

**UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROFORESTAL ACUÍCOLA**



**Efectividad supresora de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma* spp.  
aplicadas en dos frecuencias sobre *Colletotrichum  
gloeosporioides* “antracnosis” en frutos de *Myrciaria dubia*  
“camu camu”, Pucallpa- Perú**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO AGROFORESTAL ACUÍCOLA**

**Bach.EDUARDO JAIME PEREZ ORTIZ**

**YARINACocha – PERÚ**

**2021**



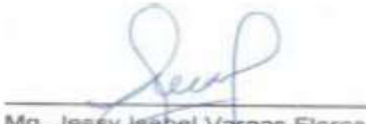
## ANEXO 16. ACTA DE CALIFICACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En la sala destinada para la sustentación de la tesis, Campus universitarios de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, en el distrito de Yarinacocha Provincia de Coronel Portillo Ciudad de Pucallpa, a las 16 horas del día martes 24 de Agosto del 2021, se reunió el Jurado de Tesis presidido por el Dr. Keneth Reátegui Del Águila, e integrado por: M.Sc. José Sánchez Choy Sánchez y Mg. Jessy Isabel Vargas Flores, en calidad de miembros, con la exclusiva finalidad de evaluar la sustentación de tesis titulada: «Efectividad supresora de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma* spp. aplicadas en dos frecuencias sobre *Colletotrichum gloeosporioides* “antracnosis” en frutos de *Myrciaria dubia* “camu camu”, Pucallpa- Perú», cuya responsabilidad corresponde al Bachiller: **Eduardo Jaime Pérez Ortiz**; fin de optar el Título Profesional de **Ingeniero Agroforestal Acuícola**. Terminada la sustentación, el autor de la tesis respondió a las preguntas formuladas por los miembros del jurado. Cuya evaluación se consolida según la tabla y parámetros cuantitativos que siguen:

<b>Presidente</b>	Dr. Keneth Reátegui Del Águila	25
<b>Miembro</b>	M.Sc. José Sánchez Choy Sánchez	26
<b>Miembro</b>	Mg. Jessy Isabel Vargas Flores	25
<b>Promedio</b>		25

El Jurado después de deliberar y calibrar los aportes de la tesis y la fundamentación del sustentante, compatibilizo el resultado cuantitativo con la tabla cualitativa equivalente. sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como APROBADO, asignándole un calificativo de 25 puntos, según el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía.

Siendo las 17:20 horas del mismo día se dio por terminado el acto de sustentación firmando los miembros del Jurado en señal de conformidad.

 Nombre: Dr. Keneth Reátegui Del Aguila <b>Presidente</b>	 Nombre: Msc. José Sánchez Choy Sánchez <b>Miembro</b>
 Mg. Jessy Isabel Vargas Flores <b>Miembro</b>	

Nombre Asesor: Mg. Nadia Masaya Panduro



Tenazoa

Distribución: Integrantes del Jurado de Tesis, tesista y archivo con firmas en original).

FICA (Todas



*"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"*

## CONSTANCIA

N°024-2022

### ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION SISTEMA ANTIPLAGIO TURNITIN

La Biblioteca Central, hace constar por la presente, que le informe Final (Tesis) titulado:

**EFFECTIVIDAD SUPRESORA DE BACILLUS SUBTILIS Y TRICHODERMA SPP. APLICADAS EN DOS FRECUENCIAS SOBRE COLLETOTRICHUM GLOEOSPORIOIDES "ANTRACNOSIS" EN FRUTOS DE MYRCIARIA DUBIA "CAMU CAMU", PUCALLPA- PERÚ.**

Cuyo autor es : **PEREZ ORTIZ, EDUARDO JAIME.**

Facultad : **FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES**

Escuela Profesional : **INGENIERÍA AGROFORESTAL ACUÍCOLA.**

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio, dicho documento presenta un porcentaje de similitud de 14%.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecido en el **artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO**, aprobada con **RESOLUCIÓN N°164-2021-UNIA-CO**, el cual indica que no se debe superar el 24%. Se declara, que el trabajo de investigación: **SI contiene un porcentaje aceptable de similitud y/o plagio, por lo que SI se aprueba su originalidad.**

En señal de conformidad y verificación se FIRMA Y SELLA la presente constancia.

Fecha: 31/03/2022



UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL  
DE LA AMAZONÍA - UCAYALI

Dr. Jesús Taylor Dávila Francia  
Jefe de la Oficina de Biblioteca Central

*La primera universidad intercultural del Perú*



UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONÍA

biblioteca\_central@unia.edu.pe

www.unia.edu.pe

carretera a San José 0.63 Km. Yarinacocha - Ucayali - Perú

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a Dios, por la salud que me ha brindado, a mis padres Abaniel Perez Meza y Rut Ortiz Jaimes por ser los principales promotores de mi sueño, por confiar y creer en mis expectativas y por los consejos y valores que me han inculcado.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, por mi formación académica y por existir una hermosa carrera como lo es Ingeniería Agroforestal Acuícola.

A la Ing.MSc. Nadia Masaya Panduro Tenazoa, asesora de la presente tesis, por su amistad, apoyo y por su colaboración durante la formulación y ejecución de esta investigación.

Al Ing. Noé Ramírez Flores, por el análisis y procesamiento estadístico.

Al Ing. Eliel Sánchez Marticorena, Fitopatólogo de la Universidad Nacional de Ucayali, por su incondicional apoyo en la ejecución de la presente investigación.

Al Ing. Josué Evaristo Flores Gómez y al Ing. Mario Gumer Núñez Amaro, profesionales del Servicio Nacional de Sanidad Agraria - SENASA, quienes me apoyaron con sus conocimientos, enseñanzas y colaboraciones que permitieron el desarrollo de este trabajo.

## ÍNDICE

Contenido	Pág.
DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE.....	4
ÍNDICE DE CUADROS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
RESUMEN.....	8
ABSTRACT.....	9
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>11</b>
2.1. Antecedentes de la investigación.....	11
2.2. Bases teóricas.....	12
2.2.1. La planta de camu camu.....	12
2.2.2. El patógeno.....	12
2.2.3. El control biológico.....	13
2.2.4. Los bioplaguicidas.....	13
2.2.5. Bioplaguicidas bacterianos.....	14
2.2.6. Bioplaguicidas fúngicos.....	14
2.2.7. <i>Bacillus subtilis</i> .....	15
2.2.8. <i>Trichoderma</i> spp. ....	16
<b>III. MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
3.1. Ubicación y descripción del área de estudio.....	18
3.2. Identificación y descripción del material experimental.....	18
3.3. Variables.....	19
3.3.1. Variables cuantitativas independientes (x).....	19
3.3.2. Variables cuantitativas dependientes (y).....	19
3.3.3. Variables intervinientes.....	19
3.4. Operacionalidad de las Variables.....	19
3.5. Población y Muestra.....	20
3.6. Tratamientos.....	20
3.7. Diseño de la investigación.....	20
3.8. Croquis del jardín clonal.....	21
3.9. Recolección de los datos.....	21
3.9.1. Fuentes de información.....	21
3.9.2. Unidad experimental.....	22
3.9.3. Tipo de muestreo.....	22
3.9.4. Técnicas para la recolección de datos.....	22

3.10. Procedimiento.....	22
3.10.1. Fase 1. Reconocimiento del lugar de trabajo.....	22
3.10.2. Fase 2. Defoliación.....	22
3.10.3. Fase 3. Desmalezado y fertilización.....	22
3.10.4. Fase 4. Elección de las plantas para los tratamientos.....	23
3.10.5. Fase 5. Ensayo para determinar la cantidad de agua que se deberá aplicar por cada planta.....	23
3.10.6. Fase 6. Preparación de los fungicidas biológicos.....	23
A. Preparación de <i>Trichoderma</i> spp. (polvo).....	23
B. Preparación de <i>Bacillus subtilis</i> (liquido).....	24
3.10.7. Fase 7. Aplicación de los Tratamiento.....	24
3.10.8. Fase 8. Recolección de los datos.....	26
3.11. Procesamiento de los datos.....	26
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>27</b>
4.1. Incidencia de la enfermedad.....	27
4.2. Producción.....	32
4.2.1. Factor tipos de frecuencias en la producción.....	32
4.2.2. Tipos de biofungicidas en la producción.....	34
4.2.3. Interacción entre Frecuencia (PP)* Biofungicidas (SP).....	35
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>37</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>38</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>39</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>44</b>
Anexo 1. Datos de las evaluaciones de los tratamientos.....	44
Anexo 2. Cosecha de frutos de camu camu.....	48
Anexo 3. Pesado de frutos de camu camu.....	49
Anexo 4. Extracción de frutos al azar.....	49
Anexo 5. Separación de frutos sanos y frutos con antracnosis.....	50

