásquez

A Dios por darme la vida y la fuerza necesaria para lograr mis objetivos, a mi madre Patricia con mucho amor por mostrarme el camino hacia el progreso y a mis hermanos por ser el motivo de mi superación.

Juan Antonio Inuma Peralta

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Ucayali por brindarme la oportunidad de realizarme profesionalmente.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales por transmitirnos sus conocimientos durante nuestra formación profesional.

A mi asesor el Mg. Julián Robert Pérez Vigilio por su orientación en este proyecto y a mis jurados por sus correcciones oportunas.

A todas las personas, docentes, familiares y amigos y a una persona en especial, que contribuyeron de una y otra manera para la culminación de este proyecto, sin su apoyo y tiempo no hubiera sido posible lograrlo.

Jhovani Valera Velásquez

A la Universidad Nacional de Ucayali por darme la bienvenida a una de las etapas de mi proceso de formación profesional.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales y docencia en general quienes me apoyaron y quienes continúan haciéndolo durante este proceso de formación.

A mi asesor el Mg. Julián Robert Pérez Vigilio por su orientación, paciencia y disciplina en este proyecto y a mis jurados por sus consejos y correcciones oportunas.

A Luis H. Segovia Choce por sus consejos, paciencia y apoyo incondicional. Tu humildad lo mantengo en mi corazón.

A todas las personas, familiares y amigos que contribuyeron para la culminación de este proyecto, sin su apoyo y tiempo no hubiera sido posible lograrlo

Juan Antonio Inuma Peralta

INDICE DEL CONTENIDO

DEDICATORIA	viii
AGRADECIMIENTO	ix
INDICE DEL CONTENIDO.....	x
INDICE DE TABLAS.....	xiv
INDICE DE FIGURA	xvi
RESUMEN	xvii
SUMMARY.....	xviii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1.DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	3
1.1.1. Problema General.....	6
1.1.2. Problemas Específicos	6
1.2.JUSTIFICACION.....	6
1.2.1. Justificación Teórica.....	6
1.2.2. Justificación Práctica.....	7
1.2.3. Justificación Metodológica.....	7
1.2.4. Justificación Social	7
1.3.OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
1.3.1. Objetivo General.....	8
1.3.2. Objetivo Específico	8

CAPITULO II: MARCO TEORICO	9
2.1.ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	9
2.1.1. Nivel Internacional.....	9
2.1.2. Nivel Nacional	13
2.1.3. Nivel Local.....	16
2.2.BASES TEORICAS	17
2.2.1. Descripción de los Microorganismos Eficaces (EM).....	17
2.2.2. Descripción De Los ECA Para El Suelo.....	18
2.2.3. Tipos de Organismos Presentes en los EM	19
2.2.4. Propiedades Funcionales que Desempeñan los EM y sus Aplicaciones Agrícolas.....	23
2.2.5. Aplicaciones De Los EM	25
2.2.6. Suelo.....	26
2.2.7. Propiedades Físicas Del Suelo.....	26
2.2.8. Propiedades Químicas Del Suelo.....	27
2.2.9. Propiedades Biológicas del Suelo	27
2.2.10.Fertilidad Del Suelo.....	29
2.2.11.El Basfoliar Size SL.....	30
2.3.DEFINICIONES CONCEPTUALES	30
a) Análisis.....	30
b) Análisis Físicoquímico.....	31
c) Microorganismos.....	31

d)	Bacterias	31
e)	Biodiversidad	32
f)	Contaminación	32
g)	Contaminación Ambiental	32
h)	Impacto Ambiental	33
CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION		34
3.1.TIPO DE INVESTIGACION		34
3.2.POBLACION Y MUESTRA		34
3.2.1. Población		34
3.2.2. Muestra		34
3.3.DISEÑO ESTADISTICO		35
a)	Modelo Estadístico	35
b)	Tratamientos	35
c)	Modelo regresión lineal	36
d)	Análisis de Varianza	36
e)	Disposición Experimental	36
3.4.HIPOTESIS, VARIABLES Y OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES		37
3.4.1. Hipótesis		37
3.4.2. Variables en Estudio		37
3.4.3. Operacionalización de las Variables		37
3.5.INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS		38

3.6.TECNICAS DE RECOLECCION DE LA INFORMACIÓN	38
3.7.INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS.....	39
3.7.1. Materiales.....	39
3.8.PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.....	40
3.8.1. Ubicación del Area de Estudio	40
3.8.2. Preparación de los Datos.....	41
3.8.3. Obtención de los Datos.....	43
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUCIONES.....	45
4.1.RESULTADOS	45
4.1.1. Características fisicoquímicas del suelo	53
4.1.2. Evaluacion de la producción.....	59
4.2. DISCUSION.....	61
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
5.1. CONCLUSIONES.....	64
5.2.RECOMENDACIONES.....	65
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	66
ANEXO	75
Anexo 1. Matriz de Consistencia del Proyecto de Investigación.....	75
Anexo 2. Resultado de los Análisis de Suelo.....	76
Anexo 3. Trabajo de Campo.....	77

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Descripción de los tratamientos en estudio.</i>	35
Tabla 2. <i>Análisis de Varianza (ANVA) del diseño de investigación.</i>	36
Tabla 3. <i>Ubicación de los Tratamientos.</i>	36
Tabla 4. <i>Resultados del análisis de suelos en el área experimental antes de la aplicación de los tratamientos.</i>	45
Tabla 5. <i>Resultados del análisis de suelos en el área experimental después de la aplicación de los tratamientos.</i>	47
Tabla 6. <i>Análisis de suelo, después de la aplicación de los tratamientos, desglose por cada tratamiento correspondiente al tratamiento T_2.</i>	48
Tabla 7. <i>Comparación del análisis de suelos en el área experimental antes y después de la aplicación de los tratamientos correspondiente al tratamiento T_2.</i>	48
Tabla 8. <i>Análisis de suelo, después de la aplicación de los tratamientos, desglose por cada tratamiento correspondiente al tratamiento T_3.</i>	49
Tabla 9. <i>Comparación del análisis de suelos en el área experimental antes y después de la aplicación de los tratamientos correspondiente al tratamiento T_3.</i>	50
Tabla 10. <i>Análisis de suelo, después de la aplicación de los tratamientos, desglose por cada tratamiento correspondiente al tratamiento T_4.</i>	51
Tabla 11. <i>Comparación del análisis de suelos en el área experimental antes y después de la aplicación de los tratamientos correspondiente al tratamiento T_4.</i>	51

Tabla 12. <i>Comparación del análisis de suelos en el área experimental de los tratamientos en investigación.</i>	52
Tabla 13. <i>Producción de camu camu (Myrciaria dubia) antes de la aplicación de los tratamientos a una densidad de siembra de 450 plantas/Ha.</i>	53
Tabla 14. <i>Producción de camu camu (Myrciaria dubia) después de la aplicación de los tratamientos a una densidad de siembra de 450 plantas/Ha.</i>	54
Tabla 15. <i>Producción de camu camu (Myrciaria dubia) en cada bloque con la aplicación de los tratamientos.</i>	56
Tabla 16. <i>ANVA, análisis estadísticos de la producción de frutos de camu camu.</i>	59
Tabla 17. <i>Comparaciones en parejas de Tukey, agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%.</i>	60

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Imagen satelital (Google earth) del área de investigación. Coordenadas Geográficas: 8°15'47,59" Sur, 74°38'58,52" Oeste.....</i>	40
Figura 2. <i>Distribución de las UE en las parcelas de ejecución de trabajo de investigación.....</i>	41
Figura 3. <i>Producción de camu camu (Myrciaria dubia) por campaña antes de la aplicación de los tratamientos a una densidad de siembra de 450 plantas/Ha.</i>	54
Figura 4. <i>Producción promedio de camu camu (Myrciaria dubia) en Tn/Ha después de la aplicación de los tratamientos a una densidad de siembra de 450 plantas/Ha.....</i>	55
Figura 5. <i>Comparación de la producción de camu camu en Tn/Ha antes y después de la aplicación de los tratamientos a una densidad de siembra de 450 plantas/Ha.....</i>	55
Figura 6. <i>Comparación de la producción de camu camu (Myrciaria dubia) en cada bloque con la aplicación de los tratamientos.....</i>	56
Figura 7. <i>Producción de camu camu (Myrciaria dubia) con la aplicación del tratamiento T₁.</i>	57
Figura 8. <i>Producción de camu camu (Myrciaria dubia) con la aplicación del tratamiento T₂.</i>	57
Figura 9. <i>Producción de camu camu (Myrciaria dubia) con la aplicación del tratamiento T₃.</i>	58
Figura 10. <i>Producción de camu camu (Myrciaria dubia) con la aplicación del tratamiento T₄.</i>	58

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de la aplicación de Microorganismos Eficaces en la fertilidad del suelo y producción en una plantación de Camu camu (*Myrciaria dubia*), bajo el diseño completamente al azar DBCA, con 4 tratamientos y 5 repeticiones, T₁ = suelo sin aplicación de EM al 0%, T₂ = suelo con aplicación de EM al 20 %, T₃ = suelo con aplicación de EM al 25 % y T₄ = suelo con aplicación de EM al 30 % . En cuanto a los resultados con la aplicación del tratamiento T₄ tuvo un elevado incremento del pH de muy ácido a ácido, la CE es menor a 2 dS/m. El contenido de MO disminuyó a un rango bajo, indica que la retención de nutrientes en el suelo es bajo. El N disminuyó a un rango medio. El contenido de P disponible aumentó pero aún sigue manteniéndose dentro del rango establecido antes de la aplicación de los tratamientos y K el contenido es normal. La CIC aumento pero manteniéndose en el mismo rango medio indicando la capacidad para retener y liberar iones positivos es medio, esto se refleja en los contenidos de Ca, Mg, K, Na, modificándose levemente. La saturación de bases es alto.

En cuanto a la producción se encontró que el tratamiento T₄ a una dosis de 30% EM es diferente y mayor al tratamiento T₃ a una dosis de 25% EM y que a su vez este tratamiento es mejor que los Tratamientos T₂ (20% EM) y T₁ (0% EM); el Tratamiento T₂ es mejor que el tratamiento T₁. Se concluye que el tratamiento T₄ ejerce un efecto positivo en la producción de frutos de camu camu.

Palabras claves: materia orgánica, microorganismos eficaces, concentración, fertilidad del suelo y producción.

SUMMARY

This research aimed to determine the effect of the application of Effective Microorganisms on soil fertility and production in a Camu camu (*Myrciaria dubia*) plantation, under the completely randomized DBCA design, with 4 treatments and 5 repetitions, T1 = soil without 0% EM application, T2 = soil with 20% EM application, T3 = soil with 25% EM application and T4 = soil with 30% EM application. Regarding the results with the application of the T4 treatment, it had a high increase in pH from very acid to acid, the EC is less than 2 dS/m. The OM content decreased to a low range, indicating that nutrient retention in the soil is low. The N decreased to a medium range. The available P content increased but is still within the range established before the application of the treatments and the K content is normal. The CEC increased but remained in the same medium range indicating the ability to retain and release positive ions is medium, this is reflected in the contents of Ca, Mg, K, Na, changing slightly. Base saturation is high.

Regarding the production, it was found that the T4 treatment at a dose of 30% EM is different and greater than the T3 treatment at a dose of 25% EM and that in turn this treatment is better than the T2 Treatments (20% EM). and T1 (0% MS); Treatment T2 is better than treatment T1. It is concluded that treatment T4 has a positive effect on the production of camu camu fruits.

Keywords: organic matter, effective microorganisms, basofoliar fertility and concentration.

INTRODUCCIÓN

La región amazónica es un importante centro de origen y diversificación de especies frutales, que producen excelentes frutas de características únicas en sabor y aroma, algunos de ellos tienen en la actualidad importancia mundial y se cultivan en casi todas las zonas tropicales del mundo. Así mismo en los últimos tiempos la producción de frutos del Camu Camu se ha visto afectada por la pérdida de fertilidad de los suelos debido a la variación de las inundaciones a esto se le incluye la incorporación de nutrientes y todo aquello que trae consigo cada inundación.

El camu camu (*Myrciaria dubia*) es uno de los frutales amazónicos que está mereciendo cada vez más atención por sus características peculiares y su introducción en los mercados mundiales, especialmente de Japón, Francia, Alemania y Estados Unidos. La importancia está en que sus frutos presentan altos contenidos de vitamina C, que llegan a 3000 mg por 100g de pulpa, equivalente a casi 30 veces el de la pulpa de los cítricos conocidos (naranja, limón, mandarina), además de otros compuestos fenólicos de actividad antioxidante. (Imán Correa, Pinedo Freyre, & Melchor Aldana, 2011)

La fertilidad del suelo se define como su estado en relación a la capacidad que posee de suministrar elementos esenciales para el crecimiento de las plantas, sin presentar concentraciones tóxicas de ningún elemento. Tanto las necesidades de elementos esenciales como la tolerancia a elementos tóxicos varían con el tipo de planta, por lo que el nivel de fertilidad y producción no puede expresarse solamente en relación al suelo, sino que debe referirse también al cultivo. Es decir, suelos aparentemente infértiles para un determinado cultivo puede resultar muy productivo cuando se cultiva otro tipo de plantas (Ansorena,

2014). Como objetivo principal es determinar el efecto de la aplicación de los microorganismos eficaces en la fertilidad del suelo y producción, en una plantación de camu camu (*Myrciaria dubia*). En suelos con baja calidad nutritiva, para así fertilizarlos con concentraciones de 20%, 25% y 30% concentraciones vistas en otras investigaciones que dieron resultado.

Existen tipos de organismos presentes en los EM bacterias ácido lácticas. El término "Bacterias Ácido Lácticas" (BAL) se usa para referirse a las bacterias que utilizan los azúcares como la glucosa y lactosa, para producir ácido láctico mediante fermentación. Estas bacterias se encuentran prácticamente en toda la naturaleza, se han aislado de la tierra, plantas verdes, la vagina y el tracto intestinal en humanos y animales. (Yakult, 2013).

En cuanto a la metodología es experimental con grupos de control, con diseño completamente al azar porque todas las repeticiones experimentales se realizan en orden aleatorio completo, pues no se han tenido en cuenta otros factores de interés. Si durante el estudio se hacen N pruebas, éstas se deben realizar al azar, de forma que los posibles efectos ambientales y temporales se vayan repartiendo equitativamente entre los tratamientos, el diseño estadístico de esta investigación es un BCA, con 4 tratamientos y 5 repeticiones, la extracción de las muestras fueron cada 9 metros de separación; T₁ = suelo sin aplicación de EM al 0%, T₂ = suelo con aplicación de EM al 20 %, T₃ = suelo con aplicación de EM al 25 %, T₄ = suelo con aplicación de EM al 30 %.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Hoy en día observamos muchos problemas ambientales en nuestra ciudad, en nuestro país y en todo el mundo, muchos son ocasionados por el ser humano y pocas veces producidos por la misma naturaleza, por lo que, la humanidad entera afronta serios problemas ambientales que comprometen la economía y las sociedades a nivel global.

Sin embargo, en los últimos años la producción de frutos ha sido afectada considerablemente debido a la disminución de la fertilidad natural de los suelos, causado principalmente por la variación de los niveles de inundación en las diferentes zonas de cultivo. Según los últimos análisis de suelo, muestran que existe deficiencia de algunos macro y micronutrientes como: nitrógeno, fósforo, potasio, boro y manganeso (Abanto et al., 2015)

En tal sentido para recuperar y elevar los niveles de producción, urge desarrollar tecnologías de manejo agronómico. Una de estas tecnologías es el uso de técnicas de fertilización orgánica que consiste en la incorporación y-o aplicación al suelo y a las plantas compuestos orgánicos elaborados a partir de residuos de origen vegetal y animal (Pinedo Panduro et al., 2018)

Dentro de los compuestos orgánicos, el biofertilizante líquido es uno de los más utilizados porque aporta nutrientes esenciales para las plantas. Puede ser utilizado de diversas maneras, siendo que, el método más eficiente es la aplicación de pulverizaciones foliares, porque promueven un efecto más rápido en la absorción de los nutrientes (Pinedo Panduro M. , 2006)

Los diferentes tipos de suelos que tiene la región Ucayali se muestran en una publicación “Génesis, Morfología y Clasificación de algunos suelos de Pucallpa”: Los factores más importantes que influyen en la formación de los suelos, son el clima y la vegetación. El relieve ha influido en la redistribución del color y humedad.

El 43% de los suelos se han originado a partir de sedimentos aluviales recientes, y subrecientes; el 57% restante a partir de sedimentos muy antiguos. Se estima que los suelos no inundables empezaron a formarse a finales del terciario y principios del cuaternario.

Se han identificado siete distintos tipos de suelos: Barrizal, Restinga, Cashibococha, Yarinacocha, Aguajal, Campo Verde y Colina. Morfológicamente los tres primeros poseen perfiles tipo A/C; Yarinacocha, Aguajal y Colina perfiles tipo A/Bw/C y Campo Verde del tipo A/Bt/C. (Juan & Manuel, 2013).