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
1. Operacionalidad de las variables de la investigación.....	19
2. Tratamientos del estudio.....	20
3. Aplicación de los tratamientos de acuerdo a la fenología del cultivo.....	25
4. Análisis de varianza para la incidencia de antracnosis.....	27
5. Prueba de rango múltiple de Duncan para Incidencia con respecto a la frecuencia de aplicación.....	27
6. Dispersión de los biofungicidas.....	28
7. Prueba de significancia de Duncan para los promedios de los tratamientos de la incidencia de antracnosis, en los niveles del factor B (antagonistas).....	29
8. Resultados del comportamiento de <i>Bacillus subtilis</i> frente a <i>Sclerotium cepivorum</i> y <i>Penicillium</i> sp. Según escala Ezziyyani.....	31
9. Resultados del comportamiento de <i>Trichoderma</i> sp. frente a <i>Sclerotium cepivorum</i> y <i>Penicillium</i> sp. Según escala Ezziyyani.....	31
10. Resumen estadístico.....	32
11. Cuadro de ANVA de la producción en los factores.....	32
12. Datos estadísticos de la frecuencia en la producción.....	33
13. Datos estadísticos de los biofungicidas en la producción.....	34
14. Datos estadísticos de la interacción PP*SP de la producción.....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
1. Fenología reproductiva de camu camu en restinga.....	18
2. Ensayo para determinar la cantidad de agua por planta.....	23
3. Medición de 10 ml de aceite vegetal.....	24
4. Preparación de <i>Bacillus subtilis</i> (líquido).....	24
5. Aplicación del <i>Bacillus subtilis</i> en camu camu.....	25
6. Porcentaje de supervivencia de plantas de las parcelas con y sin aplicación de <i>Trichoderma</i> sp.....	30
7. Distribución de los datos de las frecuencias en la producción.....	33
8. Distribución de los datos de los biofungicidas en la producción.....	34
9. Distribución de los datos de la interacción PP*SP.....	35

## RESUMEN

La antracnosis es una de las enfermedades más importantes en las diferentes etapas de desarrollo del fruto de camu camu, que es provocado por un hongo fitopatógeno que también afecta a las hojas. Por este motivo el presente trabajo tuvo como objetivo determinar la efectividad supresora de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma* spp. aplicadas en dos frecuencias sobre *Colletotrichum gloeosporioides* “antracnosis” en frutos de *Myrciaria dubia* “camu camu” en el Jardín Clonal de la Universidad Nacional de Ucayali, Región Ucayali. La aplicación de los tratamientos se realizó después de 80 días de la defoliación, esto se hizo desde el estado de floración y de fructificación, con un total de 110 días de experimento. Se observó que existen diferencias altamente significativas entre las frecuencias de aplicación y los biofungicidas, no existiendo interacción entre ellas. Por lo tanto, la aplicación de los biofungicidas sea a 10 o 15 días (frecuencia de aplicación) presentan mejor control de la incidencia que el testigo. También resultó que al utilizar el *Bacillus subtilis* en frutos de camu camu presentó menor incidencia de la antracnosis, por lo tanto, el *Bacillus subtilis* presentó mejor efectividad supresora de la antracnosis al ser aplicados en los frutos de camu camu. No existen diferencias en la producción de camu camu entre los biofungicidas y el testigo aplicados en el trabajo de investigación pudiéndose obtener la misma producción.

**Palabras Claves:** Incidencia, producción, biofungicidas.

## ABSTRACT

Anthrachnose is one of the most important diseases in the different stages of development and of the camu camu fruit, which is caused by a phytopathogenic fungus that also affects the leaves. For this reason, the present work aimed to determine the suppressive effectiveness of *Bacillus subtilis* and *Trichoderma* spp. applied in two frequencies on *Colletotrichum gloeosporioides* "anthracnose" in fruits of *Myrciaria dubia* "camu camu" in the Clonal Garden of the National University of Ucayali, Ucayali Region. The treatments were applied after 80 days of defoliation, this was done from the flowering stage and the fruiting stage, with a total of 110 days of experiment. It was observed that there are highly significant differences between the application frequencies and the biofungicides, with no interaction between them. Therefore, the application of biofungicides is 10 or 15 days (frequency of application) have better control of the incidence than the control. It was also found that when using *Bacillus subtilis* in camu camu fruits, it had a lower incidence of anthracnose, therefore, *Bacillus subtilis* presented better suppressive effectiveness than anthracnose when applied to camu camu fruits. There are no differences in the production of camu camu between the biofungicides and the control applied in the research work, and the same production can be obtained.

**Keywords:** Incidence, Production, Biofungicides.

## I. INTRODUCCIÓN

El camu camu "*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh", es un cultivo que se encuentra en proceso de expansión puesto que hay mucha demanda debido a su alta concentración de ácido ascórbico (2700 mg/100 g de pulpa). Por lo tanto, con la finalidad de atender el éxito comercial generado, el Perú en 1997 impulsó la promoción del establecimiento de plantaciones de camu camu, proyectándose a 10 000 hectáreas (Verde y Nazario 2018). Actualmente se cultiva en Loreto y Ucayali, con 3015 ha y 682 ha de superficie cultivada respectivamente (MINAGRI 2017).

El aumento de las áreas de cultivo de camu camu viene generando la abundancia de insectos plagas que dañan los frutos en un 80% (Sánchez, *et al.*, 2015). Se tiene documentado casi 70 especies de insectos plagas que dañan a la planta de camu camu (Delgado y Couturier 2004) y otras enfermedades producidas por hongos y nematodos (Torres s.f.; Seijas 1999; Ochoa 2005 y Casas 2007). La antracnosis es una de las enfermedades muy frecuente durante el desarrollo del fruto (Casas 2007) y actualmente se considera como la principal enfermedad y problema fitosanitario provocado por un hongo fitopatógeno que también afecta a las hojas (Torres s.f.; Pinedo et al. 2010).

Cook y Baker (1983) y Mont (2004) fundamentan el empleo del control biológico de patógenos de plantas empleando microorganismos como hongos y bacterias antagonistas. Pero de la revisión de literatura, no se ha encontrado el empleo de microorganismos benéficos como agentes de control biológico aplicados en camu camu. Bajo esta premisa la investigación tuvo como objetivos:

### **Objetivo general:**

Determinar la efectividad supresora de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma* spp. aplicadas en dos frecuencias sobre *Colletotrichum gloeosporioides* "antracnosis" en frutos de *Myrciaria dubia* "camu camu".

### **Objetivos específicos:**

- Evaluar la efectividad supresora de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma* spp, aplicados en dos frecuencias sobre la incidencia de *Colletotrichum gloeosporioides* "antracnosis" en frutos de *Myrciaria dubia* "camu camu", Pucallpa- Perú.
- Evaluar la efectividad supresora de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma* spp., aplicados en dos frecuencias sobre la producción de frutos de *Myrciaria dubia* "camu camu", Pucallpa-Perú.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Antecedentes de la investigación

Sánchez *et al.* (2015), investigaron sobre: “La evaluación del manejo integrado de plagas de *Myrciaria dubia* en suelos no inundables de la cuenca del Ucayali, Perú”, se evaluó la aplicación del Manejo Integrado de Plagas (MIP) mediante la aplicación de podas, defoliación, deshierbos, trampas amarillas y control biológico con extracto de la planta biocida *Paullinia clavigera*. En este ensayo se determinó el % de daño en el fruto por *Edessa* sp. y *Conotrachelus dubiae*, cantidad de botones florales y frutos cuajados, y peso y diámetro del fruto. Se encontró que empleando el Manejo Integrado de Plagas hubo menor daño en frutos por *Edessa* spp., con 6 % y *C. dubiae* con 0,25%, mayor cantidad de frutos cuajados (497) y el incrementó de peso del fruto a la cosecha (10,2 g) que con el manejo tradicional.

Delgado y Pinedo (2010), propone el manejo integrado de plagas para el control de *Edessa* spp. “Chinche del fruto”, *Conotrachelus dubiae* “Picudo del fruto”, *Tuthillia cognata* “Piojo saLador”, y *Atta sexdens*, *A. sephalotes* “Curuince”. La eficiencia de fungicidas en el control de la antracnosis por *Colletotrichum gloeosporioides* fue probado empleando Tebuconazole, Triadimenol, Clorotalonil, y Sulfato–Nitrato–Fosfato de cobre.

Farro y Pinedo (2010), en su investigación “Posibles factores que producen la caída de fruto de *Myrciaria dubia* (HBK) Mc Vaugh, "camu camu" durante la fenología reproductiva de la colección "cinco cuencas" en el centro experimental San Miguel - IIAP, Loreto, Perú “, ha probado el efecto del activador enzimático Kalifrut aplicado cada 7 y 15 días, para medir el porcentaje de retención de flores y frutos durante la fenología reproductiva, desde botones florales a frutos verdes. Los resultados fueron no significativos en las plantas donde se utilizó el producto y las plantas testigo.

Sales (2009), en su trabajo titulado “Control de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en frutos de “camu camu” (*Myrciaria dubia*), empleando la concentración efectiva media (ce50) de “sacha yoco” (*Paullinia clavigera*) y “teta de vaca” (*Solanum mammosum*) en Pucallpa, Perú”. Determinó que se necesita por lo menos 6 aplicaciones de cada una de las 4 concentraciones de *S. mammosum* y *P. clavigera* para disminuir el daño por *C. gloeosporioides* en fruto de camu camu, tanto pintón y maduro

Con relación a microorganismos benéficos, el hongo *Trichoderma* es considerado un agente de control biológico muy importante para el reducir las enfermedades (Panya *et al.* 2011; Peléaez 2016; Harman 2000). Así mismo, la bacteria *Bacillus subtilis* es empleada para el control biológico de la caída de frutos provocado por *Colletotrichum acutatum* bajo condiciones de campo en *Citrus sinensis* y *Citrus limonia* (Kupper *et al.* 2012).

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. La planta de camu camu

*Myrciaria dubia* “camu camu” es un frutal endémico de la Amazonía, se encuentra distribuida en países como: Perú, Colombia, Brasil y Venezuela en forma silvestre, su hábitat natural son los suelos entisoles inundables, las cochas, lagos, quebradas y tributarios del río Amazonas. Existen el camu camu arbustivo y el arbóreo. El tipo arbustivo fue registrado por McVaugh en 1958 y ésta se clasifica de la siguiente manera (PROAPA – GTZ 2000; Dostert *et al.* 2009):

- Clase** : Dicotiledóneas
- Orden** : Myrtales
- Familia** : Myrtaceae
- Género** : *Myrciaria*
- Especie** : *Dubia* H.B.K. McVaugh

### 2.2.2. El patógeno

*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. es un hongo parásito facultativo asexual de la familia Phyllachoraceae, de la división Ascomycota. El hongo comprende *Colletotrichum gloeosporioides*, en su estado asexual o anamorfo imperfecto, mientras que *Glomerella cingulata* es el estado teleomorfo, la fase perfecta o sexual. *G. cingulata* ocurre en un amplio rango de especies hospedantes donde produce acérvulos dentro del tejido del hospedante durante la fase asexual (mitótica) de su ciclo de vida (Ajay 2014).

Es uno de los hongos más comunes y ampliamente distribuido patógeno de plantas que provoca la antracnosis. Esta especie es común en los trópicos como agente patógeno, parásito, aislado desde partes saprófitas de las plantas o dentro de tejido vivo asintomático como hongo endófito. La enfermedad de la antracnosis se puede encontrar en un amplio rango de hospedantes, incluyendo cereales, grasas, legumbres, frutas, vegetales, árboles y cultivos perennes (Ajay 2014; Cannon 2012).

Casas (2007) determinó que *Colletotrichum gloeosporioides* genera los síntomas en el fruto desde los 29 días después de haberse realizado la inoculación (ddi) en la formación de la yema floral (fase 1). A medida que va desarrollándose el fruto en las posteriores fases, los síntomas disminuyen llegando a estabilizarse en 7 ddi en la fase 7 y 8, en fruto verde y verde pintón se da a los 58 y 65 días de edad del fruto.

### **2.2.3. El control biológico**

Este método involucra el empleo de enemigos naturales para reducir poblaciones de plagas ya sea temporal o permanentemente. En algunas ocasiones, los enemigos naturales son manipuladas para causar un cambio constante en las redes alimenticias que rodean a la plaga (Driesche 2012).

Para el caso de malezas, los enemigos naturales han sido principalmente insectos y hongos fitopatógenos. Los insectos parasitoides y depredadores son los enemigos naturales más empleados en el control de plagas, junto con algunos patógenos formulados para su uso como bioplaguicidas (Driesche 2012).

Chandrashekara *et al.* (2012) mencionan que el control biológico es el manejo ecológico de la comunidad de organismos. Esto implica el aprovechamiento de microorganismos supresores de enfermedades para mejorar la salud de las plantas. La supresión de la enfermedad por el uso de agentes biológicos es la manifestación sostenida de las interacciones entre la planta (huésped), el patógeno, el agente de biocontrol (antagonista), la comunidad microbiana en y alrededor de la planta y el entorno físico.

### **2.2.4. Los bioplaguicidas**

En términos generales los bioplaguicidas son plaguicidas derivados de animales, plantas y minerales. Los bioplaguicidas también incluyen organismos vivos que destruyen las plagas agrícolas. La Agencia de Protección del Ambiente (EPA) separa a los plaguicidas en tres clases mayores basados en el tipo de ingrediente activo empleado como bioquímico, protectores incorporados a la plantas y plaguicidas microbianos (Gupta y Dikshit, 2010; Mishra *et al.* 2015).

Según Mishra *et al.* (2015), la International Biocontrol Manufacturer's Association (IBMA) y la International Organization for Biological Control (IOBC) recomiendan emplear el término Agente de Control Biológico (ACB) en vez de bioplaguicida. La IBMA clasifica a los agentes de control biológico en cuatro grupos: macrobiales, microbiales, productos naturales y semioquímicos (agentes que modifican el comportamiento de los insectos).

Entre los agentes de control biológico, los productos más importantes son los microbianos (41%), seguidos por los macrobianos (31%) y otros productos naturales (26%).

### **2.2.5. Bioplaguicidas bacterianos**

Mishra *et al.* (2015), definen a los plaguicidas bacterianos como la más común de plaguicidas microbianos que funcionan en diferentes formas. Generalmente son empleados como insecticidas tal es el caso de *Bacillus thuringiensis*. También pueden ser utilizados para controlar hongos y bacterias fitopatógenas como es el caso de *Bacillus subtilis*. Los productos basados en *Bacillus* ha sido desarrollados especialmente para el control de enfermedades fúngicas. Numerosos reportes han descrito los efectos benéficos de varias especies *Bacillus* contra enfermedades provocadas por oomicetos y hongos.

Mont (2004) y Villareal-Delgado *et al.* (2017) mencionan algunos ejemplos donde actúa *Bacillus*, como en la supresión de enfermedades radiculares, enfermedades foliares y enfermedades de postcosecha. Incluso ciertos aislamientos de *Bacillus subtilis* están siendo utilizadas contra varios patógenos de plantas que causan enfermedades en almácigo y pudriciones blandas.

Asimismo, es un antagonista natural utilizado para la prevención de por lo menos 8 fitopatógenos como son: *Colletotrichum*, *Erysiphe*, *Leveillula*, *Botrytis*, *Sphaerotheca macularis*, por encima de 20 cultivos agrícolas (Villareal-Delgado *et al.* 2017).

### **2.2.6. Bioplaguicidas fúngicos**

*Trichoderma spp.*, son hongos muy comunes del suelo, con alta diversidad. Las variantes de *Trichoderma* son usadas como agentes de biocontrol de enfermedades de plantas cultivadas. Los aislamientos pueden actuar contra muchos patógenos aéreos y del suelo, tal es el caso de *Trichoderma harzianum* que es efectivo en el control de patógenos como *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* y especies de *Fusarium*. Entre otros géneros de hongos patogénicos afectados por *Trichoderma* se tiene a *Colletotrichum* (Mont 2004).

Mont (2004) menciona los diversos productos comerciales que emplean microorganismos. Tales como *Bacillus spp.*, está en los productos BioYield, Companion, EcoGuard, HiStick, N/T, Kodiak, Rhizo Plus, Serenade, Subtilex. YieldShield. Y *Trichoderma spp.* se comercializan en RootShield/PlantShield, T22G, T22 Planter Box, Trichodex. Binab, Promote, Tichopel, Tichoproject. La preparación de *Trichoderma* es barato y requiere un conocimiento básico de microbiología (Gupta y Dikshit, 2010).