Los suelos en la región Ucayali se ven afectadas por múltiples factores de transformación que ejerce el ser humano sobre los diferentes suelos en la región, el cultivo agrícola sin tecnificación lo que hace que los suelos se empobrezcan o se degradan haciendo un suelo no cultivable o infértil, muchas veces estos suelos dejan de ser cultivables por largos periodos.

Los microorganismos eficaces (EM) son de naturaleza orgánica, que son muy rentables en la fertilización de suelos degradados o infértiles, se podría decir que son suplementos nutricionales para fertilidad del suelo, los microorganismos eficaces están compuesto por bacterias fotosintéticas o fototrópicas que ayudan a la recuperación rápida del suelo degradado o infértil.

En el caserío Padre Bernardo, el suelo cada vez es menos fértil, esto se debe en parte a la de tecnología o método que utilizan para el sembrío del camu camu, dado que la fertilidad natural de los suelos que ocupa, son rápidamente desequilibrados nutricionalmente campaña tras campaña.

Dado que, en nuestra región, la costumbre entre los productores, y más aún de los asentados a orillas de la Laguna de Yarinacocha, para reponer los nutrientes después de las cosechas, no es una práctica habitual, a ello se suma la poca información con que se cuenta sobre la absorción de los nutrientes y sus necesidades nutricionales en función a su fenología. Además, la presencia de metales pesados, en el suelo y en la propia planta, que están siendo absorbidos, producto de los sedimentos transportados por las aguas de la laguna en cada inundación.

Es por ello que esta investigación se centrará en el efecto del suelo y producción, en una plantación de Camu camu (*Myrciaria dubia*) en el caserío Padre Bernardo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali. De la aplicación de microorganismos eficaces en la fertilidad

Más aún cuando el distrito de Yarinacocha “posee como tierras potenciales para la instalación del cultivo de camu camu, 1 846,9 ha aptas que representan el 22,12%; las tierras con condición regular ocupan una superficie de 3 613,0 ha que representan el 43,3%; y las tierras no aptas ocupan una superficie de 2 327,2 ha, representando el 27,9 % del área evaluada” (G & Bedoya, 2018).

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

- ¿Cuál será el efecto de la aplicación de Microorganismos Eficaces en la fertilidad del suelo y producción en una plantación de camu camu (*Myrciaria dubia*) en el distrito de Yarinacocha, Ucayali, Perú?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuáles serán las características fisicoquímicas del suelo en una plantación de camu camu (*Myrciaria dubia*) con la aplicación de ME (BASFOLIAR SIZE SL)?
- ¿Cuál será el efecto de la aplicación de los ME (BASFOLIAR SIZE SL) en la producción del como camu (*Myrciaria dubia*)?

1.3. JUSTIFICACION

1.3.1. Justificación Teórica

Este estudio se justifica desde la dimensión teórica, ya que brindará información suficiente y necesaria citadas en los antecedentes y teorías básicas, así como conocimientos nuevos luego de tomar decisiones de los resultados en las conclusiones referente a las variables de estudio análisis fisicoquímico y aplicación de Microorganismos Eficaces (EM) en un sembrío de Camu camu (*Myrciaria dubia*) para determinar el impacto en la fertilidad del suelo.

1.3.2. Justificación Práctica

Esta investigación se realizará, porque existe la necesidad de ver cuál es el grado de contaminación físico-química y aplicación de Microorganismos Eficaces en un sembrío de Camu camu (*Myrciaria dubia*) para determinar el impacto en la fertilidad del suelo y producción, en donde sus conclusiones ayudarán a dar soluciones prácticas para futuras investigaciones.

1.3.3. Justificación Metodológica

En cuanto al aspecto metodológica este estudio se justificará, ya que, aportará y recomendará un tipo diseño de investigación adecuado para el estudio de estas variables; así como métodos, técnicas e instrumentos pertinentes y validados por expertos para su fiabilidad que facilitará la recolección de información necesario para el desarrollo de esta investigación y sirva de base científica para otros estudios similares referentes al tema.

1.3.4. Justificación Social

Se justificará en cuanto a lo social, porque los resultados de esta investigación, una vez difundido y sustentado ante la comunidad académica y la sociedad, ayudarán a crear conciencia en el productor que no solo es aprovechar al recurso suelo para satisfacer sus necesidades sino que también es reponer los nutrientes que son absorbidos por cada campaña de producción.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

- Determinar el efecto de la aplicación de EM (Bas foliar size SL) en la fertilidad del suelo y producción en una plantación de Camu camu (*Myrciaria dubia*) en el distrito de Yarinacocha, Ucayali, Perú.

1.4.2. Objetivo Específico

- Determinar las características fisicoquímicas del suelo en una plantación de camu camu (*Myrciaria dubia*) con la aplicación de ME (BASFOLIAR SIZE SL).
- Determinar su efecto de la aplicación de los ME (BASFOLIAR SIZE SL) en la producción del camu camu (*Myrciaria dubia*).

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Nivel Internacional

Calero Hurtado et al., (2018) desarrollo un experimento denominado “Respuesta de dos cultivares de frijol común a la aplicación foliar de microorganismos eficientes” en la cual evaluo: El efecto de aplicar diferentes concentraciones de microorganismos eficientes de forma foliar a dos cultivares de frijol comun; Velazco largo (VLR) y Cuba cueto (CC-25-9-N), sembrados sobre Pardo Sialítico Carbonatado. Las concentraciones fueron: 0, 50, 100 y 200 mg L⁻¹ aplicados cada 7 días a partir de los 10 días después de la germinación hasta la floración donde evaluaron el rendimiento del cultivo. Los hallazgos encontrados por los investigadores fueron que el tratamiento con la dosis de 100 mg L⁻¹ incremento la productividad en el cultivar VLR en 1,13 t ha⁻¹ y 1,15 t ha⁻¹ en el CC-25-9-N en comparación al testigo.

Calero Hurtado et al., (2019) en su investigación denominada: “Microorganismos eficientes y vermicompost lixiviado aumentan la producción de pepino” evaluaron: El efecto agroproductivo del pepino con el cultivar Su Yi Sung, utilizando de forma individual y asociada de microorganismos eficientes y vermicompost lixiviado, los tratamientos se aplicaron directamente al suelo y en forma foliar en dosis de 100 y 200 ml L⁻¹. Se evaluaron el rendimiento (kg m⁻²) y los resultados obtenidos fueron que la aplicación individual y combinada de los biofertilizantes tuvo un efecto bioestimulante en la producción de pepino en la

dosis de 100 ml L⁻¹ tanto de forma individual y combinada aumentando el rendimiento del cultivo en 42% con relación al tratamiento control.

Calero Hurtado et al., (2020) Realizaron una investigación titulada: “Manejo de diferentes densidades de plantación y aplicación de microorganismos eficientes incrementan la productividad del arroz” donde: Aplicaron EM en diferentes densidades de siembra para evaluar el rendimiento en el cultivo de arroz, diseño de investigación fue un esquema factorial de 4x2 en Bloques Completos al Azar; las densidades fueron 25,000, 35,000, 45,000 y 55,000 plantas ha⁻¹ a una dosis de EM 0 ml L⁻¹, 100 ml L⁻¹. Obtuvieron resultados significativos obteniendo mejor rendimiento en la densidad de 45,000 ha⁻¹ a una dosis de 100 ml L⁻¹ en un 84% a comparación del testigo (EM 0 ml L⁻¹) en 58% demostrando así que la aplicación de ME (BASFOLIAR SIZE SL) vía suelo potencializa la productividad del arroz.

(Alvarez et al.,2012) Realizaron una investigación titulada: “Evaluación de la aplicación de microorganismos eficientes en col de repollo (*Brassica oleracea* L) en condiciones de organopónico semiprotegido” donde: Evaluaron dos dosis de aplicación de microorganismos eficientes en el cultivo de la col de repollo (*Brassica oleraceae*, L.) variedad KKCross bajo condiciones de organopónico semiprotegido. Utilizaron un diseño experimental en bloque al azar, con cinco tratamientos: Testigo, microorganismos eficientes (2 y 4 mL/ m²), aplicados a los 10 días del trasplante y posteriormente a intervalos de 12-15 días hasta el final del ciclo vegetativo. Los resultados obtenidos muestran que la aplicación de ME (BASFOLIAR SIZE SL) en dosis de 4 mL/ m² resultó ser la más efectiva,

presentándose resultados económicos favorables en cada uno de los tratamientos evaluados.

Milian Martí et al, (2014) realizaron una investigación titulada: “Efecto de microorganismos eficientes (ME-50) sobre la morfología y el rendimiento del cultivo del arroz (*Oryza sativa*) en Aguada de Pasajeros” donde evaluaron la aplicación de EM en el cultivo de arroz, los tratamientos empleados fueron: aspersiones foliares del inóculo ME-50 (dosis de 7 L ha⁻¹) y un testigo sin aplicaciones (dos tratamientos) en frecuencias de aplicación de 15, 25, 35 días posteriores al trasplante. Los resultados obtenidos fue un mejor rendimiento de 7,6 tn ha⁻¹ con la aplicación de ME-50.

Calero H et al., (2019) buscaron alternativas eficientes de manejo de los biofertilizantes, iniciaron una investigación denominado “Evaluación de microorganismos eficientes en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)” para ello aplicaron a las plantulas de tomates de tres variedades diferentes (Amalia, Rilia y Seen-2) microorganismos eficientes con el fin de evaluar: El efecto de los mismos; las dosis fueron 0 ml/l⁻¹ y 100 ml/l⁻¹ inoculados a semillas y aplicación foliar y la combinación de ambos (semilla y aplicacio foliar) en un arreglo factorial de 3x3 en un Diseño de Bloques al Azar con tres repeticiones. Los resultados que obtuvieron los investigadores con la combinación de la inoculación a las semillas con las aplicaciones foliares de microorganismos eficientes, el rendimeinto en las variedades Amalia y Rilia en 26,0 % y en la Seen-2 un 25,0% con relación al tratamiento control y el ciclo de producción de plántulas fue reducido en las variedades Amalia y Seen-2 un 24,0% y en la Rilia un 22 ,0%.

Zurita Vásquez & Toalombo Iza, (2012) en su tesis denominado: “Evaluación de Microorganismos Eficientes Autoctonos Aplicados en el Cultivo de Cebolla Blanca (*Allium fistulosum*)” donde determinaron: El efecto de la aplicación de microorganismos eficientes en el rendimiento de cebolla blanca (*Allium fistulosum*) en diferentes frecuencia de tiempo, para eso aplicaron las dosis: D1= 1cc EMAs+1cc melaza/1lt, D2= 2cc EMAs+2cc melaza/2lts, D3= 3cc EMAs+3cc melaza/3lts a una frecuencia (desde el trasplante hasta la cosecha): F1 (7 días), F2 (14 días), F3 (21 días). Al término de la investigación y realizando los cálculos estadísticos concluyeron que la dosis D3= 3cc EMAs+3cc a una frecuencia de F2 (14 días) con el mejor promedio en rendimiento 29,120 Kg / Ha lo cual los autores recomiendan que se debe utilizar en el cultivo de cebolla blanca como una alternativa para mejorar el rendimiento en el cultivo de Cebolla blanca (*Allium fistulosum*).

León Toro et al., (2023) Realizaron una investigación cuyo título fue “Evaluación de dos variedades de Pitahaya bajo manejo integrado usando biocarbón y microorganismos eficientes” en la cual evaluaron: El manejo integrado de dos variedades de pitahaya y su desarrollo vegetativo utilizando un Diseño Completo al Azar diseño experimental, evaluaron los parámetros: días a la brotación, número de brotes, longitud de tallos secundarios, diámetro de tallos secundarios, peso de raíces, población de nemátodos en raíces. Los resultados como mejor tratamiento fue 20 gramos de Biochar + 200 gramos de microorganismos eficientes y 30 gramos de Biochar + 300 gramos de microorganismos eficientes en cuanto a número de brotes, longitud de tallos secundarios y bajas poblaciones de nematodos en raíces de *Hylocereus*

undatus, lo que evidencia la buena respuesta de esta cactácea a los tratamientos antes señalados.

Callisaya Quispe & Fernández Chávez, (2017) En su tesis denominado: “Evaluación del efecto que tienen los microorganismos eficientes (EM), en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), municipio de Achocalla” determino: El efecto de los microorganismos eficientes aplicado como fertilizante foliar en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), en dos variedades SMR-58 y Eureka bajo condiciones controladas. El diseño experimental utilizado por los autores fue Bloques Completos al Azar con 6 tratamientos y 3 repeticiones, las dosis de EM fueron: 10%, 50% y 80%. Los autores encontraron diferencias estadísticas en la aplicación de EM, el mejor rendimiento lo obtuvo la variedad SMR-58 con la concentración de 50% de EM.

2.1.2. Nivel Nacional

Ramírez Marrache et al., (2019) en su investigación denominado: “Indicadores Químicos y Microbiológicos del Suelo Bajo Aplicación de Microorganismos Eficientes en Plantación de Cacao (*Theobroma cacao* L.)” evaluaron: El efecto de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) en la población de los principales grupos microbiológicos y sobre los indicadores químicos del suelo, en una plantación de cacao (*Theobroma cacao* L). El diseño experimental fue Bloques Completos al Azar con cuatro tratamientos y repeticiones. Los tratamientos en estudio son dosis de EM de 0 (T1), 1 (T2), 2 (T3) y 3 litros por mochila de 20 L (T4) a una concentración de 0%, 5%, 10% y 15% de EM. Encontraron diferencias altamente significativas para MO y N. al final de la investigación los autores concluyeron que los EM en cortos periodos

de aplicación mejoran los indicadores químicos del suelo, mostrando un gran potencial para mejorar la calidad del suelo.

Alarcon Camacho et al., (2020) en la investigación denominada: "Fertilizar con microorganismos eficientes autóctonos tiene efecto positivo en la fenología, biomasa y producción de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill)" evaluaron: El efecto de la influencia de EM en diferentes dosis y frecuencia de aplicación al cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) variedad "Río Grande". Las dosis de EM que utilizaron fueron 12,5 cc, 25 cc y 50 cc y las frecuencias de aplicación fueron 7, 14 y 21 días. El experimento estaba planteado en un arreglo factorial de 3x3 + 1 en Bloques Completos al Azar con tres repeticiones. El mayor rendimiento obtenido al final de la investigación como describen los autores fue la dosis de 25 cc EM con una aplicación cada 14 días con 1713,69 g/planta.

Llanqui Allcahuaman & Taype Rodas, (2019) en su tesis denominado: "Efecto de microorganismos eficientes (EM) en la asimilación del Fósforo en el cultivo de Maíz (*Zea mays* L.)" investigaron: La asimilación del fósforo en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) mediante la aplicación de EM, para eso usaron un arreglo factorial de 3x4 en un Bloques Completos al Azar con 3 repeticiones siendo la dosis de EM (Factor A) 0 cc/moch, 50 cc/moch y 100 cc/moch en combinación con la aplicación de fertilizantes (Factor B) N-P-K (N - P₂O₅ - K₂O) a una proporción de 150-0-80, 150-50-80, 150-100-80, 150-150-80. Los resultados observados del efecto de los microorganismos eficientes (EM) en la asimilación del fósforo en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en las variables altura de planta, longitud de raíces y peso de grano por mazorca; existe diferencia entre los promedios de los tratamientos, pero para las demás variables, no existe

diferencia entre los promedios de los tratamientos. La dosis de microorganismos eficientes (EM) para la asimilación del fósforo es efectiva en la medida en que se incrementa la dosis de EM teniendo como resultados un Incremento hasta de un 30% en los rendimientos.

Navarro Rodriguez, (2019) en su tesis denominado: "Dosis y frecuencias microorganismos de eficaces aplicación (EM) y su foliar efecto en el rendimiento de los frutos del "ají habanero" (*Capsicum chinense* Jacq.) en el sector de Cieneguilla Sur, Sullana – Piura" determino: El efecto de la dosis y la frecuencia de aplicación foliar de EM bajo condiciones de un suelo arenoso con riego por surcos en un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA), dispuestos en arreglo factorial 2x3 más un testigo sin aplicación de EM. Los resultados obtenidos de las dosis y frecuencias de la aplicación de los tratamiento en estudio el de mayor rendimiento fue el tratamiento de la dosis de 75 ml de EM foliar/lit con un promedio de EM foliar de 32% superior al testigo sin aplicación, y no se observa efecto del factor frecuencia de aplicación ni de la interacción frecuencia por dosis de aplicación.

Vega Ronquillo, (2019) en su tesis denominado: "Efectividad de microorganismos eficaces en la ecoeficiencia del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en condiciones edafoclimaticas del distrito de Panao 2017" evaluo la efectividad de los microorganismos eficaces, utilizando un diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 3 repeticiones y 4 tratamientos. Las dosis investigadas fueron: 1 lit EM/20 lit agua, 1 ½ lit EM/20 lit agua y 2 lit EM/20 lit agua a una frecuencia de aplicación de 15, 30, 45 y 60 días. Los resultados obtenidos fueron que el mayor promedio de tubérculos y rendimiento estimado

por hectárea, fueron 34,468.84 kg/ha obtenidos con el T₁ con dosis 2 lt EM/ 20 lt agua.