*Bacillus* spp. se encuentran comercializados en: Nacillus Pro, Bio-Splent 70 WP, Brevibac WP, Companion, Fungisei, Fungup, Probac BS, Subtilex WP, Teosim, Velot. A su vez *Trichoderma* spp. están en los productos: Trichomax, Tricomex, Agroguard WG, Antagon, Foliguard SC, Silanki, Tricat, Tricho-D, Trichohar WP, Trichosil 50 WP, Trichonova, Tricox, Valery Plus, 3 Tac Biogungicida WP, 3 Taex. Estos productos son del registro de plaguicidas del SENASA (2018).

PBA (2018) comercializa Trichops WP en dos presentaciones: polvo mojable y en sustrato granulado. Es catalogado como biofungicida y biofertilizante, contiene una mezcla de *Trichoderma asperillum*, *T. viride* y *T. harzianum*. puede aplicarse a nivel foliar como al suelo contra diversas enfermedades ocasionados por hongos (*Rosellinia* sp, *Moniliasis*, *Phytophthora* sp., *Lasiodiplodia theobromae*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Alernaria* sp, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Cladosporium*).

Este producto tiene los mecanismos de acción de *Trichoderma* como son micoparasitismo, inducción de la resistencia, competencia y antibiosis. Biosafe SC es otro producto biofungicida a base de *Bacillus subtilis*. Tiene la presentación de suspensión concentrada de la bacteria antagonista *B. subtilis*, enemigo natural de muchas enfermedades fúngicas como antracnosis, royas, oidiosis, *Stemphium*, Mildiu, *Botrytis*, *ALernaria* sp, *Colletotrichum*, *Rhizoctonia Pythium*, *Phytophthora* y *Fusarium*. El mecanismo de acción de Biosafe SC actúa de manera preventiva y curativa, generando una barrera física sobre la capa cubierta por el caldo de aplicación (PBA 2018).

### **2.2.7. *Bacillus subtilis***

El género *Bacillus* es de la familia Bacillaceae, con más de 60 especies de bacilos identificados. Son microorganismos bacilares de Gram positivos, formadores de endosporas, quimiheterotrofos, móviles y rodeados por flagelos periticos; y anaerobios o aerobios facultativos con catalasa positivos. Las células bacterianas varían en tamaño de 0,5 a 2,5  $\mu\text{m}$  x 1,2-10  $\mu\text{m}$ . Se les encuentra con frecuencia en suelos y plantas donde cumplen un papel importante en el ciclo del carbono y nitrógeno. Habitan comúnmente en aguas frescas y estancadas, pero en su mayoría son activos en los sedimentos (Koneman, citado por Cuervo 2010).

El modo de acción de *Bacillus subtilis* es mediante la producción de sideróforos, competencia, promotor del crecimiento, competencia, antibiosis e inducción a la resistencia por la producción de fitoalexinas (PBA 2018).

**División:** Firmicutes

**Familia:** Bacillaceae

**Género:** *Bacillus*

**Especie:** *Bacillus subtilis*

Esta bacteria es de Gram positiva, genera endospora que se caracterizan por ser resistente a factores físicos perjudiciales como la desecación, la radiación los ácidos y los desinfectantes químicos; produce enzimas hidrofílicas extracelulares para la descomposición de polisacáridos, ácidos nucleicos permitiendo así que el organismo lo emplee como fuente de carbono y electrones; producen antibióticos como la bacitracina, polimixina, gramicidina y circulina; y también fermentan la caseína y el almidón, además de que puedan vivir dentro de los límites de 55 a 70°C. Es utilizado como controlador biológico, *Bacillus subtilis* ya que promueve el desarrollo de las plantas y previene las enfermedades del suelo ocasionadas por hongos: *Sclerotium rolfsii*, *Fusarium* spp., *Verticillium* spp, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Phytophthora capsici*, *Pythium* spp, y el nematodo nodulador de raíces (*Meloidogyne* spp) y *Rhizoctonia solani*, quienes son responsables de la enfermedad denominada “mal del tallito” en el algodónero (Calderón et al, citado por Cuervo 2010).

#### **2.2.8. *Trichoderma* spp**

Las colonias de *Trichoderma* inicialmente poseen un color blanco, que se cambian posteriormente a verde oscuro o amarillento, con una esporulación densa. El micelio es ralo y fino, visto al microscopio, los conidióforos son ramificados, como si fueran un árbol pequeño. Asimismo, éstos se presentan como penachos compactados formando anillos con un sistema de ramas irregular tipo piramidal (Infante et al 2009).

Los fiálides forman las esporas asexuales o conidios, y está son de gran importancia para la identificación taxonómica a nivel de especies. Los conidios permiten las generaciones del hongo durante el período vegetativo de las plantas. Son haploides y su pared consta por quitina y glucanos. En cambio, los conidióforos se producen en los fiálides que emergen directamente del micelio (Infante et al 2009).

**Reino:** Fungi.  
**División:** Mycota  
**Subdivisión:** Eumycota  
**Clase:** Hyphomycetes.  
**Orden:** Moniliales.  
**Familia:** Moniliaceae.  
**Género:** *Trichoderma*.

*Trichoderma* es considerado un hongo aeróbico, capaz de aguantar cambios de temperaturas, como, por ejemplo: McBeath y Adelman aislaron una cepa en suelo de Alaska, con crecimiento a 4°C y tolerando hasta los 33°C (Infante et al 2009).

### III. MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación y descripción del área de estudio















El experimento fue desarrollado en el Jardín Clonal de camu camu, de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicado en el distrito de Manantay, provincia Coronel Portillo de la región Ucayali, con las coordenadas UTM: Este 546898 m y Norte 9070694 m, a una altitud de 154 m s.n.m.

La parcela cuenta con un área de 1980 m<sup>2</sup>, con un total de 225 plantas, éstas se encuentran sembradas en un sistema de siembra de tres por tres y a una densidad de 1111 plantas/hectárea. Las dimensiones del terreno donde se encuentra ubicada el jardín clonal de camu camu son: 44 m de ancho y 45 m de largo.

#### 3.2. Identificación y descripción del material experimental

La plantación tiene siete años de edad, perteneciente a una sola variedad genética, cuyo origen de las plantas son los rodales naturales de Loreto, principalmente de las cuencas de los ríos Putumayo, Tigre, Ucayali, Napo y Curaray, que abarcan más de 1345 ha.

La determinación de la fase reproductiva del camu camu se basó en Inga *et al.* (2001) y aplicado por Farro (2010). El estado de floración, comprende la fase del 1 al 4, y el estado de fructificación del 1 al 8.

ESTADO DE FLORACIÓN				ESTADO DE FRUCTIFICACIÓN							
1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8
											
7	7	4 - 5 horas		7	7	12	10	7	7	6	6
7	14	15		22	29	41	51	58	65	71	77
Escala 				Escala 							

**Figura 01.** Fenología reproductiva de camu camu en restinga (Inga *et al.*, 2001).

### 3.3. Variables

#### 3.3.1. Variables cuantitativas independientes (X)

##### 1. Organismos biofungicidas (X1)

- *Bacillus subtilis*
- *Trichoderma* spp.

##### 2. Frecuencia de uso (X2)

- Cada 10 días
- Cada 15 días

#### 3.3.2. Variables cuantitativas dependientes (Y)

##### Efectividad supresora

- Y1 = Incidencia
- Y2 = Producción

#### 3.3.3. Variables intervinientes

- Precipitación pluvial
- Temperatura

### 3.4. Operacionalización de las Variables

**Cuadro 1.** Operacionalidad de las variables de la investigación.

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR
<b>VI:Organismos biofungicidas (X1)</b>	Son sustancias biológicas que combinan la acción de una bacteria y una levadura.	<i>Bacillus subtilis</i>	1 litro /200 litros de agua +aceite vegetal,
		<i>Trichoderma</i> spp	200g / 200 litros de agua + aceite vegetal
<b>VI:Frecuencia de uso (X2)</b>	Es el número de veces que se usaran los organismos biofungicidas en un determinado tiempo.	Frecuencia de aplicación	Cada 10 días
		Frecuencia de aplicación	Cada 15 días
<b>VD:Efectividad supresora (Y)</b>	Es el rendimiento de un cultivo cosechado en el área de análisis, de una determinada área o terreno.	Incidencia	Total de Frutos / Frutos infectados
		Producción	Kg de fruto/planta

Fuente: Elaboración propia

### 3.5. Población y muestra

- **Población:** La población fue representada por 225 plantas de camu camu en un área de 1980 m<sup>2</sup>.

- **Tamaño de la muestra:**

$$Z = 95\% \text{ y } 99\% = 1.96$$

$$E = 7\%$$

$$p = 0.5$$

$$q = 0.5$$

$$N = 225$$

$$N = \frac{Z^2 pq N}{NE^2 + Z^2 pq}$$

$$N = \frac{1.96^2 \times 0.5 \times 0.5 \times 225}{225 \times 0.07^2 + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

La muestra estuvo constituida por 60 plantas de camu camu en todo el experimento y por cada uno de las unidades experimentales se evaluaron 4 plantas (5 X 3 X 4) = 60.

### 3.6. Tratamientos

**Cuadro 02.** Tratamientos del estudio.

TRATAMIENTO	FRECUENCIA
T1	<i>Bacillus subtilis</i> (Biosafe ®), dosis 1 litro /200 litros de agua +aceite vegetal, aplicación cada 10 días
T2	<i>Bacillus subtilis</i> (Biosafe ®), dosis 1 litro /200 litros de agua + aceite vegetal, aplicación cada 15 días
T3	<i>Trichoderma</i> spp. (Trichops ®), dosis 200g / 200 litros de agua + aceite vegetal, aplicación cada 10 días
T4	<i>Trichoderma</i> spp. (Trichops ®), dosis 200g / 200 litros de agua + aceite vegetal, aplicación cada 15 días
T5	Testigo

### 3.7. Diseño de la investigación

La aplicación de los tratamientos se realizó iniciado la etapa de floración. El experimento constó de cinco tratamientos con tres repeticiones. Las repeticiones estuvieron constituidas por cuatro plantas de camu camu. Se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con arreglo experimental de parcelas divididas: frecuencia (parcela principal) y organismos (subparcelas).

El modelo estadístico para este experimento constó de la siguiente expresión:

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_i + a_j + Y_{ij} + B_k + (aB)_{jk} + E_{ijk}$$

Donde:

$i = 1, \dots, r$  bloques

$j = 1, \dots, a$  tratamientos de la parcela

$k = 1, \dots, B$  tratamiento de sub parcelas

$Y_{ijk}$  = observación de la unidad experimental

$\mu$  = Media general del ensayo

$\rho_i$  = Efecto de los bloques

$a_j$  = Efecto de los tratamientos de la parcela

$\beta_k$  = Efecto de los tratamientos de la sub parcela

$E_{ijk}$  = Error de la parcela

$Y_{ij}$  = Error de la sub parcela

$(aB)_{jk}$  = Efecto de la interacción de los tratamientos de la parcela y sub parcela.

### 3.8. Croquis del jardín clonal en la cual se distribuyeron los tratamientos

X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	} B1
X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
X	X	0	X	0	0	0	0	0	X	X	0	0	0	0	0	
X	X	0	0	0	0	X	0	0	X	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	X	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	} B2
0	0	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	
0	0	X	X	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	X	0	
0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	X	0	
0	0	0	X	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	} B3
0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	X	X	X	X	X	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

T1	Blue
T2	Red
T3	Green
T4	Light Green
T5	Pink

Fuente: Elaboración propia.

Legenda: 0= Plantas aptas x= Plantas no aptas (recalces) Tratamientos

### 3.9. Recolección de los datos

#### 3.9.1 Fuentes de información

Para la toma de datos se recurrió a la fuente de información secundaria como libros, folletos, publicaciones periódicas, informes, tesis, ponencias y recursos electrónicos disponibles en línea.

### **3.9.2. Unidad experimental**

La unidad experimental del trabajo de investigación son las plantas de camu camu.

### **3.9.3. Tipo de muestreo**

El muestreo que se utilizó, es el muestreo aleatorio simple.

### **3.9.4. Técnicas para la recolección de datos**

El tipo de investigación del presente trabajo fue explicativo y el diseño de investigación fue experimental, por tanto, se empleará la técnica experimental y de observación, para ello se registró los datos en un formato de evaluación o de registro.

## **3.10. Procedimiento**

### **3.10.1. Fase 1. Reconocimiento de lugar de trabajo**

El lugar en donde se realizó el experimento se encuentra ubicado en terreno de la Universidad Nacional de Ucayali. El punto donde se encuentra la parcela experimental fue marcado con coordenadas geográficas para efectuar el croquis de ubicación.

### **3.10.2. Fase 2. Defoliación**

En el jardín clonal se realizó el trabajo usando el método físico (defoliación manual), en la cual se extrajo las hojas sin afectar la corteza del tallo y las ramillas. Se defolió en el tiempo de descanso de la planta, cuando las hojas tomaron un color amarillo, esto ocurre normalmente dos meses después de la cosecha. La finalidad del trabajo fue inducir la producción programada de la cosecha, que pudo permitir el aprovechamiento homogéneo de los frutos de camu camu.

### **3.10.3. Fase 3. Desmalezado y fertilización**

El desmalezado del jardín clonal se realizó con la ayuda de la desbrozadora, este trabajo se realizó cada 30 días, con el fin de controlar el crecimiento de la maleza presente en el cultivo.

Para la fertilización del cultivo, primero se realizó la extracción de una capa de 10 cm de profundidad por 5 cm de ancho de suelo a un radio de 60 a 80 cm de la planta, formando un anillo. Luego se procedió a aplicar el fertilizante químico Molimax 20-20-20 (N, P, K) a una proporción de 250 g por planta.

#### **3.10.4. Fase 4. Elección de las plantas para los tratamientos**

Para la elección de las plantas a usar en los tratamientos, se tuvo en cuenta los siguientes criterios: tamaño homogéneo y adecuado de 1.5 m a 2 m, tener la misma edad (7 años), que no sean recalces, se encuentre en el área de estudio, sin enfermedades ni plagas presentes y de buenas condiciones fitosanitarias.

#### **3.10.5. Fase 5. Ensayo para determinar la cantidad de agua que se deberá aplicar por cada planta**

Se trabajó con una mochila fumigadora con capacidad de 20L de agua, se llenó 3L de agua para luego aplicar a plantas de camu camu como se muestra en la figura 02, esto se hizo 4 veces o repeticiones para luego sacar un promedio de cuanto se gastaba por cada planta. Este promedio se volvió a probar en campo y se determinó que 500mL o 1/2L de agua se debía aplicar por planta.



**Figura 02.** Ensayo para determinar la cantidad de agua por planta

#### **3.10.6. Fase 6. Preparación de los fungicidas biológicos**

##### **A. Preparación de *Trichoderma* spp. (polvo)**

Con la ayuda de una balanza digital, se pesó 6g de *Trichoderma* spp, seguidamente se midió 10ml de aceite vegetal utilizando una probeta como se muestra en la figura 03, para luego medir 6l de agua y añadir *Trichoderma* spp y el aceite vegetal medido anteriormente en el agua, para finalmente homogenizarlo.

Este procedimiento se realizó en un laboratorio, 4 horas antes de la aplicación con el fin de activar a los hongos (*Trichoderma* spp).



**Figura 03.** Medición de 10 ml de aceite vegetal

### **B. Preparación de *Bacillus subtilis* (liquido)**

Se utilizó una probeta para medir 30mL de *Bacillus subtilis*, luego se midió 30mL de aceite vegetal, seguidamente con la ayuda de un balde, se midió 6L de agua, se añadió ambos insumos (30 mL de *Bacillus subtilis* y 30mL de aceite vegetal) medidos anteriormente en los 6L de agua y se homogenizo (Fig. 04). Se echó el caldo en la mochila de fumigar para la aplicación de este fungicida biológico. Este procedimiento se realizó en campo al momento de la aplicación.



**Figura 04.** Preparación de *Bacillus subtilis* (liquido)

### **3.10.7. Fase 7. Aplicación de los Tratamientos**

La aplicación de los tratamientos se realizó después de 80 días de la defoliación, de acuerdo a la fenología del cultivo.

Esto se hizo desde el estado de floración (fase 1 al 4) y el estado de fructificación (fase 1 al 8), con un total de 110 días de experimento, los productos se emplearon de acuerdo a las indicaciones de la ficha técnica de cada producto.