2.1.3. Nivel Local

Soregui Mori, (2017) investigo en su tesis denominado: “Efecto de tres tipos de bioles en el vigor y aspectos productivos de plantas de camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K Mc Vaugh) en suelos de restinga de la región de Ucayali”, donde tuvo un: Diseño de Bloques Completamente al Azar en arreglo factorial de 3A x 5B y los tratamientos se distribuyeron como tipos de EM (Factor A): Biol vacaza, Biol gallinaza, Biol Guano de isla, y diferentes concentraciones (Factor B): 0%, 2%; 4%, 6%, 8%. Los resultados para número de brotes foliares indican que el tratamiento biol guano de isla al 4% fue significativo y cuenta con un promedio de 1537,66 brotes, siendo superior a los otros tratamientos; también el tipo de biol vacaza obtuvo mejores resultados para el número de botones florales, número de fruto y rendimiento con promedios 4,759 botones florales, 3135,33 frutos y 27,67 t ha⁻¹ respectivamente.

García Pinedo, (2022) En su tesis: “Efecto del Número de Aplicaciones Foliares de una Dosis de EM-Cerámica en el Crecimiento y Producción del Cultivo de Ají Dulce (*Capsicum annum* L) en un Inceptisol de Pucallpa” investigo: El efecto del número de aplicaciones foliares de una dosis de EM-Cerámica en el crecimiento y producción del cultivo de ají dulce. Los tratamientos fueron testigo sin aplicación 1, 2 y 3 aplicaciones foliares a los 30, 45 y 60 días después del trasplante, bajo un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones. Los tratamientos sobresalientes fueron cuando se efectuó dos y tres aplicaciones foliares de EM Cerámica para las variables altura de planta, diámetro de tallo y número de ramas por planta y, respecto a los indicadores de producción, la mejor

respuesta se obtuvo cuando se realizó tres aplicaciones foliares de EM-Cerámica para las variables número de frutos por planta, peso de frutos por planta y rendimiento por ha.

Perez Palermo, (2018) en su tesis: “Influencia de concentraciones de microorganismos eficaces con cerámica fitoprotectante en el crecimiento en altura, diámetro, área foliar y calidad de plántones de *Theobroma cacao* (cacao)” evaluó: La influencia de diferentes concentraciones de EM con cerámica. El experimento fue conducido mediante un diseño completamente al azar (DCA), con 5 tratamientos, 10 repeticiones. Como resultado el tratamiento T3 obtuvo mejor valor en el crecimiento en altura, diámetro y área foliar específica con: 25.56 cm, 6.86 mm y 90.77 cm² /g respectivamente, en comparación al testigo que alcanzó 19.98 cm, 5.49 mm y 49.32. el autor recomienda producir plántones de *Theobroma cacao* (cacao común) con el tratamiento T3, por obtener mayores valores en la mayoría de las variables evaluadas, además desde el punto de vista económico conviene aplicar porque contiene menor concentración, lo que significa la utilización de menos cantidad de microorganismos, disminuyendo el costo de producción.

2.2. BASES TEORICAS

2.2.1. Descripción de los Microorganismos Eficaces (EM)

Los microorganismos eficaces están constituidos por la mezcla de varios microorganismos benéficos (levaduras, actinomicetos, bacterias ácido lácticas y fotosintéticas) que son mutuamente compatibles entre sí y coexisten en un cultivo líquido. Sin embargo, estos microorganismos no son nocivos, ni patógenos, ni genéticamente modificados ni químicamente sintetizados.

Debido a esto, son buenos para reducir no sólo la contaminación del microambiente, tales como, las moscas o malos olores; sino también mejora la calidad del suelo, acelera el proceso y disminuye el impacto ambiental causado por explotaciones de la ganadería y agricultura. Asimismo, sirve como un antioxidante y prebiótico, previene enfermedades para la fauna, ayuda a recuperar aguas contaminadas y acelera el proceso de descomposición de residuos sólidos. (Uribe et al., 2001)

2.2.2. Descripción De Los ECA Para El Suelo

Según el (MINAM, 2014) regula la calidad de los suelos de todas las actividades y proyectos que puedan generar riesgos de contaminación del suelo en su emplazamiento y áreas de influencia. Esto incluye actividades extractivas, almacenamiento de hidrocarburos y otras sustancias, industrias con insumos o productos químicos, etc.

2.2.2.1. Aplicación De Los ECA Para El Suelo

Para el caso de proyectos nuevos, el Art. 6 del ECA indica que el industrial está obligado a determinar la concentración en el suelo de su emplazamiento y área de influencia, de las sustancias químicas que utilice en su proceso productivo, estén incluidas o no en el Anexo I del Estándar ECA, que establece los valores umbrales para determinados usos de suelo, y que se representan más adelante en este resumen (los valores conocidos como “los ECA”). Un aspecto relevante: si, como resultado de la primera Fase del estudio (Investigación) se encontrasen sitios que superen los ECA (del mencionado Anexo I) se consideran como los “niveles de fondo” y no se le podrá atribuir el titular de la actividad responsabilidad legal por esta situación (Artículo 4º del DS 002-2014-MINAM, Disposiciones complementarias).

Para el caso de actividades en curso, se deberá desarrollar la primera Fase del estudio (Identificación) en el emplazamiento y sus áreas de influencia, entendidas como las comprendidas dentro del perímetro inmediato del emplazamiento, donde pueda haber indicio o evidencia de contaminación superficial del suelo.

2.2.3. Tipos de Organismos Presentes en los EM

a) Bacterias Ácido Lácticas

El término “Bacterias Ácido Lácticas” (BAL) se usa para referirse a las bacterias que utilizan los azúcares como la glucosa y lactosa, para producir ácido láctico mediante fermentación. Estas bacterias se encuentran prácticamente en toda la naturaleza, se han aislado de la tierra, plantas verdes, la vagina y el tracto intestinal en humanos y animales. Asimismo, algunas de estas bacterias son conocidas como facultativamente anaerobias, por ser capaces de crecer en presencia de muy poco oxígeno; otras se conocen como obligadamente anaerobias, ya que sólo crecen en atmósferas libres de oxígeno (Yakult, 2013)

Por ello, de forma general se clasifican según su forma y el tipo de fermentación ácido láctica, los del tipo homo-fermentativo, que producen solamente ácido láctico durante la fermentación de azúcar; y las de hetero-fermentativas, estos producen ácido acético, etanol o dióxido de carbono, además del ácido láctico. Entre las muchas bacterias ácido lácticas, los géneros representativos se denominan *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus* y *Pediococcus*. (Yakult, 2013).

b) Bacterias Fotosintéticas

Son bacterias que para crecer obtienen su energía de la luz mediante fotosíntesis. Los orgánulos citoplasmáticos encargados de la realización de la fotosíntesis son los cloroplastos, unas estructuras polimorfas y de color verde (esta coloración es debida a la presencia del pigmento clorofila) propias de las células vegetales. En el interior de estos orgánulos se halla una cámara que contiene un medio interno llamado estroma, que alberga diversos componentes, entre los que cabe destacar enzimas encargadas de la transformación del dióxido de carbono en materia orgánica y unos sáculos aplastados denominados tilacoides o lamelas, cuya membrana contiene pigmentos fotosintéticos. (Aguamarket, 2021)

Las poblaciones de bacterias fotosintéticas poseen una serie de mecanismos para adaptarse a la intensidad y calidad de la luz que les llega, las cuales, a su vez, están muy afectadas por la filtración selectiva de los propios organismos fotosintéticos y por la columna de agua. (Abella, 1980, párr. 5). Por otro lado, algunas de estas bacterias son dominantes tales como la *Chromatium minus*, *Chlorobium phaeobacteroides* y *Chlorobium limicola*. (Aguamarket, 2021)

En la actualidad, se diferencian dos tipos de procesos fotosintéticos, que son la fotosíntesis oxigénica y la fotosíntesis anoxigénica. La primera de las modalidades es la propia de las plantas superiores, las algas y las cianobacterias, donde el dador de electrones es el agua y, como consecuencia, se desprende oxígeno. Mientras que la segunda, también conocida con el nombre de fotosíntesis bacteriana, la realizan las bacterias purpúreas y verdes del azufre, en las que el dador de electrones es el sulfuro de hidrógeno, y consecuentemente, el elemento químico liberado no será oxígeno sino azufre,

que puede ser acumulado en el interior de la bacteria, o en su defecto, expulsado al agua. (Aguamarket, 2021)

c) Levaduras

Las levaduras son hongos que crecen generalmente en forma de agregados sueltos de células independientes, que pueden ser globosas, ovoides, piriformes, alargadas o casi cilíndricas. En algunos casos, forman cadenas de células alargadas, adheridas de modo suelto, semejantes a un micelio, por lo que se las denomina pseudomicelio. Asimismo, cuando crecen sobre medios sólidos, forman colonias de aspecto característico que recuerdan a las colonias bacterianas. (ANMAT, 2014)

Además, la importancia de la presencia de mohos y levaduras en los alimentos está determinada por la capacidad de producir diferentes grados de deterioro y descomposición de los mismos. (ANMAT, 2014).

d) Actinomicetos

Según Correa (2009) menciona que los actinomicetos representan un grupo ubicuo de microorganismos ampliamente distribuido en ecosistemas naturales y tienen gran importancia en la participación de la degradación de materia orgánica, además de ciertas propiedades fisiológicas que los hacen particulares. En un principio los actinomicetos se incluyeron entre los hongos porque su morfología y desarrollo presentaban gran similitud, dotados de un micelio verdadero; debido a esto se les denominó "hongos radiados". Sin embargo, hoy en día, y dado su carácter procariótico, se sustenta muy bien su clasificación como bacterias, por lo tanto, estos microorganismos resultan ser abundantes en suelos, tanto o más que las mixobacterias, sin embargo, también se encuentran en ambientes acuáticos, dulces y marinos.

e) Hongos Fermentadores

El medio natural tiene sus propios mecanismos para autorregenerarse, y en ese ciclo de renovación constante, la naturaleza se mantiene sana y elimina aquello que no lo está. Cuando, la enfermedad aparece porque el medio natural y los seres vivos han sido esterilizados, lo que provoca la pérdida de su equilibrio microbiano, la pérdida del equilibrio microbiano supone la indefensión del medio natural ante la invasión de patógenos o microbios nocivos al no haber microorganismos beneficiosos que los combatan.

De modo que, el medio se debilita y enferma al ser colonizado fácilmente por microorganismos que causan putrefacción y oxidación. La salud no es ausencia de microbios, sino equilibrio microbiano. La dualidad oxidación-fermentación determina el proceso de reciclaje de la materia; si en un medio dominan los microorganismos desintegradores se desarrollará una fermentación perjudicial o putrefacción, fomentando la oxidación, de lo contrario, si predominan los regeneradores se producirá una fermentación útil o maduración, facilitando la antioxidación. Entonces, Este proceso fermentativo generado por los microorganismos regeneradores permite conservar energía, y aumentar la producción de nutrientes y sustancias beneficiosas que hacen a las plantas y al suelo más resistente ante posibles enfermedades. Si el ambiente natural está sano, aumentará el rendimiento del terreno y mejorará la calidad de las plantas.

2.2.4. Propiedades Funcionales que Desempeñan los EM y sus Aplicaciones Agrícolas

a) Nitrógeno Fijo

El método para reducir el nitrógeno a amonio mediante bacterias de vida libre o simbiosis con ciertas especies de plantas se denomina fijación biológica de nitrógeno. Por otro lado, las bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno encontramos dos grupos de organismos.

Al primer grupo pertenecen bacterias móviles del suelo, que son atraídas hacia la raíz por compuestos que esta libera. Pertenecen al grupo de quimioorganotrofos aerobios y se denominan Rhizobios. A este grupo pertenecen *Rhizobium* (nodulan en raíces de leguminosas de climas templados y subtropicales), *Azorhizobium* (nódulos en tallos y raíces) y *Bradyrhizobium* (nodula raíces de soja). Existen otros formadores de nódulos de fijación dudosa de nitrógeno como son: *Phyllobacterium* (forma nódulos en tallos y hojas de mirsináceas y rubiáceas) y *Agrobacterium*.

El segundo grupo está formado por Actinomicetos (bacterias Gram positivas) que nodulan raíces de muchos árboles y arbustos. Son aquellas bacterias filamentosas que viven en simbiosis con plantas actinorricas (angiospermas capaces de formar nódulos) y son pertenecientes al género *Frankia*. No forma micelio aéreo y sus esporas son inmóviles. Nodula los géneros *Agnus*, *Myrca*, *Casuarina*, etc. Esta nodulación es de gran importancia para plantas leñosas perennes, porque aporta nitrógeno al suelo en zonas pobres o repobladas.

b) Descomposición de los Residuos Orgánicos

El proceso de compostaje se basa en la actividad de los microorganismos que viven en el medio natural, son los que descomponen la materia orgánica, la fuente del compost son los desechos animales y vegetales. También, tienen una función muy importante en los procesos de reciclaje de nutrientes y, por lo tanto, en la capacidad de un suelo para proveer al cultivo con suficientes nutrientes para poder cosechar un buen producto.

c) Inhibición de Patógenos Vegetales del Suelo

Los hechos han demostrado que el uso de microorganismos es eficaz para controlar los patógenos de las plantas del suelo. Los microorganismos promueven el crecimiento, el desarrollo y la función de procesos importantes, como promover el crecimiento de las plantas y protegerlas de los parásitos de las plantas. Los microorganismos eficientes pueden ocupar diferentes nichos en la zona de la raíz, por lo que pueden competir por espacio y nutrientes, limitando así el desarrollo de especies fitopatógenos.

Los microorganismos eficientes pueden, a su vez, promover el reciclaje de nutrientes en el suelo y aumentar la utilización de los nutrientes de las plantas. Por otro lado, estos microorganismos pueden degradar sustancias tóxicas como plaguicidas, producir moléculas orgánicas simples que pueden ser absorbidas por las plantas y combinarse con metales pesados, limitando así su absorción por las plantas.

2.2.5. Aplicaciones De Los EM

a) En La Agricultura

Los microorganismos eficientes (EM) mejoran los parámetros fisicoquímicos del suelo, incrementando la producción de los cultivos. Asimismo, conserva los recursos naturales, aumenta la velocidad y porcentaje de germinación por efecto hormonal favoreciendo así el crecimiento del tallo y raíces desde la germinación. Por otro lado, en las plantas genera un sistema de supresión de insectos y enfermedades, evita la propagación de organismos patógenos e incrementa la capacidad fotosintética a través de un mayor desarrollo foliar.

Asimismo, Para que la acción de los microorganismos sea eficiente se debe conocer los requerimientos ambientales, entre ellos se consideran la humedad, temperatura y pH. Existe mayor diversidad de microorganismos en ambientes de pH neutro entre valores de 6 a 8 y con temperaturas entre 15 y 45 °C. Donde la reproducción o inoculación de ME (BASFOLIAR SIZE SL) se realiza bajo fermentación anaeróbica.

b) En Los Suelos

Los microorganismos eficientes (EM) en el suelo tienen su influencia en el mejoramiento de las características fisicoquímicas y biológicas, desarrollando la supresión de enfermedades. En condiciones físicas, se mejora la agregación de partículas del suelo, reduce la compactación y mejora la infiltración del agua. En condiciones químicas, hay una mayor disponibilidad de nutrientes. En microbiología, se controla los patógenos e incrementa la biodiversidad microbiana.

2.2.6. Suelo

Según (Velasques Miranda, 2003) es el medio en el cual se desarrollarán las plantas, para alimentar y vestir al mundo. Este suelo se forma, debido a la descomposición de la roca madre, por acción de los microorganismos del suelo, el clima, el tiempo, la topografía y la vegetación. Por lo tanto, el suelo tiene propiedades físicas, químicas y biológicas.

2.2.6.1. Suelo Agrícola

Según él (MINAM, 2014) es un suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. También es aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas.

2.2.7. Propiedades Físicas Del Suelo

Las propiedades físicas de los suelos, determinan en gran medida, la capacidad de muchos de los usos a los que el hombre los sujeta. La condición física de un suelo determina, la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad, y la retención de nutrientes. Se considera necesario para las personas involucradas en el uso de la tierra, conocer las propiedades físicas del suelo, para entender en qué medida y cómo influyen en el crecimiento de las plantas, en qué medida y cómo la actividad humana puede llegar a modificarlas, y comprender la importancia de mantener las mejores condiciones físicas del suelo posibles. (Rucks et al., 2014)

2.2.8. Propiedades Químicas Del Suelo

La meteorización del material de partida por el agua determina, en gran medida, la composición química del suelo que por último se ha producido. Por ello, algunas sustancias químicas se Lixivian en las capas inferiores del suelo donde se acumulan, mientras que otras sustancias químicas, que son menos solubles, quedan en las capas superiores del suelo. Las sustancias químicas que se eliminan con más rapidez son los cloruros y los sulfatos, a los que siguen el calcio, el sodio, el magnesio y el potasio.