La aplicación de los fungicidas biológicos (*Bacillus subtilis* y *Trichoderma* spp) se realizó a las 5:00 pm (Fig. 05), con la finalidad de que estos se encuentren buen tiempo en ausencia de luz, para así poder adaptarse al medio al que se les aplicó (plantas de camu camu), esto se hizo utilizando una mochila de fumigación manual con capacidad para 20L de agua. También se utilizó el Equipo de Protección Personal (epp) necesario para este tipo de trabajo (mascarilla, careta, mandil, botas).



**Figura 05.** Aplicación del *Bacillus subtilis* en camu camu

**Cuadro 03.** Aplicación de los tratamientos de acuerdo a la fenología del cultivo.

	Inicio de la floración	A 10 días de la floración	A 15 días de la floración	A 20 días de la floración	A 30 días de la floración	..	Dosis.
T1 = <i>Bacillus subtilis</i> (Biosafe SC)	1ra. Aplicación	2da. Aplicación		3ra. Aplicación		..	1 litro/200 litros de agua
T2 = <i>Bacillus subtilis</i> (Biosafe SC)	1ra. Aplicación		2da. aplicación		3ra. Aplicación	..	1 litro/200 litros de agua
T3 = <i>Trichoderma</i> spp. (Trichops WP)	1ra. aplicación	2da. Aplicación		3ra. Aplicación		..	200 gramos/200 litros de agua
T4 = <i>Trichoderma</i> spp. (Trichops WP)	1ra. aplicación		2da. Aplicación		3ra. Aplicación	..	200 gramos/200 litros de agua
T5 = Testigo	Ninguna aplicación	Ninguna aplicación	Ninguna aplicación	Ninguna aplicación	Ninguna aplicación	..	Ninguna

**Fuente:** Elaboración propia.

Las aplicaciones de los tratamientos (T1 y T3) utilizando *Bacillus subtilis* y *Trichoderma* spp., aplicada cada 10 días, tuvo una duración de 110 días con un total de 12 aplicaciones, mientras que los tratamientos (T2 y T4) donde también se utilizó *Bacillus subtilis* y *Trichoderma* spp., aplicada cada 15 días, tuvo una duración de 105 días con un total de 8 aplicaciones.

### **3.10.8. Fase 8. Recolección de los datos**

Las recolecciones de los datos se realizaron dos días después de la última aplicación de los fungicidas biológicos, éstas tuvieron una duración de tres semanas, pues hubo tres fechas de cosecha, que se dieron una vez por semana.

Los datos se recolectaron en un formato de evaluación o registro de los datos, Anexo 1. Esto se hizo cogiendo frutos de una planta Anexo 2., luego se procedió a pesar el total de frutos cosechados por planta Anexo 3, para después sacar o extraer 50 frutos al azar del total de frutos cogidos Anexo 4., luego se separó y contabilizó los frutos con antracnosis Anexo 5., esto se realizó de igual manera para todos los tratamientos en las tres fechas de cosecha que hubo. Para calcular la incidencia de la antracnosis se utilizó la siguiente fórmula: **Incidencia = Total de Frutos / Frutos infectados** y para calcular la producción se utilizó los datos de los pesos de los frutos por planta.

### **3.11. Procesamiento de los datos**

Los datos fueron analizados utilizando el paquete estadístico SAS 9.1, a fin de efectuar el análisis de varianza a una confiabilidad del 95% y un error del 5%. También se empleó las fórmulas estadísticas del Microsoft Excel.

La distribución de los datos de producción fueron transformados con raíz de  $x+1$ , debido a que no se comportaba de manera normal por la existencia de muchos valores 0. La prueba de Kolmogorov – Smirnov arroja el p valor de 0.05 el nivel de probabilidad esperada para aceptar que la distribución de la serie no es normal. Luego de hacer dicha transformación se procedió a efectuar el análisis de varianza.

Al presentar diferencias significativas entre las medias se utilizó la prueba de Duncan a una  $p \leq 0.05$ .

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Incidencia de la enfermedad

El cuadro 04 nos presenta diferencias significativas entre las frecuencias de aplicación (PP) y los biofungicidas (SP), no existiendo interacción entre ellas.

**Cuadro 04.** Análisis de varianza para la incidencia de la antracnosis

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Bloque	2	4.32	2.16	2.37	0.1053
PP	2	23.31	11.66	12.77	<.0001*
Error (a)	4	1.83	0.46	0.50	0.7358
SP	2	28.64	14.32	15.68	<.0001*
PP*SP	4	2.29	0.57	0.63	0.6463
Error (b)	45	41.09	0.91		
Total corregido	59	84.19			

**Fuente:** Elaboración propia

En el cuadro 05, el testigo tuvo 12 repeticiones obteniendo una media de 5.16% y una desviación estándar de 1.19%, la frecuencia (cada 10 días) tuvo 24 repeticiones obteniendo una media de 3.47% y una desviación estándar de 1.04% y la frecuencia (cada 15 días) tuvo 24 repeticiones obteniendo una media de 3.84% y una desviación estándar de 0.9%.

Por lo tanto, la aplicación de los biofungicidas sea a 10 o 15 días (frecuencia de aplicación) presentan mejor control de la incidencia en comparación con el testigo.

**Cuadro 05.** Prueba de rango múltiple de Duncan para Incidencia con respecto a la frecuencia de aplicación

Nivel de Frecuencia	N	Incidencia	
		Media	Dev std
0	12	5.16 <sup>a</sup>	1.19
10	24	3.47 <sup>b</sup>	1.04
15	24	3.84 <sup>b</sup>	0.94

**Fuente:** Elaboración propia.

**Nota:** Letras iguales, no presentan diferencias estadísticas.

Las aplicaciones de *Bacillus subtilis* debe realizarse cada 10 días en época lluviosa y cada 15 días en época seca (Sánchez, 2020). Sin embargo, en la presente investigación la frecuencia no tuvo influencia en el control de la antracnosis contradiciendo dicho supuesto en la cual se puede utilizar cualquier frecuencia ya sea cada 10 días o cada 15 días.

Las dos frecuencias utilizadas en el trabajo originaron similar incidencia de la antracnosis, pero a la vez resultó ser mejor que las parcelas que no recibieron ningún tratamiento (testigo).

En el cuadro 06, se demuestra que el *Bacillus subtilis* tuvo 24 repeticiones obteniendo una media de 3.28 y una desviación estándar de 0.89, el testigo tuvo 12 repeticiones obteniendo una media de 5.16 y una desviación estándar de 1.19 y el *Trichoderma* spp., tuvo 24 repeticiones obteniendo una media de 4.04 y una desviación estándar de 0.97.

**Cuadro 06.** Dispersión de los biofungicidas

Biofungicidas	N	Incidencia	
		Media	Dev std
<i>Bacillus subtilis</i>	24	3.28	0.89
<i>Trichoderma</i> spp.	24	4.04	0.97
Testigo	12	5.16	1.19

Sánchez (2020), hace referencia que el manejo de enfermedades a los frutos de camu camu se ha generalizado ocasionando pérdidas muy altas, pues la UNU realizó ensayos para controlar esta enfermedad aplicando los siguientes fungicidas: Chlorotalonil, Square + Maxi-cover®, Azoxistrobin, Carbendazim® y un controlador biológico que fue *Bacillus subtilis*. Los resultados demuestran que Azoxystrobin y *Bacillus subtilis*, promovieron a la reducción del porcentaje de frutos infestados, sin embargo, como la tendencia del mercado es el consumo de alimentos orgánicos, el autor recomendó utilizar *Bacillus subtilis*.

También menciona que se han desarrollado nuevos ensayos para corroborar el efecto de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma* en el control de *Colletotrichum gloeosporioides* en el camu camu, y añade que cuyos resultados aún no lo han analizado, pero *Bacillus subtilis* es el producto que mejor ha respondido en la inhibición del patógeno (Sánchez, 2020). Sin embargo, en la presente investigación también resultó que al utilizar el *Bacillus subtilis* en frutos de camu camu presentó menor incidencia de la antracnosis corroborando lo mencionado anteriormente.

Carrillo *et al* (2004), menciona que también tiene efecto positivo en otros frutos como la *Mangifera indica* (mango) donde la enfermedad se redujo en los frutos tratados con la mezcla de los microorganismos antagonistas (*R.minuta* y *B. subtilis*).

Hilario (2019), en su tesis control biológico de antracnosis en tres ecotipos de guanábana en condiciones de vivero en el Distrito de Chanchamayo tuvo como resultado que el tratamiento *Bacillus subtilis* no fue muy eficaz contra la actividad de la antracnosis, siendo otros tratamientos que tuvieron mejores resultados esperados tal como se muestra el cuadro 07. Los antagonistas fueron b1) *Bacillus subtilis*, b2) *Trichoderma viride*, b3) *Trichoderma harzianum*, b4) *T. viride* y *T. harzianum* y b5) Testigo absoluto. E incluso en ese trabajo el tratamiento *Trichoderma* tuvo resultados más satisfactorios. Se observa que el nivel b3 (*T. harzianum*) y nivel b4 (*T. viride* y *harzianum*) presentan una menor incidencia ocupando los dos primeros lugares con promedios de 44,44 y 55,56 %. Con respecto al resultado que obtuvo este autor, la investigación demuestra lo contrario pues se obtuvo mejores resultados en el control de antracnosis con el uso de *Bacillus subtilis* y resultados más bajos con el uso de *Trichoderma* spp.

Al presentar significancia la fuente "Biofungicida" "Organismo", "antagonista", se procedió a realizar una prueba de medias de Duncan para establecer ranking y se usó letras para indicar si son iguales o no.

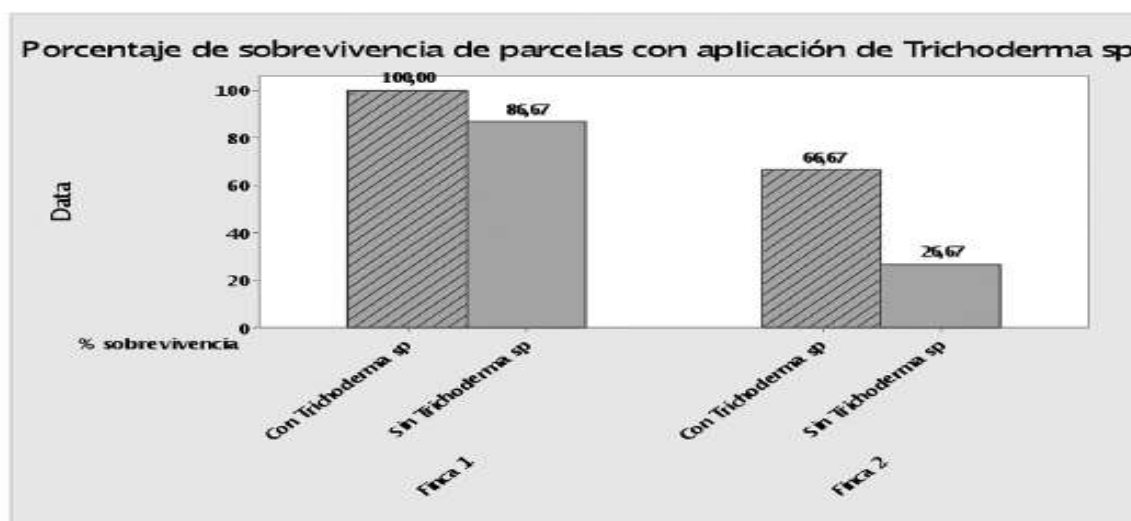
**Cuadro 07.** Prueba de significancia de Duncan para los promedios de los tratamientos de la incidencia de antracnosis, en los niveles del factor B (antagonistas)

Nº	TRATAMIENTOS	PROMEDIO (%)	SIGNIFICANCIA
1	b <sub>5</sub> (Testigo absoluto)	79.63	A
2	b <sub>1</sub> ( <i>Bacillus subtilis</i> )	68.52	a b
3	b <sub>2</sub> ( <i>T. viride</i> )	61.11	b c
4	b <sub>4</sub> ( <i>T. viride</i> y <i>T. harzianum</i> )	55.56	c d
5	b <sub>3</sub> ( <i>T. harzianum</i> )	44.44	D
A.L.S. (D) 0.05 = 11.94, 12.51, 12.89, 13.17			

Con relación a microorganismos benéficos, el hongo *Trichoderma* es considerado un agente de control biológico muy importante para el control de enfermedades (Panya *et al.* 2011; Peláez 2016; Harman 2000). Así mismo, la bacteria *Bacillus subtilis* es empleada para el control biológico de la caída de frutos provocado por *Colletotrichum acutatum* bajo condiciones de campo en *Citrus sinensis* y *Citrus limonia* (Kupper *et al.* 2012).

En Costa Rica, el cultivo de cebolla (*Allium cepa*) es una importante fuente de recursos alimenticio para los pequeños y medianos agricultores, pero sin embargo esta se ve afectado por el hongo *Stromatinia cepivora* causante de la pudrición blanca, la cual es una enfermedad muy importante a nivel mundial. Además, el *Trichoderma* sp., es un género de hongos que incluye especies utilizadas como agentes de control biológico.

En la figura 06, se presenta el porcentaje de sobrevivencia de parcelas con aplicación de *Trichoderma* sp y sin aplicación de *Trichoderma* sp. En la finca 1 Las parcelas con aplicación de *Trichoderma* sp obtuvo 100% de sobrevivencia y las parcelas sin aplicación de *Trichoderma* sp obtuvo 87.87% de sobrevivencia. En la finca 2 las parcelas con aplicación de *trichoderma* sp obtuvo 66.67% de sobrevivencia y las parcelas sin aplicación de *Trichoderma* sp obtuvo 26.67% de sobrevivencia. Agregando además que el conteo de número de plantas sobrevivientes por parcela se hizo por mes y se le dio seguimiento durante el ciclo del cultivo concluyendo además que el *Trichoderma* sp., contribuye favorablemente a la resistencia frente a agentes patógenos como la antracnosis (Rivera *et al.*, 2015). En el presente trabajo con frutas de camu camu las evaluaciones se hicieron el 7, 14 y 21 del mes respectivamente lo que hace suponer que el biofungicida *Trichoderma* spp., puede tener una efectividad lenta de acuerdo al tiempo, si se analiza el % de incidencia los tratamientos utilizando *Trichoderma* spp., presenta una efectividad intermedia, pero a la vez mejor que el testigo ya que esta tiene mayor % de incidencia. O en todo caso estos controladores biológicos se comportan diferentes de acuerdo a la especie vegetal.



**Figura 06.** Porcentaje de supervivencia de plantas de las parcelas con y sin aplicación de *Trichoderma* sp. Rivera *et al.*, (2015).

El cultivo del ajo criollo (*Allium sativum*) es afectada por numerosas enfermedades de origen fungoso y bacterias que obligan al productor a aplicar el control químico y en algunos casos abandonar la actividad debido las pérdidas económicas. En cambio, en el resultado obtenido fue *Trichoderma* sp., la que presentó mayor potencial como agente de control biológico (Cuadro 09). Opuestamente, *Bacillus subtilis* resultó ser poco potencial como biocontrolador (Cuadro 08) (Astorga *et al.*, 2013).

**Cuadro 08.** Resultados del comportamiento de *Bacillus subtilis* frente a *Sclerotium cepivorum* y *Penicillium* sp. Según escala Ezziyani.

Biocontrolador	<i>Sclerotium cepivorum</i>	<i>Penicillium</i> sp.
<i>Bacillus subtilis</i>	Malo	Malo

**Fuente:** Rivera *et al.* (2015).

**Cuadro 09.** Resultados del comportamiento de *Trichoderma* sp., frente a *Sclerotium cepivorum* y *Penicillium* sp. Según escala Ezziyani.

Biocontrolador	<i>Sclerotium cepivorum</i>	<i>Penicillium</i> sp.
<i>Trichoderma</i> sp.	Muy bueno	Muy bueno

**Fuente:** Rivera *et al.* (2015).

En la presente investigación realizada en frutos camu camu, *Bacillus subtilis* presentó mejores resultados que *Trichoderma* sp., ante la antracnosis lo cual hace suponer que estos controladores biológicos pueden llegar a tener efectividad supresora diferente en las distintas especies de vegetales.

Cabe mencionar que el microorganismo, el hongo *Trichoderma* es considerado un agente de control biológico muy importante para el control de enfermedades (Panya *et al.* 2011; Peláez 2016; Harman 2000). Así mismo, la bacteria *Bacillus subtilis* es empleada para el control biológico de la caída de frutos provocado por *Colletotrichum acutatum* bajo condiciones de campo en *Citrus sinensis* y *Citrus limonia* (Kupper *et al.* 2012). Pues estos dos Biofungicidas a pesar de sus diferentes comportamientos en cultivos agrarios son importantes biocontroladores de patógenos, son muy utilizados y en la investigación con frutos de camu camu fueron mejores que el testigo.