Por otro lado, los silicatos y los óxidos del hierro y el aluminio se descomponen con mucha lentitud y apenas se lixivian*. Asimismo, cuando algunos de estos productos se ponen en contacto con el aire del suelo, tienen lugar reacciones químicas como, en particular la oxidación, que provoca la formación de sustancias químicas más solubles o más frágiles que las originales. En consecuencia, se aceleran los procesos de meteorización, aumenta la lixiviación de las sustancias químicas y se producen otros cambios en la composición química del suelo.

2.2.9. Propiedades Biológicas del Suelo

En cuanto a las propiedades biológicas, existen 2 ciclos muy importantes que se realizan en el suelo. El ciclo del nitrógeno del suelo se relaciona con la actividad microbiana y fauna del suelo como las lombrices, nematodos, protozoarios, hongos, bacterias y artrópodos. Por ello, la biología del suelo juega un papel fundamental en la composición del suelo y sus características. Sin embargo, al ser una ciencia recién descubierta permanece mucho por investigar y cómo afecta la naturaleza de los suelos.

Así, los organismos del suelo descomponen la materia orgánica proveniente de restos vegetales y animales liberando a su vez nutrientes para ser asimilados por las plantas. Donde, los nutrientes que se encuentran almacenados dentro de los organismos del suelo impiden su pérdida por lixiviación. Entonces, los microorganismos del suelo mantienen la estructura mientras las lombrices remueven el suelo.

El diagrama del ciclo de carbono ilustra el proceso donde el elemento de carbono se intercambia entre la biosfera, pedosfera, mesosfera, hidrosfera y atmósfera de la Tierra. Se designa como el proceso más importante del planeta al reciclar y reutilizar el elemento más abundante del planeta. Los flujos anuales del carbono y sus intercambios entre las distintas reservas ocurren debido a los procesos químicos, físicos, geológicos y biológicos.

Donde, los organismos que viven en el suelo son factores determinantes para la circulación de nutrientes y del carbono en el suelo. Así, una gran parte de la materia orgánica originada por la descomposición anual de los residuos vegetales se acumula en la superficie del suelo o en la zona radicular y se consume casi por completo por los organismos del suelo creando así una reserva de carbono con una rápida tasa de renovación, en muchos casos, entre 1 a 3 años. Asimismo, los subproductos de este consumo microbiano resultan en emisiones de dióxido de carbono, CO_2 , y agua, H_2O , y una variedad de compuestos orgánicos designados como humus.

Sin embargo, el humus está compuesto por sustancias difíciles de degradar y por ello resulta lenta su descomposición. Al ser formado en horizontes superficiales del suelo generalmente una parte se precipita hacia perfiles inferiores como complejos arcillo-húmicos. En los perfiles más profundos del

suelo el tenor de oxígeno suele ser menor por lo que dificulta la descomposición del humus por los organismos.

Pero con el tiempo, debido a varios procesos naturales que remueven el suelo el humus se vuelve a aportar hacia horizontes superiores donde se podrá descomponer y liberar más CO₂. Es por ello que el humus constituye una reserva más estable para el carbono del suelo con duración de centenas a miles de años. En la mayoría de los suelos, la descomposición del humus rápida y lenta lleva a un tiempo de residencia de alrededor de 20 a 30 años.

Entonces, los microorganismos del suelo disponen alta sensibilidad al contenido de carbono orgánico en el suelo tal como a la temperatura y tenor de agua por lo que aumentan la respiración en tenores elevados de carbono, temperaturas elevadas y condiciones más húmedas en el suelo.

2.2.10. Fertilidad Del Suelo

Según (Sánchez V, 2019) nos indica que la fertilidad es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo y que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

(Zavaleta García, 1992) Indica que la fertilidad es la cualidad con la que cuenta el suelo para el abastecimiento de nutrientes en cantidades apropiadas y en un balance adecuado que permita el desarrollo de la vegetación, así como la relación adecuada de los sólidos, aire y agua para su crecimiento. Está determinada por dos conjuntos de factores: naturales y técnicos.

(Sánchez V, 2007) Precisa que la fertilidad del suelo manifiesta que es una cualidad que relaciona las características físicas, químicas y biológicas del suelo y que consiste en la capacidad de poder suministrar niveles de fertilización adecuados para el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Asimismo, no solo las plantas se ven beneficiadas por ello, existen microorganismos y otros organismos vivos, cuya aportación es una pieza más del engranaje, y sin los cuales todo el ecosistema se vendría abajo. Es por ello que conseguir mantener la fertilidad en niveles óptimos es lo que dará buenos resultados, tanto a corto como a largo plazo.

2.2.11. El Basfoliar Size SL

Según la (Interroc, 2021) es un bioestimulante que promueve la emisión de raíces, el cuajado, la colaboración y el engorde de frutos. Este producto se compone de nutrientes solubles asociados a moléculas orgánicas que promueven la absorción radicular y foliar. Donde, su especial formulación, permite una doble concentración del producto, potenciando sus efectos y disminuyendo el uso de producto por hectárea.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

a) Análisis

Un análisis es un estudio profundo de un sujeto, objeto o situación con el fin de conocer sus fundamentos, sus bases y motivos de su surgimiento, creación o causas originarias (Juventus, 2023).

b) Análisis Físicoquímico

Según (INNOTECH, 2019) se trata de un método cuyo objetivo es estudiar las relaciones entre propiedades físicas y composición del sistema para establecer interacciones entre los componentes químicos. Es decir, el análisis físico químico se encarga de medir diversas propiedades como temperaturas, conductividad, densidad, viscosidad o dureza con el objetivo de garantizar la calidad alimentaria de tus productos.

c) Microorganismos

Según (Mayoral Alvarez & Reyes González, 2018) son seres vivos pequeños que no pueden ser observados a simple vista y por ello se utilizan equipos especializados como los microscopios, típicamente son organismos unicelulares, son considerados esenciales para la vida debido a su amplia diversidad y distribución en el planeta. Algunos de los organismos más estudiados pertenecen a grupos biológicos como lo son los protozoarios, algas, hongos y bacterias.

d) Bacterias

Las bacterias son organismos procariotas unicelulares, que se encuentran en casi todas las partes de la Tierra. Son vitales para los ecosistemas del planeta. Algunas especies pueden vivir en condiciones realmente extremas de temperatura y presión. (Márquez, 1997). No obstante, el cuerpo humano está lleno de bacterias, de hecho se estima que contiene más bacterias que células humanas. Asimismo, la mayoría de bacterias que se encuentran en el organismo no producen ningún daño, al contrario, algunas son beneficiosas. Sin embargo,

una cantidad relativamente pequeña de especies son las que causan enfermedades.

e) Biodiversidad

La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros sistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas (MINAM, 2014).

f) Contaminación

La contaminación es la presencia de elementos o sustancias que son nocivas para la salud humana o para la vida en general. Puede afectar al agua, la tierra, el aire u otros componentes del medio en el que viven seres humanos u otros organismos (Roldán, 2023).

g) Contaminación Ambiental

Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o a su vez, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos (Instituto de Salud Pública, 2018)

h) Impacto Ambiental

Es el resultado de una actividad humana que genera un efecto sobre el medio ambiente que supone una ruptura del equilibrio ambiental. Algunos de los impactos ambientales más frecuentes son: contaminación del aire, contaminación de las aguas, contaminación del suelo, generación de residuos, contaminación acústica, el empobrecimiento de los ecosistemas y pérdida de biodiversidad (MAPFRE, 2022)

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. TIPO DE INVESTIGACION

Por su finalidad es investigación aplicada; por su profundidad y objetivo es experimental y descriptiva; por el tratamiento de datos es cuantitativa y por el lugar es de campo y laboratorio. (Hernandez Sampieri et al., 2020).

3.2. POBLACION Y MUESTRA

3.2.1. Población

La población considerada en la investigación, estaba determinada por 1 ha del cultivo de camu camu con un total de 450 plantas procedentes del fundo “Rossanita” ubicado en el caserío de Padre Bernardo, del Distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali.

3.2.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por 20 plantas de camu camu tomadas al azar de una población de 450 plantas (1 Ha) procedentes del fundo “Rossanita” ubicado en el caserío de Padre Bernardo, Distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali.

3.3. DISEÑO ESTADISTICO

a) Modelo Estadístico

Se utilizó un diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA) con 5 bloques y 4 tratamientos un $\alpha=0.05$. Cada bloque contaba con 4 Unidades Experimentales (UE); cada UE estaba conformada por una planta de camu camu, haciendo un total de 20 plantas de camu camu distribuidas en los 5 bloques.

b) Tratamientos

Los tratamientos que fueron estudiados se describen a continuación:

Tabla 1. *Descripción de los tratamientos en estudio.*

Tratamientos	Descripción de los Tratamientos
T ₁	0% EM (Testigo)
T ₂	20% = 4L EM/16 L de agua
T ₃	25% = 5L EM/15 L de agua
T ₄	30% = 6L EM/14 L de agua

EM (Microorganismos Eficientes)

Los promedios de las variables respuestas se analizaron mediante la prueba de Tukey por adaptarse mejor al diseño estadístico, a un nivel de significación de $\alpha=0,05\%$ del total de plantas de camu camu de cada unidad experimental. La información obtenida se procesó en el programa estadístico.

c) Modelo Regresión Lineal

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = Observación en la unidad experimental

μ = parámetro, efecto medio

τ_i = parámetro, efecto del tratamiento I

β_j = parámetro, efecto del bloque j

ε_{ij} = valor aleatorio, error experimental de la u.e. i,j

d) Análisis de Varianza

Tabla 2. Análisis de Varianza (ANOVA) del diseño de investigación.

F.V	G.L
Tratamientos	(t-1) = 3
Bloques	(r-1) = 4
Error	(t-1)(r-1) = 12
Total	19

e) Disposición Experimental

Tabla 3. Ubicación de los Tratamientos.

BLOQUES	Tratamientos			
	T1= 0%	T2=20%	T3=25%	T4=30%
I	T3	T2	T1	T4
II	T4	T1	T2	T3
III	T3	T4	T1	T2
IV	T2	T3	T4	T1
V	T3	T4	T1	T2

3.4. HIPOTESIS, VARIABLES Y OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

3.4.1. Hipótesis

La aplicación de tres dosis de EM a evaluar en el cultivo de camu camu será favorable para el suelo y la producción del cultivo.

3.4.2. Variables en Estudio

a) Variables Independientes

Dosis de EM (Microorganismos Eficientes):

- 20% = 4L EM/16 L de agua
- 25% = 5L EM/15 L de agua
- 30% = 6L EM/14 L de agua

b) Variables Dependientes

- Propiedades físicas y químicas del suelo
- Producción del cultivo de camu camu

3.4.3. Operacionalización de las Variables

a) Variables Independientes

Dado que el estudio de la investigación se centró en el efecto de las dosis de EM en el cultivo de camu camu, estuvo determinado por las tres diferentes dosis de EM aplicadas al cultivo de camu camu.

b) Variables Dependientes

Se determinó las propiedades físicas y químicas del suelo y la producción de camu camu con las diferentes dosis de EM.

c) Datos a Registrar

- Análisis físico – químico del suelo
- Producción de frutos por planta

3.5. INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

Para el proceso de la información tomada durante el proyecto se siguió:

- Modelo regresión lineal: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$
- Análisis de Varianza (ANVA)

3.6. TECNICAS DE RECOLECCION DE LA INFORMACIÓN

La recolección de información fue conformada por tres (3) evaluaciones, la primera evaluación o evaluación inicial empezó antes de la aplicación de los tratamientos, se tomaron muestras de suelo al área en investigación para su análisis físico – químico en laboratorio.

La segunda evaluación se realizó a los cinco (5) meses de la aplicación de los tratamientos; se tomaron muestras de suelo al área en investigación para su análisis físico – químico en laboratorio.

La tercera evaluación se realizó a la cosecha de frutos del cultivo de camu camu, que fueron después del segundo muestreo de suelo. Los ejemplares considerados para la toma de datos fueron etiquetados para su fácil identificación y seguimiento dentro de la plantación, todos estos datos recabados fueron apuntados en una libreta de campo.

3.7. INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS

3.7.1. Materiales

a) Material de Campo

- Bolsas plásticas
- Cadena de custodia
- Etiquetas para las muestras
- Mascarillas
- Wincha
- Machetes
- Rastrillo
- Cuaderno de apuntes
- Guantes de látex
- Costales
- Pala

b) Herramientas y Equipos

- Vasos precipitados
- Cámara fotográfica
- Laptop
- GPS

c) Materiales de Oficina

- Papel bond A4 75 gr
 - Folder de manila
 - Laptop
 - Impresora
- A4.Equipos

d) Insumos

- EM (microorganismos eficaces)
- Agua
- Melasa

3.8. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

3.8.1. Ubicación del Área de Estudio

La ejecución del proyecto estuvo ubicado en el fundo “Rossanita” ubicado en el caserío de Padre Bernardo, Distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali. El área tiene las siguientes coordenadas geográficas: 8°15'47,59" Latitud Sur, 74°38'58,52" Longitud Oeste.

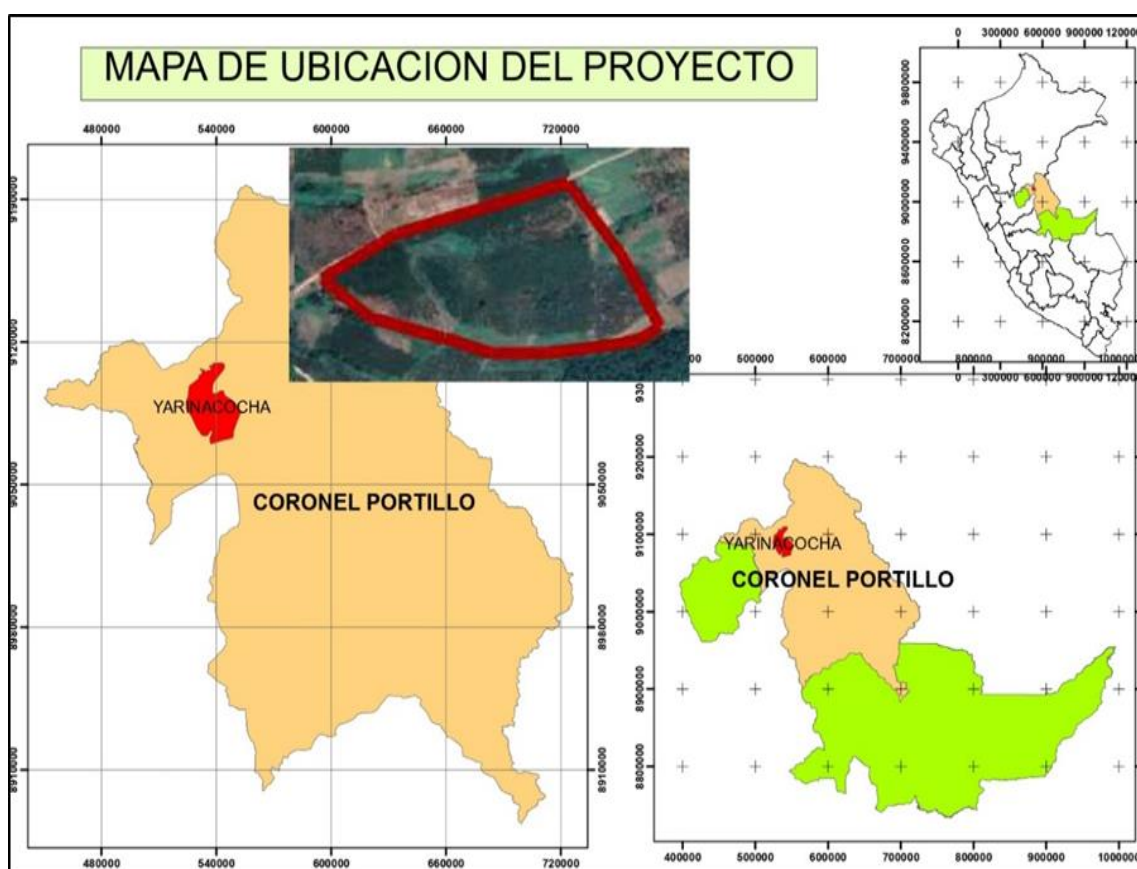


Figura 1.

Imagen satelital (Google earth) del área de investigación. Coordenadas Geográficas: 8°15'47,59" Sur, 74°38'58,52" Oeste.



Figura 2.

Distribución de las UE en las parcelas de ejecución de trabajo de investigación.

Fuente: Elaboración propia

3.8.2. Preparación de los Datos

a) Muestreo Inicial de Suelo

Se tomaron 04 muestras de 1 Kg a una profundidad de 30 cm sobre un área de 15 cm de radio basándonos en la guía para el muestreo de suelos según decreto supremo N° 002-2013-MINAM por medio del cual se aprueban los estándares de calidad ambiental (ECA) para suelos (suelo agrícola) (MINAM, 2014), por cada estación de muestreo, las cuales fueron colocados en envases para muestras, se homogenizaron las muestras hasta obtener 1 Kg de muestra de suelo el cual fue enviado al laboratorio para su análisis al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

b) Obtención de Microorganismos Eficientes (EM) Activado

Se compró los microorganismos eficientes, el proceso para su activación de los EM fue la siguiente:

- Diluir 1 lt de melaza de caña en 18 litros de agua.
- Por consiguiente, verter 1 lt de microorganismos eficientes (EM)
- Fermentar los EM de 5 a 7 días como mínimo y máximo 10 días en un recipiente de cierre hermético a una temperatura de 25 C° - 30 C° y en un lugar sombreado.
- Para comprobar que al término de la fermentación se obtuvo EM activado, se medirá el pH el cual deberá ser menor a los 3.5 y con un sabor agridulce.

c) Preparación del Terreno

En la preparación del terreno, se tomó en cuenta 10,000 m², se realizó la limpieza adecuada de la maleza y residuos sólidos que pudieran estar alrededor de los cultivos. Asimismo, se reconocieron las muestras según su ficha correspondiente.

d) Preparación de los Tratamientos

Estuvo basado en la preparación de las dosis de EM (Microorganismos Eficaces) para ser aplicados al cultivo de camu camu para su investigación. Las tres dosis de EM corresponden a los tratamientos en estudio, como se planteó en el diseño estadístico y se detalla a continuación:

- T₁: 0% EM (Testigo)
- T₂: 20% = 4L EM/16L de agua
- T₃: 25% = 5L EM/ 15L de agua
- T₄: 30% = 6L EM/ 16L de agua

e) Aplicación de los Tratamientos

Se aplicaron los tratamientos: T₁, T₂, T₃ y T₄ a las respectivas plantas de camu camu ya identificadas. La aplicación de los tratamientos fue efectuada 2 veces al mes. Su aplicación se realizó con la ayuda de un pulverizador manual, se fumigaron las plantas identificadas de acuerdo a cada tratamiento dentro del área de investigación.

f) Segundo Análisis de Suelo

En cada determinado punto de muestreo se extrajo 1 Kg de suelo, se homogenizaron las muestras y se extrajo 1 Kg de muestra para su correspondiente análisis físico-químico en laboratorio. Este trabajo se realizó al final del experimento antes de iniciar la cosecha de frutos del cultivo de camu camu.

3.8.3. Obtención de los Datos

a) Análisis de suelo: antes de la aplicación de los tratamientos se realizó el respectivo análisis de suelo en el área experimental tomada a 20 cm de profundidad. Se extrajeron 20 muestras (en 20 puntos diferentes) haciendo uso de un barreno, a las cinco muestras obtenidas por cada tratamiento se homogenizaron para quedarse con una muestra representativa de 1 Kg y luego se procedió a homogenizar, empaquetado y codificado, esta acción se repitió

para todas las Unidades Experimentales. Las muestras de suelo ya empaquetado y codificado se llevaron al laboratorio de Análisis de Suelo, Plantas y Abono de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para el análisis de caracterización se suelo.

b) Evaluación de Producción del Cultivo de Camu Camu: consistió en contabilizar la producción de frutos por planta, en las plantas identificadas con la aplicación de los tratamientos para su posterior análisis estadístico encontrándose si habrá diferencias estadísticas.

c) Toma de datos: con el formato de evaluación se procedió al llenado de toma de datos de producción de frutos. La toma de datos fue realizado al momento de la cosecha del cultivo de camu camu.

d) Labores culturales: desde la aplicación de los tratamientos hasta la última toma de datos se realizaron esporádicamente control de malezas, plagas y enfermedades, el plateo de las plantas en observación.

e) Procesamiento de la información: Una vez concluido el experimento y recopilado todo los datos, se procedió a realizar el trabajo de gabinete, se procesó la información tomadas en campo a una laptop para ser analizadas y comparadas mediante el programa estadístico para determinar diferencias significativas si las hubiera. La información obtenida fue comparada con el testigo.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. RESULTADO

4.1.1. CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DEL SUELO

ANTES DE LA APLICACIÓN

Antes de la aplicación de los tratamientos en los cultivos de camu camu se realizó el primer análisis de suelo para determinar las características preliminares del suelo de estudio, los resultados se muestran a continuación:

Tabla 4.

Resultados del análisis de suelos en el área experimental antes de la aplicación de los tratamientos

Tratm.	Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase Textural	pH 1:1	CE dS/m	M.O %	N %	P disponible ppm	K disponible ppm	Cambiables Cmol(+)/Kg						CICE	Bas. Camb. %	Ac. Camb. %	Sat. Al %	
											CIC	Ca	Mg	K	Na	Al					H
T ₁	7	70	23	Arcilloso	8.63	0.93	2.35	0.12	8.51	146.94	18.96	15.75	2.62	0.43	0.157	0	0	-	100	0	0
T ₂	9	68	23	Arcilloso	8.70	2.47	2.07	0.10	8.22	132.69	17.11	14.13	2.49	0.35	0.130	0	0	-	100	0	0
T ₃	13	70	17	Arcilloso	4.70	2.22	3.04	0.15	8.70	148.93	10.16	7.56	1.17	0.32	1.113	0.45	0.95	-	95	5	5
T ₄	5	84	11	Arcilloso	5.73	2.83	3.10	0.16	10.30	145.81	16.49	13.66	2.36	0.36	0.116	0	0	-	100	0	0

Del análisis de suelo en las áreas de los tratamientos para todos los tratamientos a ser aplicados el tipo de suelo es arcillosos. El pH del suelo va desde muy ácido, ácido y muy básico. La CE del T1 es <1 dS/m, por lo que se puede afirmar es un suelo libre de sales a excepción del área donde serán aplicados los tratamientos T2, T3 y T4, el rango es de 2-4 dS/m siendo

considerado como un suelo moderadamente salino, lo que podemos afirmar que presentan problemas en la disposición de sales para el cultivo.

El contenido de MO está en el rango de 2 – 5 % es un contenido medio indica que la retención de agua en el suelo es de media. La disposición de N está en el rango de medianamente rico a rico. El contenido de P entre 5 y 10 ppm: contenido normal de fósforo. El contenido de K esta entre 125 y 220 ppm: contenido bajo. El CIC para suelos arcillosos está en el rango de 18 – 150, en este análisis de suelo está en el rango medio lo que indica que la capacidad para retener y liberar iones positivos es medio. El contenido de Ca es alto, el contenido de Mg y K es medio, el contenido de Na es muy bajo. El % Bases Cambiables es muy alto, en lo que respecta a Ácidos Cambiables y Saturación de Al no presentan problemas por lo general.

Después de la aplicación de los tratamientos y antes de realizarse la cosecha de frutos del cultivo de camu camu se realizó el segundo análisis de suelo para determinar el efecto que produjo la aplicación de los tratamientos en estudio, los resultados se muestran a continuación:

Tabla 5.

Resultados del análisis de suelos en el área experimental después de la aplicación de los tratamientos.

Tramf.	Bloques	Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase Textural	pH 1:1	CE dS/m	M.O %	N %	P disponible ppm	K disponible ppm	Cambiables Cmol(+)/Kg						CICE	Bas. Camb. %	Ac. Cam. %	Sat. Al %	
												CIC	Ca	Mg	K	Na	Al					H
T ₂	I	11	70	19	Arcilloso	6.23	0.414	1.41	0.07	10.43	157.47	17.77	15.39	1.6	0.636	0.15	0	0	-	100	0	0
T ₂	II	13	71	16	Arcilloso	5.77	0.410	1.07	0.05	11.22	154.50	18.50	15.97	1.75	0.638	0.14	0	0	-	100	0	0
T ₂	III	7	74	19	Arcilloso	6.21	0.426	1.52	0.08	9.77	165.43	17.56	15.04	1.79	0.596	0.14	0	0	-	100	0	0
T ₂	IV	9	70	21	Arcilloso	6.19	0.377	1.52	0.08	11.78	149.36	17.53	15.02	1.8	0.569	0.13	0	0	-	100	0	0
T ₂	V	11	71	18	Arcilloso	6.19	0.394	1.58	0.08	11.78	151.71	18.22	15.78	1.81	0.491	0.14	0	0	-	100	0	0
T ₃	I	15	67	18	Arcilloso	6.28	0.365	1.69	0.08	12.18	170.41	18.74	16.09	1.86	0.64	0.15	0	0	-	100	0	0
T ₃	II	21	61	18	Arcilloso	5.83	0.386	1.69	0.08	11.90	161.90	18.58	16.03	1.85	0.548	0.15	0	0	-	100	0	0
T ₃	III	9	72	19	Arcilloso	6.30	0.369	1.69	0.08	11.98	180.94	18.73	16.03	1.88	0.686	0.14	0	0	-	100	0	0
T ₃	IV	12	68	20	Arcilloso	6.29	0.387	1.64	0.08	12.10	156.87	18.79	16.11	1.95	0.570	0.16	0	0	-	100	0	0
T ₃	V	13	68	19	Arcilloso	6.27	0.385	1.81	0.09	12.27	187.72	18.70	16.12	1.82	0.610	0.15	0	0	-	100	0	0
T ₄	I	15	66	19	Arcilloso	6.09	0.354	1.92	0.10	13.54	190.69	19.86	17.21	1.91	0.576	0.16	0	0	-	100	0	0
T ₄	II	11	70	19	Arcilloso	5.89	1.035	1.75	0.09	14.35	184.14	20.02	17.25	1.98	0.633	0.16	0	0	-	100	0	0
T ₄	III	11	66	23	Arcilloso	6.08	0.899	2.09	0.10	12.94	196.65	19.92	17.44	1.93	0.401	0.16	0	0	-	100	0	0
T ₄	IV	27	72	1	Arcilloso	6.03	0.880	1.98	0.10	13.38	191.00	19.67	17.06	1.98	0.466	0.16	0	0	-	100	0	0
T ₄	V	45	42	13	Arcilloso	6.02	0.448	2.03	0.10	13.87	197.12	20.00	17.08	1.98	0.775	0.17	0	0	-	100	0	0

Del resultado general de análisis de suelo observaremos los resultados por cada tratamiento en estudio.

Tabla 6.

Análisis de suelo, después de la aplicación de los tratamientos, desglose por cada tratamiento correspondiente al tratamiento T₂.

Tratamientos	Bloques	Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase Textural	pH 1:1	CE dS/m	M.O %	N %	P disponible ppm	K disponible ppm	Cambiables Cmol(+)/Kg						CICE	Bas. Camb. %	Ac. Cam. %	Sat. Al %	
												CIC	Ca	Mg	K	Na	Al					H
T ₂	I	11	70	19	Arcilloso	6.23	0.414	1.41	0.07	10.4	157.47	17.77	15.39	1.6	0.636	0.148	0	0	-	100	0	0
T ₂	II	13	71	16	Arcilloso	5.77	0.410	1.07	0.05	11.2	154.50	18.50	15.97	1.75	0.638	0.143	0	0	-	100	0	0
T ₂	III	7	74	19	Arcilloso	6.21	0.426	1.52	0.08	9.77	165.43	17.56	15.04	1.79	0.596	0.135	0	0	-	100	0	0
T ₂	IV	9	70	21	Arcilloso	6.19	0.377	1.52	0.08	11.8	149.36	17.53	15.02	1.8	0.569	0.133	0	0	-	100	0	0
T ₂	V	11	71	18	Arcilloso	6.19	0.394	1.58	0.08	11.8	151.71	18.22	15.78	1.81	0.491	0.141	0	0	-	100	0	0
Promedio		10.2	71.2	18.6	Arcilloso	6.12	0.404	1.42	0.07	11	155.69	17.92	15.44	1.75	0.586	0.14	0	0	-	100	0	0

Tabla 7.

Comparación del análisis de suelos en el área experimental antes y después de la aplicación de los tratamientos correspondiente al tratamiento T₂.

Tiempo de aplicación	Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase Textural	pH 1:1	CE dS/m	M.O %	N %	P disponible ppm	K disponible ppm	Cambiables Cmol(+)/Kg						CICE	Bas. Camb. %	Ac. Cam. %	Sat. Al %	
											CIC	Ca	Mg	K	Na	Al					H
1	9	68	23	Arcilloso	8.7	2.47	2.07	0.1	8.22	132.69	17.11	14.13	2.49	0.35	0.13	0	0	-	100	0	0
2	10.2	71.2	18.6	Arcilloso	6.12	2.02	1.42	0.07	11	155.69	17.92	15.44	1.75	0.586	0.14	0	0	-	100	0	0

1: Antes de la aplicación de los tratamientos

2: Después de la aplicación de los tratamientos

Se observa que con la aplicación del tratamiento T₂ el pH disminuyo de muy básico a ácido, la CE se encuentra en el rango de 2-4 dS/m, lo que demuestra un suelo moderadamente salino.

El contenido de MO disminuyo a un rango bajo, indica que la retención de agua en el suelo es bajo. El N disminuyo a un rango medianamente pobre. El contenido de P y K disponibles aumentaron pero aún sigue manteniéndose dentro del rango establecido antes de la aplicación de los tratamientos. La CIC aumento levemente pero manteniéndose en el mismo rango medio indicando la capacidad para retener y liberar iones positivos es medio, esto se refleja en los contenidos de Ca, Mg, K, Na, modificándose levemente.

Tabla 8.

Análisis de suelo, después de la aplicación de los tratamientos, desglose por cada tratamiento correspondiente al tratamiento T₃.

Tratamientos	Bloques	Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase Textural	pH 1:1	CE dS/m	M.O %	N %	P disponible ppm	K disponible ppm	Cambiables Cmol(+)/Kg							CICe	Bas. Camb. %	Ac. Cam. %	Sat. Al %
												CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H				
T ₃	I	15	67	18	Arcilloso	6.28	0.365	1.69	0.08	12.18	170.41	18.74	16.1	1.86	0.64	0.149	0	0	-	100	0	0
T ₃	II	21	61	18	Arcilloso	5.83	0.386	1.69	0.08	11.90	161.90	18.58	16	1.85	0.548	0.147	0	0	-	100	0	0
T ₃	III	9	72	19	Arcilloso	6.30	0.369	1.69	0.08	11.98	180.94	18.73	16	1.88	0.686	0.144	0	0	-	100	0	0
T ₃	IV	12	68	20	Arcilloso	6.29	0.387	1.64	0.08	12.10	156.87	18.79	16.1	1.95	0.570	0.156	0	0	-	100	0	0
T ₃	V	13	68	19	Arcilloso	6.27	0.385	1.81	0.09	12.27	187.72	18.70	16.1	1.82	0.610	0.154	0	0	-	100	0	0
Promedio		14	67.2	18.8	Arcilloso	6.19	0.378	1.7	0.08	12.09	171.57	18.71	16.1	1.87	0.611	0.15	0	0	-	100	0	0

Tabla 9.

Comparación del análisis de suelos en el área experimental antes y después de la aplicación de los tratamientos correspondiente al tratamiento T₃.

Tiempo de aplicación	Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase Textural	pH 1:1	CE dS/m	M.O %	N %	P disponible ppm	K disponible ppm	Cambiables Cmol(+)/Kg							CICE	Bas. Camb. %	Ac. Cam. %	Sat. Al %
											CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H				
1	13	70	17	Arcilloso	4.7	2.22	3.04	0.15	8.7	148.93	-	7.56	1.17	0.32	1.113	0.45	0.05	-	95	5	5
2	14	67.2	18.8	Arcilloso	6.19	0.378	1.7	0.08	12.09	171.57	18.71	16.1	1.87	0.611	0.15	0	0	-	100	0	0

1: Antes de la aplicación de los tratamientos

2: Después de la aplicación de los tratamientos

Se observa que con la aplicación del tratamiento T₃ tuvo un elevado incremento del pH de muy ácido a ácido, la CE es menor a 2 dS/m demuestra que no existe riesgo de suelo salino.

El contenido de MO disminuyó a un rango bajo, indica que la retención de agua en el suelo es bajo. El N disminuyó a un rango medianamente pobre. El contenido de P y K disponibles aumentaron pero aún sigue manteniéndose dentro del rango establecido antes de la aplicación de los tratamientos. La CIC aumentó pero manteniéndose en el mismo rango medio indicando la capacidad para retener y liberar iones positivos es medio, esto se refleja en los contenidos de Ca, Mg, K, Na, Al modificándose levemente. La saturación de bases es alta, la saturación de ácidos y Al bajaron considerablemente.

Tabla 10.

Análisis de suelo, después de la aplicación de los tratamientos, desglose por cada tratamiento correspondiente al tratamiento T₄.

Tratamientos	Bloques	Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase Textural	pH 1:1	CE dS/m	M.O %	N %	P disponible ppm	K disponible ppm	Cambiables Cmol(+)/Kg							CICe	Bas. Camb. %	Ac. Cam. %	Sat. Al %
												CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H				
T ₄	I	15	66	19	Arcilloso	6.09	0.354	1.92	0.10	13.54	191	19.86	17.2	1.91	0.58	0.16	0	0	-	100	0	0
T ₄	II	11	70	19	Arcilloso	5.89	1.035	1.75	0.09	14.35	184	20.02	17.3	1.98	0.63	0.16	0	0	-	100	0	0
T ₄	III	11	66	23	Arcilloso	6.08	0.899	2.09	0.10	12.94	197	19.92	17.4	1.93	0.4	0.16	0	0	-	100	0	0
T ₄	IV	27	72	1	Arcilloso	6.03	0.880	1.98	0.10	13.38	191	19.67	17.1	1.98	0.47	0.16	0	0	-	100	0	0
T ₄	V	45	42	13	Arcilloso	6.02	0.448	2.03	0.10	13.87	197	20.00	17.1	1.98	0.78	0.17	0	0	-	100	0	0
Promedio		21.8	63.2	15	Arcilloso	6.02	0.72	1.95	0.1	13.6	192	19.9	17.2	1.96	0.57	0.16	0	0	-	100	0	0

Tabla 11.

Comparación del análisis de suelos en el área experimental antes y después de la aplicación de los tratamientos correspondiente al tratamiento T₄.

Tiempo de aplicación	Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase Textural	pH 1:1	CE dS/m	M.O %	N %	P disponible ppm	K disponible ppm	Cambiables Cmol(+)/Kg							CICe	Bas. Camb. %	Ac. Cam. %	Sat. Al %
											CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H				
1	5	84	11	Arcilloso	5.73	2.83	3.1	0.16	10.3	146	16.5	13.7	2.36	0.36	0.12	0	0	-	100	0	0
2	21.8	63.2	15	Arcilloso	6.02	0.72	1.95	0.1	13.6	192	19.9	17.2	1.96	0.57	0.16	0	0	-	100	0	0

1: Antes de la aplicación de los tratamientos

2: Después de la aplicación de los tratamientos

Se observa que con la aplicación del tratamiento T₄ tuvo un elevado incremento del pH de muy ácido a ácido, la CE es menor a 2 dS/m demuestra que no existe riesgo de suelo salino.

El contenido de MO disminuyo a un rango bajo, indica que la retención de agua en el suelo es bajo. El N disminuyo a un rango medio. El contenido de P disponible aumentó pero aún sigue manteniéndose dentro del rango establecido antes de la aplicación de los tratamientos y K el contenido es normal. La CIC aumento pero manteniéndose en el mismo rango medio indicando la capacidad para retener y liberar iones positivos es medio, esto se refleja en los contenidos de Ca, Mg, K, Na, modificándose levemente. La saturación de bases es alto.

Tabla 12.

Comparación del análisis de suelos en el área experimental de los tratamientos en investigación.

Tratamientos	Tiempo de Aplicación	Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase Textural	pH 1:1	CE ds/m	M.O %	N %	P disponible ppm	K disponible ppm	Cambiabiles Cmol(+)/Kg						CICe	Bas. Camb. %	Ac. Cam. %	Sat. Al %	
												CIC	Ca	Mg	K	Na	Al					H
												T ₁	1	7	70	23	Arcilloso					8.6
T ₂	1	9	68	23	Arcilloso	8.7	2.47	2.1	0.1	8.2	133	17	14	2.5	0.4	0.1	0	0	-	100	0	0
	2	10	71	19	Arcilloso	6.1	0.4	1.4	0.1	11	156	18	15	1.8	0.6	0.1	0	0	-	100	0	0
T ₃	1	13	70	17	Arcilloso	4.7	2.22	3	0.2	8.7	149	10.2	7.6	1.2	0.3	1.1	0.5	0.1	-	95	5	5
	2	14	67	19	Arcilloso	6.2	0.4	1.7	0.1	12	172	19	16	1.9	0.6	0.2	0	0	-	100	0	0
T ₄	1	5	84	11	Arcilloso	5.7	2.83	3.1	0.2	10	146	16	14	2.4	0.4	0.1	0	0	-	100	0	0
	2	22	63	15	Arcilloso	6	0.7	2	0.1	14	192	20	17	2	0.6	0.2	0	0	-	100	0	0

1: Antes de la aplicación de los tratamientos

2: Después de la aplicación de los tratamientos

Como se puede apreciar en la tabla anterior, la aplicación de los tratamientos mejoró el pH adecuándolo en un rango donde los nutrientes esenciales son más fácilmente asimilables por la planta, tales como el Fosforo (P) y el Potasio (K), el CE lo redujo evitando así la salinidad del suelo, aumentó la disponibilidad de P y K, mejoró la CIC pero manteniéndose en el mismo rango

medio indicando la capacidad para retener y liberar iones positivos como se puede observar en los contenidos de Ca, Mg, K, Na.

4.1.2. EVALUACIÓN DE LA PRODUCCION

La evaluación de la producción del cultivo de camu camu se realizó al momento de la cosecha, evaluando la producción de frutos por planta, esta evaluación fue realizada a las plantas que fueron aplicadas los tratamientos en investigación. Los resultados se compararon con producciones anteriores del mismo cultivo y los datos obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 18.

Producción de camu camu (Myrciaria dubia) antes de la aplicación de los tratamientos a una densidad de siembra de 450 plantas/Ha.

Campaña	Tn/Ha
2019	24.85
2020	24.93
2021	25.01

De la tabla 13 se puede apreciar la producción por campaña desde el año 2019 hasta el año 2021, siendo la producción promedio por campaña de 24,93 Tn/Ha de producción de frutos de camu camu.

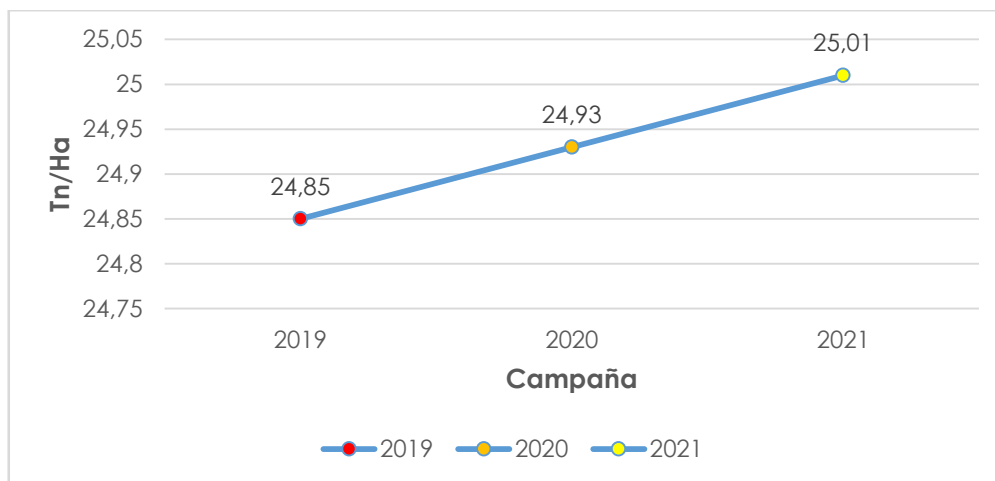


Figura 3.

Producción de camu camu (Myrciaria dubia) por campaña antes de la aplicación de los tratamientos a una densidad de siembra de 450 plantas/Ha.

Con los datos de producción de años pasados se compararon con la producción del cultivo con la aplicación de los tratamientos y los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Se realizó una comparación de la producción promedio de frutos de camu camu, los resultados se muestran a continuación.

Tabla 19.

Producción de camu camu (Myrciaria dubia) después de la aplicación de los tratamientos a una densidad de siembra de 450 plantas/Ha.

Tratm.	Dosis	Kg/planta	Kg/Ha	Tn/Ha
T ₁	0%	41.28	18,574	18.574
T ₂	20%	41.59	18,716	18.716
T ₃	25%	51.02	22,957	22.957
T ₄	30%	62.60	28,168	28.168

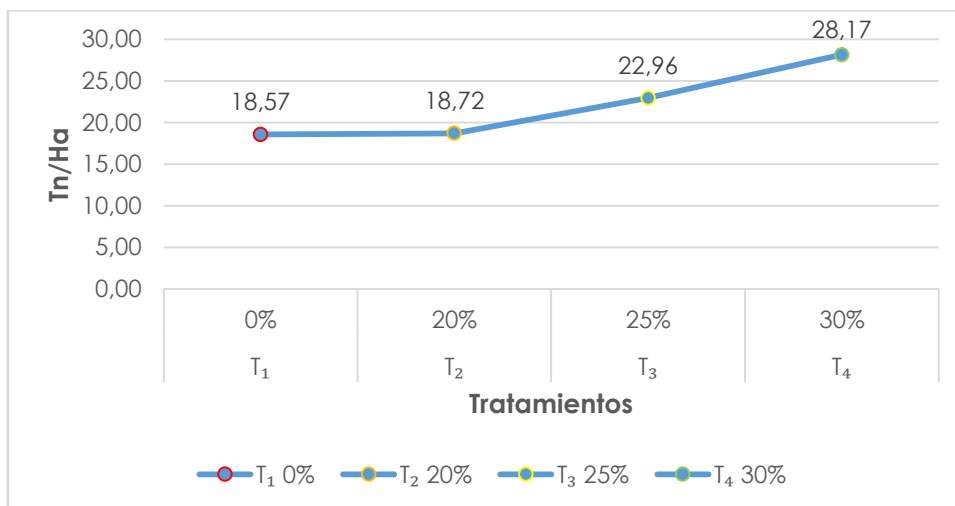


Figura 4.

Producción promedio de camu camu (Myrciaria dubia) en Tn/Ha después de la aplicación de los tratamientos a una densidad de siembra de 450 plantas/Ha.

Se puede observar en el grafico anterior que la mayor producción promedio de frutos de camu camu lo obtuvo con las plantas que fueron aplicados con el tratamiento T₄.

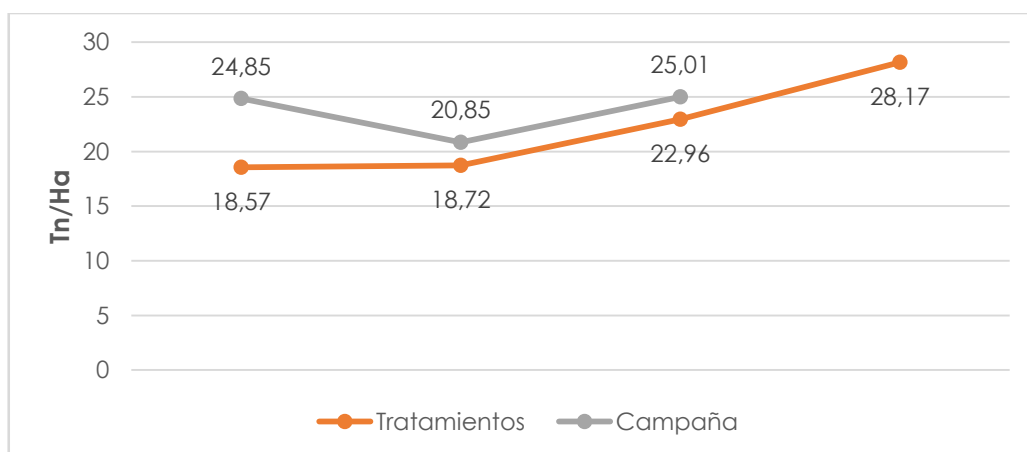


Figura 5.

Comparación de la producción de camu camu en Tn/Ha antes y después de la aplicación de los tratamientos a una densidad de siembra de 450 plantas/Ha.

Tabla 20.

Producción de camu camu (Myrciaria dubia) en cada bloque con la aplicación de los tratamientos.

Bloques	T ₁ (0%)	T ₂ (20%)	T ₃ (25%)	T ₄ (30%)
I	41.63	41.45	50.14	62.11
II	40.25	42.16	49.74	61.80
III	42.09	40.85	51.44	63.40
IV	41.59	41.38	50.63	62.69
V	40.83	42.11	53.14	62.98

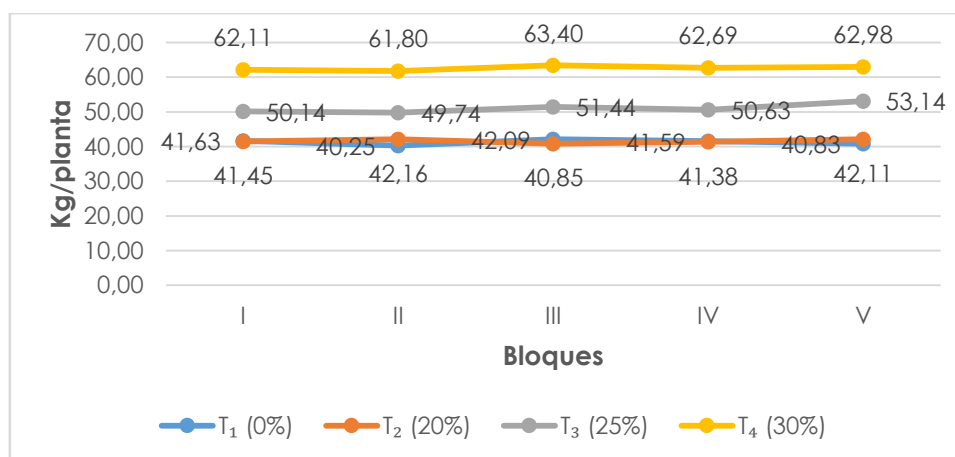


Figura 6.

Comparación de la producción de camu camu (Myrciaria dubia) en cada bloque con la aplicación de los tratamientos.

En el grafico anterior se puede observar que la mayor producción las plantas de camu camu que fueron aplicados con el tratamiento T₄, el tratamiento T₁ y T₂ tuvieron una producción similar. Posteriormente se analizó la producción de frutos de camu camu por cada tratamiento y los resultados fueron lo siguiente.

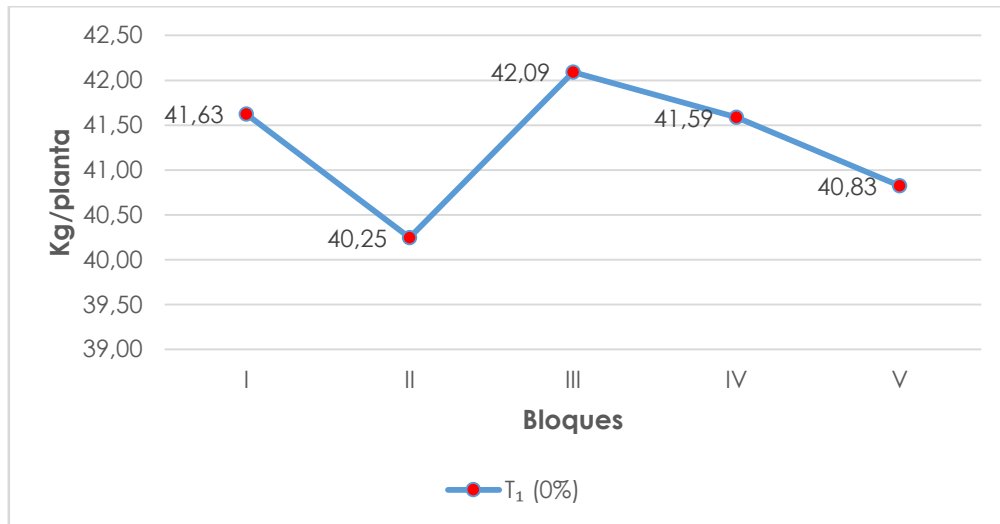


Figura 7.

Producción de camu camu (Myrciaria dubia) con la aplicación del tratamiento T₁.

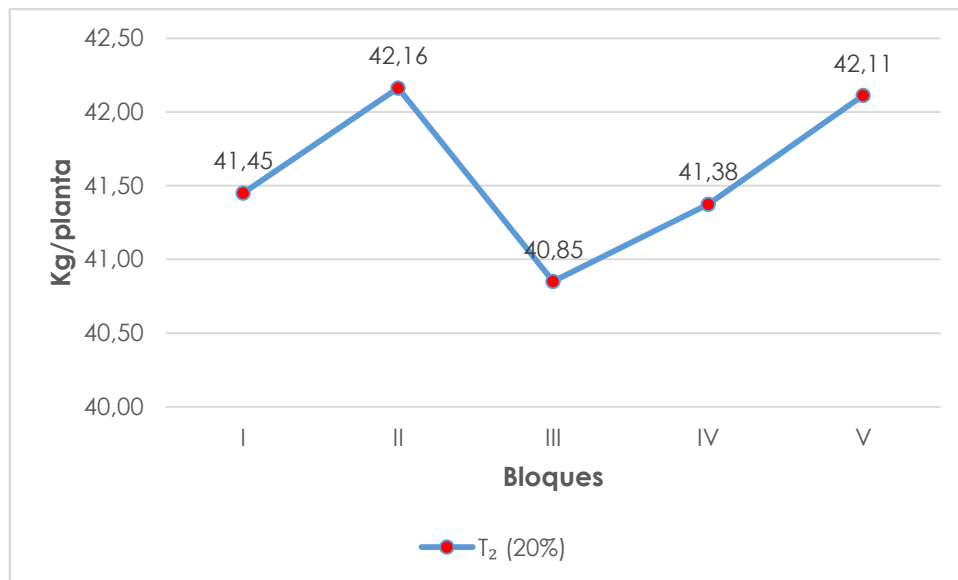


Figura 8.

Producción de camu camu (Myrciaria dubia) con la aplicación del tratamiento T₂.

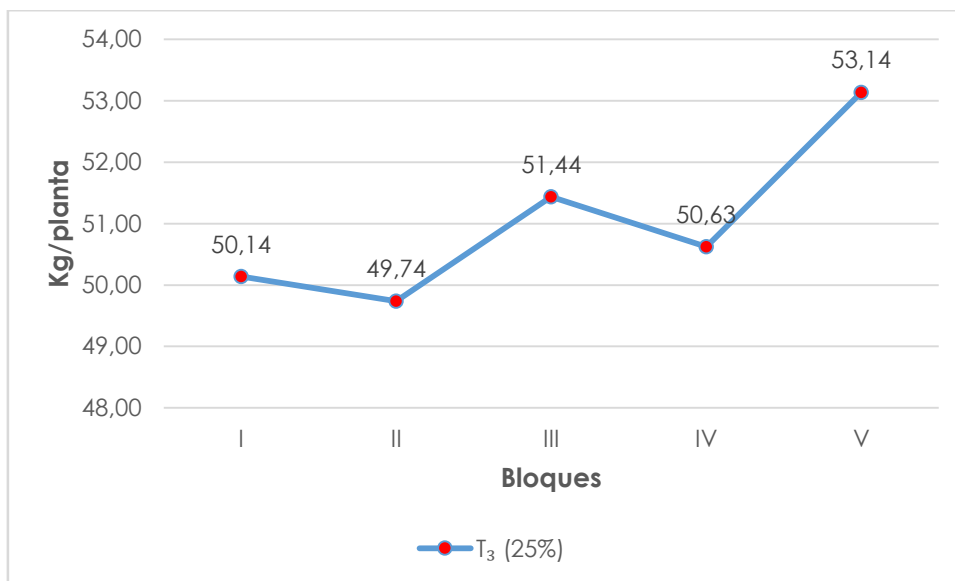


Figura 9.

Producción de camu camu (Myrciaria dubia) con la aplicación del tratamiento T₃.

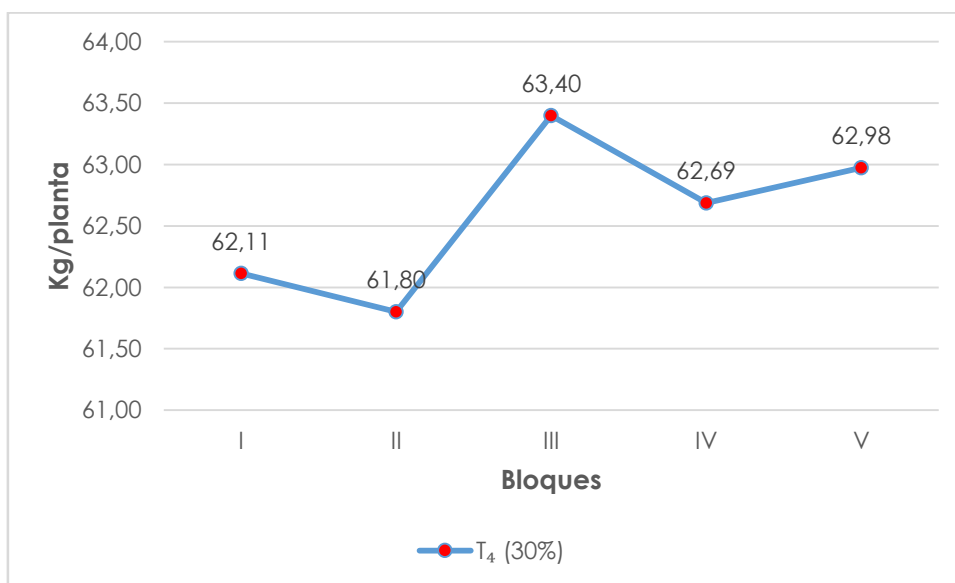


Figura 10.

Producción de camu camu (Myrciaria dubia) con la aplicación del tratamiento T₄.

4.1.2.1. Análisis Estadístico a la Producción de Frutos de Camu Camu

Después de analizar las evaluaciones de crecimiento a las especies de camu camu se procedió al análisis estadístico de la producción de frutos de camu camu el cual se muestran en los siguientes cuadros.

Hipótesis nula : Todos los tratamientos no tiene ningún efecto

Hipótesis alterna : Por lo menos un tratamiento tiene efecto

Nivel de significancia : $\alpha = 0.05$

Información del factor:

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Bloque	Fijo	5	I, II, III, IV, V
Tratamientos	Fijo	4	T1, T2, T3, T4

Tabla 21.

ANVA, análisis estadísticos de la producción de frutos de camu camu.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Bloque	4	4.02	1.006	1.46	0.273
Tratamientos	3	1517.06	505.686	735.97	0.000*
Error	12	8.25	0.687		
Total	19	1529.33			

Realizando el análisis de varianza, se encontraron diferencias significativas y los resultados fueron que el Valor p (0.000) es menor al nivel de significancia de $\alpha = 0.05$; lo cual se acepta la Hipótesis alterna y se concluye que

por lo menos un tratamiento es diferente a los demás. Por lo tanto una dosis de EM afecta a la producción del cultivo de camu camu.

Para determinar cuál o cuáles de los tratamientos ejerce un efecto en la producción del cultivo de camu camu, para ello se realiza la prueba de Tukey

Comparaciones para la producción

Tabla 22.

Comparaciones en parejas de Tukey, agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%.

Tratamientos	N	Media	Agrupación
T ₄	5	62.595	A
T ₃	5	51.015	B
T ₂	5	41.590	C
T ₁	5	41.275	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

Con una significancia de $\alpha = 0.05$ se encontró que el tratamiento T₄ a una dosis de 30% EM es diferente y mayor al tratamiento T₃ a una dosis de 25% EM y que a su vez este tratamiento es mejor que los Tratamientos T₂ (20% EM) y T₁ (0% EM); el Tratamiento T₂ es mejor que el tratamiento T₁.

4.2. DISCUSION

Los resultados respecto a las características físicas muestran que el suelo es de textura Arcilloso y posee una elevada fertilidad, no drenan ni se secan fácilmente y contienen buenas reservas de nutrientes, mientras que en las características químicas muestran que el tratamiento para el tratamiento **T2** a un **20%** de EM (4L EM/ 16L agua), los resultados nos indican una variación del pH con un valor de 8.7 (muy alcalino) hasta un valor de 6.1 (ligeramente ácido cerca al neutro) donde las plantas presentan su mejor desarrollo ya que en estas condiciones los elementos están más fácilmente disponibles y en un equilibrio más adecuado para obtener un mejor rendimiento y la mayor productividad, una disminución de la conductividad eléctrica (CE) de 2.47 ds/m (suelo moderadamente salido) a 0.40 ds/m (suelo libre de sales) indicando así un buen desarrollo de la planta, una disminución de la materia orgánica (M.O.) de 2.1% a 1.4%, así mismo hubo un aumento del Fosforo (P) disponible de 8.2 ppm a 11 ppm, un aumento de Potasio (K) disponible de 133 ppm a 156 ppm y un aumento en la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) de 17 Cmol(+)/Kg a 18 Cmol(+)/Kg así, cuando mayor sea esta capacidad mayor será la fertilidad natural de suelo. Para el tratamiento **T3** a un **25%** de EM (5L EM/15L agua), los resultados nos indican una variación del pH con un valor de 4.7 (muy ácido) hasta un valor de 6.2 (ligeramente ácido cerca al neutro), una disminución de la conductividad eléctrica (CE) de 2.22 ds/m (suelo moderadamente salido) a 0.40 ds/m (suelo libre de sales), una disminución de la materia orgánica (M.O.) de 3.0% a 1.7%, un aumento del Fosforo (P) disponible de 8.7 ppm a 12 ppm, un aumento de Potasio (K) disponible de 149 ppm a 172 ppm y un aumento en la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) de 10.2 Cmol(+)/Kg a 19

Cmol(+)/Kg. **T4** a un **30%** de EM (6L EM/ 14L agua), los resultados nos indican una variación del pH con un valor de 5.7 (ácido) hasta un valor de 6.0 (ligeramente ácido), una disminución de la conductividad eléctrica (CE) de 2.83 ds/m (suelo moderadamente salido) a 0.70 ds/m (suelo libre de sales), una disminución de la materia orgánica (M.O.) de 3.1% a 2.0%, un aumento del Fósforo (P) disponible de 10 ppm a 14 ppm, un aumento de Potasio (K) disponible de 146 ppm a 192 ppm y un aumento en la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) de 16 Cmol(+)/Kg a 20 Cmol(+)/Kg. Como indica (Ramírez Marrache, Florida, & Escobar, 2019) obtuvieron diferencias altamente significativas en el (*Theobroma cacao* L.) para MO y N y se observa incrementos de acuerdo a los tratamientos para la MO de 1.570 (T2 y T4) a 1.915% (T3), y el nitrógeno de 0.092 (T1) a 0.095% (T3); los demás indicadores no mostraron diferencias respecto a los tratamientos aplicados, sin embargo, hay una tendencia de incremento en K de 94.747 (T4) a 108.705 ppm (T2); Ca de 4.517 (T1) a indicadores químicos evaluados, encontrándose diferencias estadísticas altamente significativas para los indicadores materia orgánica (MO) y nitrógeno (N); los demás indicadores no mostraron diferencias respecto a los tratamientos aplicados. Sin embargo, se aprecia una ligera tendencia de incremento para los indicadores K⁺, Ca²⁺ y Mg²⁺ 4.727 Cmol kg⁻¹ (T4) y Mg de 1.965 (T1) a 2.145 Cmol kg⁻¹ (T4). Los valores en general corresponden a un suelo ácido de baja calidad.

En cuanto a la producción el Tratamiento (T4) a una dosis de 30% de concentración de EM con el que se obtuvo mejores resultados, con una producción de 28.168 Tn/Ha, para el (T3) a una concentración de 25% con una producción de 22.957 Tn/Ha, (T2) con una concentración de 20% con una

producción de 18.716 Tn/Ha y para el (T1) al 0% de concentración con una producción de 18.574 Tn/Ha, así mismo **(Callisaya Quispe & Fernandez Chavez, 2017)** donde el mejor rendimiento obtenido fue del tratamiento 2 (variedad SMR-58 aplicado con 50% de EM diluida en 5 litros de agua), con 3.86 kg/m², el menor rendimiento fue del tratamiento1 (variedad Eureka con 10% de EM diluida en 5 litros de agua), con 1.35 kg/m².

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Realizando los cálculos y analizando estadísticamente los resultados se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Se determinó que el tratamiento T4 a un 30% de EM (6L EM/ 14L agua) fue el mejor, los resultados nos indican una variación del pH con un valor de 5.7 (ácido) hasta un valor de 6.0 (ligeramente ácido) donde las plantas presentan su mejor desarrollo ya que en estas condiciones los elementos están más fácilmente disponibles y en un equilibrio más adecuado para obtener un mejor rendimiento y la mayor productividad, una disminución de la conductividad eléctrica (CE) de 2.83 ds/m (suelo moderadamente salido) a 0.70 ds/m (suelo libre de sales) indicando así un buen desarrollo de la planta, una disminución de la materia orgánica (M.O.) de 3.1% a 2.0%, un aumento del Fosforo (P) disponible de 10 ppm a 14 ppm, un aumento de Potasio (K) disponible de 146 ppm a 192 ppm y un aumento en la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) de 16 Cmol(+)/Kg a 20 Cmol(+)/Kg.
- El efecto de la aplicación de tres dosis de EM a una plantación de camu camu (*Myrciaria dubia*) mejoró la producción de frutos, siendo el mejor Tratamiento (T4) a una dosis de 30% de EM con el que se obtuvo mejores resultados, con una producción de 28.168 Tn/Ha, para el (T3) a una concentración de 25% con una producción de 22.957 Tn/Ha, (T2) con una concentración de 20% con una producción de 18.716 Tn/Ha y para el (T1) al 0% de concentración con una producción de 18.574 Tn/Ha.

5.2. RECOMENDACIONES

Realizando los cálculos estadísticos y la prueba de Tukey obtenidos en la comparación de las dosis de EM y analizando las conclusiones se recomienda lo siguiente.

- Se determinaron las características físicas (textura) así mismo para ello se recomienda realizar un análisis de caracterización completa por lo que es muy importante realizarlo a nivel macro y micro para completar las generalidades del suelo considerando de esta forma la clasificación de las tierras según su fertilidad y calidad agrícola.
- En cuanto a la producción se recomienda utilizar mayores concentraciones de EM en más tratamientos y repeticiones.
- Promover el desarrollo de capacidades a nivel del caserío sobre el uso tecnologías agronómicas por ejemplo el uso de fertilizantes orgánicos elaborados a partir de residuos orgánicos de origen vegetal o animal para el manejo de cultivos agrícolas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abanto , C., Del Castillo , D., Alves , E., & Tadashi, R. (2015). *Efecto de la fertilización orgánica en la produccion y calidad de frutos de plantas de camu camu en Ucayali-Perú* . Belen .

Aguamarket. (2021). Bacterias fotosinteticas .

Alarcon Camacho, J., Recharte Pineda, D. C., Yanqui Díaz, F., Moreno LLacza, S. M., & Buendía Molina, M. A. (2020). Fertilizar con microorganismos eficientes autóctonos tiene efecto positivo en la fenología, biomasa y producción de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Scientia Agropecuaria*, 11(1).
Obtenido de <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.08>

Alvarez, J. L., Núñez Sosa, D. B., Liriano González, R., & Terence Monthy, G. (2012). Evaluación de la aplicación de microorganismos eficientes en col de repollo (*Brassica oleracea* L.) en condiciones de organopónico semiprotegido. *Centro Agrícola*, 39(4), 27-30. Obtenido de http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V39-Numero_4/cag064121879.pdf

ANMAT. (2014). www.anmat.gov.ar. Obtenido de http://www.anmat.gov.ar/renaloa/docs/analisis_microbiologico_de_los_alimentos_vol_i.pdf

Ansorena, J. (2014). *Fertilidad del suelo: acidez y complejo de cambio, laboratorio agrario diputaciòn foral de gipuzkoa*.

Azabache, L. A. (2003). *Fertilidad de suelos -agricultura sostenible*. Huancayo, Perú. Obtenido de

http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/3493/T033_41893775_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Calero H, A., Quintero R, E., Pérez D, Y., Olivera V, D., Peña C, K., Castro L, I., & Jiménez H, J. (2019). Evaluación de microorganismos eficientes en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 36(1). doi:<https://doi.org/10.22267/rcia.193601.99>

Calero Hurtado, A., Olivera Viciado, D., Pérez Díaz, Y., González Pardo Hurtado, Y., Yáñez Simón, L. A., & Peña Calzada, K. (2020). Manejo de diferentes densidades de plantación y aplicación de microorganismos eficientes incrementan la productividad del arroz. *Idesia (Arica)*, 38(2). Obtenido de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292020000200109>

Calero Hurtado, A., Quintero Rodríguez, E., Olivera Viciado, D., Pérez Díaz, Y., Castro Lizazo, I., Jiménez, J., & López Dávila, E. (2018). Respuesta de dos cultivares de frijol común a la aplicación foliar de microorganismos eficientes. *Cultivos Tropicales*, 39(3). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362018000300001&script=sci_arttext&tlng=pt

Calero Hurtado, A., Quintero Rodríguez, E., Pérez Díaz, Y., González Pardo Hurtado, Y., & González Lorenzo, T. N. (2019). Microorganismos eficientes y vermicompost lixiviado aumentan la producción de pepino. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 22(2). Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262019000200005

- Callisaya Quispe, Y., & Fernández Chávez, M. (2017). Evaluación del efecto microorganismos eficientes (EM), en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), municipio de Achocalla. *Revista de la Carrera de Ingeniería Agronómica -UMSA*, 3(3), 652–666. Obtenido de <https://www.mendeley.com/catalogue/d26dd76d-188a-32f7-bf8e-6ccb53ececac>
- Carrasco Jiménez, J., & Ortiz Lizana, M. (2018). *PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO, QUE CONDICIONAN EL DESARROLLO DE FRUTALES EN LA REGIÓN DE O'HICCINS*.
- Cook, R. L., Wiley, J., & Inc, S. (1962). *Soil management for conservation and production*. USA: Sons. Obtenido de http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/3493/T033_41893775_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Correa, M. F. (2009). Utilización de los actinomicetos en procesos de biofertilización. *Revista Peruana de Biología*, 16(2). Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332009000200019
- Domínguez, V. A. (1989). *Tratado de fertilización*. Madrid, España: Mundi-Prensa. Obtenido de https://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/3493/T033_41893775_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Feijoo, I., & Reinaldo, M. (2016). Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Revista Científica Agroecosistemas*, 4(2), 31-40. Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/84>

G, W., & Bedoya, V. (2018). *Suelos potenciales para el cultivo de camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. Lima.*

García Pinedo, L. (2022). *EFFECTO DEL NÚMERO DE APLICACIONES FOLIARES DE UNA DOSIS DE EM-CERÁMICA EN EL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE AJÍ DULCE (Capsicum annum L.) EN UN INCEPTISOL DE PUCALLPA. PUCALLPA.*

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2020). *Metodología de la Investigación (Vol. 6).* México: Mc Graw Hill. Obtenido de <https://www.esup.edu.pe>

Imán Correa, S., Pinedo Freyre, S., & Melchor Aldana, M. (2011). *Caracterización morfológica y evaluación de la colección nacional de germoplasma de camu camu Myrciaria dubia (H.B.K) Mc Vaugh, del INIA Loreto-Perú.* Trujillo.

INNOTECH. (2019). ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO. *ISSUU.* Obtenido de https://issuu.com/innotec/docs/innotec_17__1_

Instituto de Salud Pública. (2018). Contaminación Ambiental. *Instituto de Salud Pública.*

Interoc. (2021). www.interoc.biz/categoria-producto/peru/bioestimulantes. Obtenido de [https://www.bing.com/ck/a?!&&p=b51eaca507f08c20JmltdHM9MTY4NjA5NjAwMCZpZ3VpZD0wZTQ4YjM5Ny1kZThmLTlyMDEtM2Q5Ny1hMTViZGYzNjYzMWEmaW5zaWQ9NTE3NA&pntn=3&hsh=3&fclid=0e48b397-de8f-6201-3d97-a15bdf36631a&psq=interoc+\(2021\)%2c+bioestimulantes&u=a1aHR0cHM6Ly93d3cu](https://www.bing.com/ck/a?!&&p=b51eaca507f08c20JmltdHM9MTY4NjA5NjAwMCZpZ3VpZD0wZTQ4YjM5Ny1kZThmLTlyMDEtM2Q5Ny1hMTViZGYzNjYzMWEmaW5zaWQ9NTE3NA&pntn=3&hsh=3&fclid=0e48b397-de8f-6201-3d97-a15bdf36631a&psq=interoc+(2021)%2c+bioestimulantes&u=a1aHR0cHM6Ly93d3cu)

Juan, D., & Manuel, V. (2013). *Génesis, Morfología y Clasificación de algunos suelos de Pucallpa*.

Juventus, U. (2023). ¿Qué es un Análisis Crítico ?

León Toro, J. A., Quevedo Guerrero, J. N., & García Batista, R. M. (2023). Evaluación de dos variedades de Pitahaya bajo manejo integrado usando biocarbón y microorganismos eficientes. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(1). Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/602>

Llanqui Allcahuaman, A. H., & Taype Rodas, J. L. (2019). *Efecto de microorganismos eficientes (EM) en la asimilación del Fosforo en el cultivo de Maíz (Zea mays L.)*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo , Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion, Junin. Obtenido de <http://45.177.23.200/handle/undac/2013>

MAPFRE. (2022). ¿Qué es el impacto ambiental y cómo se mide? *MAPFRE*.

Márquez, G. (1997). ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS PARA LA SOCIEDAD: BASES CONCEPTUALES Y METODOLOGICAS1. 13(7), 113-141. Obtenido de https://www.rds.org.co/aa/img_upload/4511420d3e057b82d476661a73bb159c/Germanmarquez.pdf

Mayoral Alvarez, A. A., & Reyes González, S. D. (2018). Qué Son Los Microorganismos. *CSIC*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/470817221/Que-son-los-microorganismos>

- Milian Martí, P. R., González Ramírez, J., Cuellar Valero, E. d., Rivero Casanova, C. J., Fresneda Quintana, C., & Terrero Matos, W. (2014). Efecto de microorganismos eficientes (ME-50) sobre la morfología y el rendimiento del cultivo del arroz (Oryza sativa) en Aguada de Pasajeros. *Revista Científica Agroecosistemas*, 2(2). Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/14>
- MINAM. (2014). *Guía para muestreo de suelos*. Lima, Perú. Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELOS-final.pdf>
- Morocho, M., & Leiva, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Revista Centro Agrícola*, 46(2), 93-103. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v46n2/0253-5785-cag-46-02-93.pdf>
- Moya, J. C. (marzo de 2012). ¿Cómo hacer microorganismos eficientes? . *ASA del MAG*. Obtenido de <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/drocc-hoja-04-2012.pdf>
- Navarro Rodríguez, S. 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.)*. Tesis de Grado , Universidad Nacional de Piura, Sullana-Piura. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1782>
- Pérez Palermo, P. N. (2018). *Influencia de concentraciones de microorganismos eficaces con cerámica fitoprotectante en el crecimiento en altura, diámetro,*

- área foliar y calidad de plántones de Theobroma cacao (cacao).*
Yarinacocha. Obtenido de <http://repositorio.unia.edu.pe/handle/unia/172>
- Pinedo Panduro, M. (2006). *Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola.*
- Pinedo Panduro, M., Abanto Rodríguez, C., Oroche Amias, D., Paredes Dávila, E., Bardales Lozano, R., Alves Chagas, E., . . . Vargas Fasab, J. (2018). *Mejoramiento de las características agronómicas y rendimiento de fruto de camu-camu con el uso de biofertilizantes en Loreto, Perú .* Trujillo.
- Quiroga, A., & Bono, A. (2012). *Manual de fertilidad y evaluación de suelos .* Ediciones INTA.
- Ramírez Marrache, K., Florida, N., & Escobar, F. (enero de 2019). Indicadores químicos y microbiológicos del suelo bajo aplicación de microorganismos eficientes en plantación de cacao (*Theobroma cacao* L.). *ResearchGate.*
Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2409-16182019000200004&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Roldán, P. N. (2023). La contaminación.
- Rucks , L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., & Hill , M. (2014). *Propiedades Físicas del Suelo .* Montevideo, Uruguay: UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA.
Obtenido de <https://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf>
- Sánchez V, J. (2007). *Fertilidad del Suelo y Nutrición Mineral de las Plantas.* FERTITEC SA. Obtenido de www.agronegociosperu.org

- Sánchez V, J. (2019). FERTILIDAD DEL SUELO Y NUTRICION MINERAL DE PLANTAS. *FERTITEC S.A*, 19. Obtenido de [https://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FERTILIDAD%20DE L%20SUELO%20Y%20NUTRICION.pdf](https://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FERTILIDAD%20DE%20L%20SUELO%20Y%20NUTRICION.pdf)
- Sierra, R. (2005). *Manual de Interpretación del Suelo* (Vol. 7). Universidad Estatal de Kansas, USA: DANVILLE. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1088/T869%202015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Soregui Mori, G. M. (2017). *Efecto de tres tipos de bioles en el vigor y aspectos productivos de plantas de camu-camu (Myrciaria dubia H.B.K Mc Vaugh) en suelos de restinga de la región de Ucayali*. Yarinacocha. Obtenido de <http://repositorio.unia.edu.pe/handle/unia/200>
- Uribe, J. F., Estrada P, M. M., Córdoba, S., Hernández, L. E., & Bedoya, D. M. (2001). Evaluación de los Microorganismos eficaces (E.M) en producción de abono orgánico a partir del estiércol de aves de jaula. *RCCP JOURNAL*, 14(2). doi:10.17533/udea.rccp.
- Vega Ronquillo, M. (2019). *Efectividad de microorganismos eficaces en la ecoeficiencia del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) en condiciones edafoclimaticas del distrito de Panao 2017*. Tesis para Obtener el Grado de Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Huánuco. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.13080/4964>

Velasques Miranda, J. (2003). El Suelo. *PSI*. Obtenido de https://www.psi.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/biblioteca_boletines_el_suelo.pdf

Yakult. (2013). ¿Qué son las Bacterias Ácido Lácticas (BAL)?

Zavaleta García, A. (1992). *Edafología: El suelo en relación con la producción*. Lima, Perú: A & B S.A. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5339429.pdf>

Zurita Vásquez, H., & Toalombo Iza, R. M. (2012). *Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos aplicados en el cultivo de cebolla blanca (allium fistulosum)*. Tesis Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Ambato, Tungurahua, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/2217>

ANEXO

Anexo 1. Matriz de Consistencia del Proyecto de Investigación.

Título: "Efecto de la Aplicación de Microorganismos Eficaces (EM) en la Fertilidad del Suelo y Producción, en una Plantación de Camu Camu (<i>Myrciaria Dubia</i>) en el Distrito de Yarinacocha, Ucayali, Perú" Autores: Jhovani Valera Velásquez, Juan Antonio Inuma Peralta					
Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Tipo de Investigación
<p>Problema General: ¿Cuál será el efecto de la aplicación de Microorganismos Eficaces en la fertilidad del suelo y producción en una plantación de camu camu (<i>Myrciaria dubia</i>) en el distrito de Yarinacocha, Ucayali, Perú?</p> <p>Problemas Específicos: ¿Cuáles serán las características fisicoquímicas del suelo en una plantación de camu camu (<i>Myrciaria dubia</i>) con la aplicación de ME (BASFOLIAR SIZE SL) ¿ ¿Cuál será el efecto de la aplicación de los ME (BASFOLIAR SIZE SL) (en la producción del como camu (<i>Myrciaria dubia</i>)?</p>	<p>Objetivo General: Determinar el efecto de la aplicación de EM en la fertilidad del suelo y producción en una plantación de Camu camu (<i>Myrciaria dubia</i>) en el distrito de Yarinacocha, Ucayali, Perú.</p> <p>Objetivos Específicos: Determinar las características fisicoquímicas del suelo en una plantación de camu camu (<i>Myrciaria dubia</i>) con la aplicación de ME. Determinar su efecto de la aplicación de los ME (BASFOLIAR SIZE SL) en la producción del camu camu (<i>Myrciaria dubia</i>).</p>	<p>La aplicación de tres dosis de EM a evaluar en el cultivo de camu camu será favorable para el suelo y la producción del cultivo</p>	<p>Variables Independientes: Dosis de EM (Microorganismos Eficaces): 20% = 4 Lt EM/16 Lt de agua 25% = 5 Lt EM/15 Lt de agua 30% = 6 Lt EM/14 Lt de agua</p> <p>Variables Dependientes: Propiedades físicas y químicas del suelo Producción del cultivo de camu camu</p>	<p>Propiedades físico químico del suelo</p> <p>Producción de frutos del cultivo de camu camu</p>	<p>Por su finalidad es investigación aplicada; por su profundidad y objetivo es experimental y descriptiva; por el tratamiento de datos es cuantitativa y por el lugar es de campo y laboratorio. (Hernández Sampieri y otros, 2020)</p>

Anexo 2. Resultado de los Análisis de Suelo.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - CELULAR 944407531
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología
analisisdesuelosunas@hotmail.com

ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:		JUAN ANTONIO INUMA PERALTA - JHOVANI VALERA VELASQUEZ																					
PROCEDENCIA:		UCAYALI																					
N°	CODIGO DEL LAB.	REFERENCIA	ANÁLISIS MECÁNICO			pH	CE	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICc	%	%	%	
			Arena	Arcilla	Limo								Textura	1:1	ds/cm	%	%	disponible					Ca
1	S1068-1	T1	7	70	23	Arcilloso	8.63	186	2.35	0.12	8.51	146.94	18.96	15.75	2.62	0.43	0.157	0.00	0.00	—	100	0	0
2	S1068-2	T2	9	68	23	Arcilloso	8.70	494	2.07	0.10	8.22	132.69	17.11	14.13	2.49	0.35	0.130	0.00	0.00	—	100	0	0
3	S1068-3	T3	13	70	17	Arcilloso	4.70	444	3.04	0.15	8.70	148.93	—	7.56	1.17	0.32	0.113	0.45	0.05	9.67	95	5	5
4	S1068-4	T4	5	84	11	Arcilloso	5.73	566	3.10	0.16	10.30	145.81	16.49	13.66	2.36	0.36	0.116	0.00	0.00	—	100	0	0

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
RECIBO No. 00000347
TINGO MARIA, 22 DE JULIO 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo Maria

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Figura 1A.

Resultado del análisis de interpretación y caracterización de las muestras de suelo antes de la aplicación de los tratamientos emitida por el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - CELULAR 944407531
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología
analisisdesuelosunas@hotmail.com

ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:		JUAN ANTONIO INUMA PERALTA - JHOVANI VALERA VELASQUEZ																					
PROCEDENCIA:		UCAYALI																					
N°	CODIGO DEL LAB.	REFERENCIA	ANÁLISIS MECÁNICO			pH	CE	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICc	%	%	%	
			Arena	Arcilla	Limo								Textura	1:1	ds/cm	%	%	disponible					Ca
1	S1745-6	T2 I	11	70	19	Arcilloso	6.23	0.414	1.41	0.07	10.43	157.47	17.77	15.39	1.60	0.636	0.148	0.00	0.00	—	100	0	0
2	S1745-7	T2 II	13	71	16	Arcilloso	5.77	0.410	1.07	0.05	11.22	154.50	18.50	15.97	1.75	0.638	0.143	0.00	0.00	—	100	0	0
3	S1745-8	T2 III	7	74	19	Arcilloso	6.21	0.426	1.52	0.08	9.77	165.43	17.56	15.04	1.79	0.596	0.135	0.00	0.00	—	100	0	0
4	S1745-9	T2 IV	9	70	21	Arcilloso	6.19	0.377	1.52	0.08	11.78	149.36	15.02	18.22	1.81	0.491	0.141	0.00	0.00	—	100	0	0
5	S1745-10	T2 V	11	71	18	Arcilloso	6.19	0.394	1.58	0.08	11.78	151.71	18.22	15.78	1.81	0.491	0.141	0.00	0.00	—	100	0	0
6	S1745-11	T3 I	15	67	18	Arcilloso	6.28	0.365	1.69	0.08	12.18	170.41	18.74	16.09	1.86	0.540	0.149	0.00	0.00	—	100	0	0
7	S1745-12	T3 II	21	61	18	Arcilloso	5.83	0.386	1.69	0.08	11.90	161.90	18.58	16.03	1.85	0.548	0.147	0.00	0.00	—	100	0	0
8	S1745-13	T3 III	9	72	19	Arcilloso	6.30	0.369	1.69	0.08	11.98	180.94	18.73	16.03	1.88	0.686	0.144	0.00	0.00	—	100	0	0
9	S1745-14	T3 IV	12	68	20	Arcilloso	6.29	0.387	1.64	0.08	12.10	158.87	18.79	16.11	1.95	0.570	0.156	0.00	0.00	—	100	0	0
10	S1745-15	T3 V	13	68	19	Arcilloso	6.27	0.385	1.81	0.09	12.27	187.72	18.70	16.12	1.82	0.610	0.154	0.00	0.00	—	100	0	0
11	S1745-16	T4 I	15	66	19	Arcilloso	6.09	0.354	1.92	0.10	13.54	190.69	19.86	17.21	1.91	0.576	0.163	0.00	0.00	—	100	0	0
12	S1745-17	T4 II	11	70	19	Arcilloso	5.89	1.035	1.75	0.09	14.35	184.14	20.02	17.25	1.98	0.633	0.162	0.00	0.00	—	100	0	0
13	S1745-18	T4 III	11	66	23	Arcilloso	6.08	0.899	2.09	0.10	12.94	196.55	19.92	17.44	1.93	0.401	0.158	0.00	0.00	—	100	0	0
14	S1745-19	T4 IV	27	72	1	Arcilloso	6.03	0.880	1.98	0.10	13.38	191.00	19.67	17.06	1.98	0.466	0.164	0.00	0.00	—	100	0	0
15	S1745-20	T4 V	45	42	13	Arcilloso	6.02	0.448	2.03	0.10	13.87	197.12	20.00	17.08	1.98	0.775	0.168	0.00	0.00	—	100	0	0

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
RECIBO 001 N° 0663289
TINGO MARIA, 10 DE NOVIEMBRE 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo Maria

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Figura 2A.

Resultado del análisis de interpretación y caracterización de las muestras de suelo después de la aplicación de los tratamientos emitida por el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Anexo 3. Trabajo de Campo.



Figura 3A. Melaza para la elaboración y activación de lo EM para la preparación de los tratamientos en investigación



Figura 4A. EM en estado latente para la elaboración y activación de lo EM para la preparación de los tratamientos en investigación



Figura 5A. Activación de los EM.



Figura 6A. Extracción de las 20 muestras antes de la aplicación de los microorganismos eficaces haciendo uso de un barreno.



Figura 7A. Extracción de la muestra y colocación de la muestra en una bolsa hermética para ser llevada al laboratorio.



Figura 8A. Extracción de las 20 muestras, con su identificación respectiva.



Figura 9A. Aplicación de los EM a cada unidad experimental mediante un pulverizador.



Figura 10A. Cosecha de los frutos de camu camu después de la aplicación de los EM.