El testigo manifestó una mayor incidencia de la enfermedad (Cuadro 10), con una media de 5.16, y el tratamiento 15\*Bs obtuvo la menor incidencia con 3.16, con esto se demuestra que los factores se comportaron de manera independiente.

**Cuadro 10.** Resumen estadístico

Nivel de PP	Nivel de SP	N	Incidencia	
			Media	Dev std
0	Testigo	12	5.16	1.19
10	Bs	12	3.39	1.08
10	Ts	12	3.55	1.03
15	Bs	12	3.16	0.67
15	Ts	12	4.53	0.63

#### 4.2. Producción

En el cuadro 11, se observa que no existe diferencias significativas entre las frecuencias ya que el P-valor es de  $0.10 > 0.05$ , de igual manera no existe diferencias entre los biofungicidas ya que el p valor  $0.10 > 0.05$ . Finalmente, no existe interacción entre factores ya que el p valor  $0.09 > 0.05$ ; por lo tanto, los tratamientos utilizados en la investigación no influenciaron en la producción de frutas de camu camu.

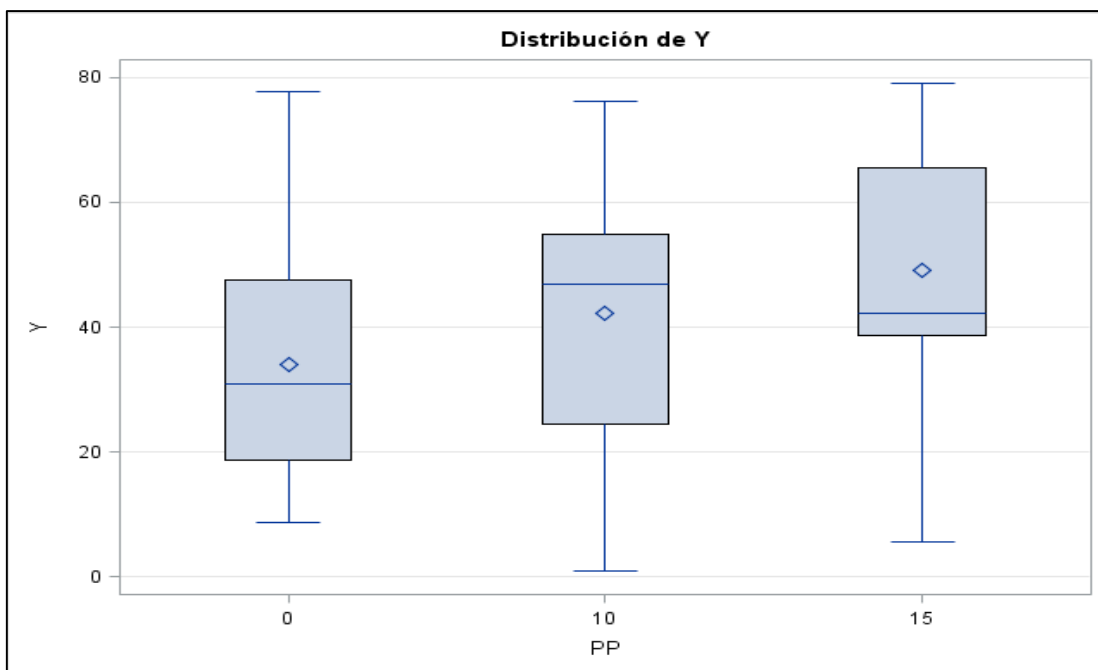
**Cuadro 11.** Cuadro de ANVA de la producción en los factores

Fuente	DF	Anova SS	CM	F-Valor	Pr > F
Bloq	2	209.90	104.95	0.26	0.77
PP	2	1895.26	947.63	2.38	0.10
Error (a)	4	1200.97	300.24	0.75	0.56
SP	2	1941.12	970.56	2.44	0.10
PP*SP	4	3468.10	867.02	2.18	0.09
Error	45	17913.44	398.08		
Total, corregido	59	25298.32			

**Fuente:** Elaboración propia

##### 4.2.1. Factor tipos de frecuencias en la producción

La amplitud de los datos nos indica que la producción de frutos de camu camu son similares en las frecuencias utilizadas en la investigación Figura 07.



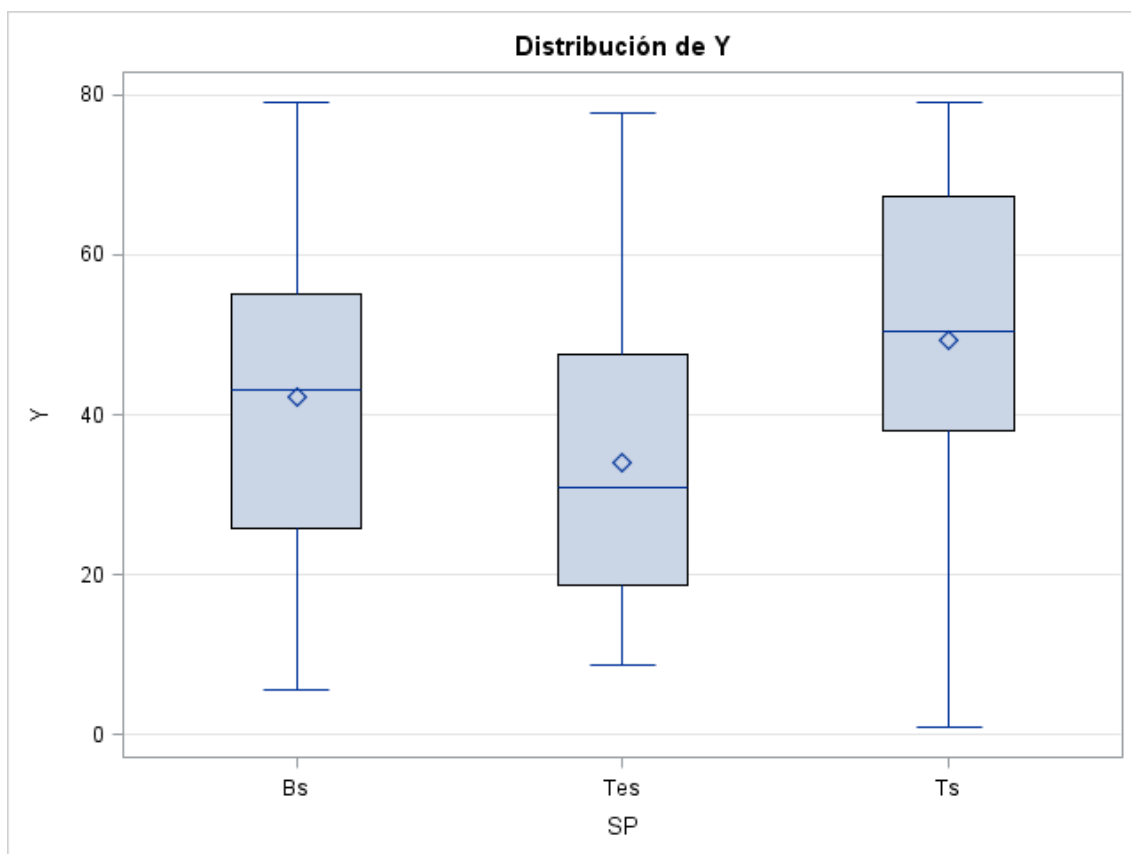
**Figura 07.** Distribución de los datos de las frecuencias en la producción

Como se muestra en el cuadro 12, el testigo tuvo 12 repeticiones obteniendo una media de 33.91 kg y una desviación estándar de 19.87kg, la frecuencia (cada 10 días) tuvo 24 repeticiones obteniendo una media de 42.26kg y una desviación estándar de 20.69kg, finalmente la frecuencia (cada 15 días) tuvo un promedio de 49.11 kg con una desviación estándar de 20.02 kg

**Cuadro 12.** Datos estadísticos de la frecuencia en la producción

Nivel de PP	N	PRODUCCIÓN	
		Media	Dev std
0	12	33.91	19.87
10	24	42.26	20.69
15	24	49.11	20.02

#### 4.2.2. Tipos de biofungicidas en la producción



**Figura 08.** Distribución de los datos de los biofungicidas en la producción

La figura 08, muestra la amplitud de los datos, estas indican que la producción de frutos de camu camu son similares en los tipos de biofungicidas y el testigo aplicado en la investigación.

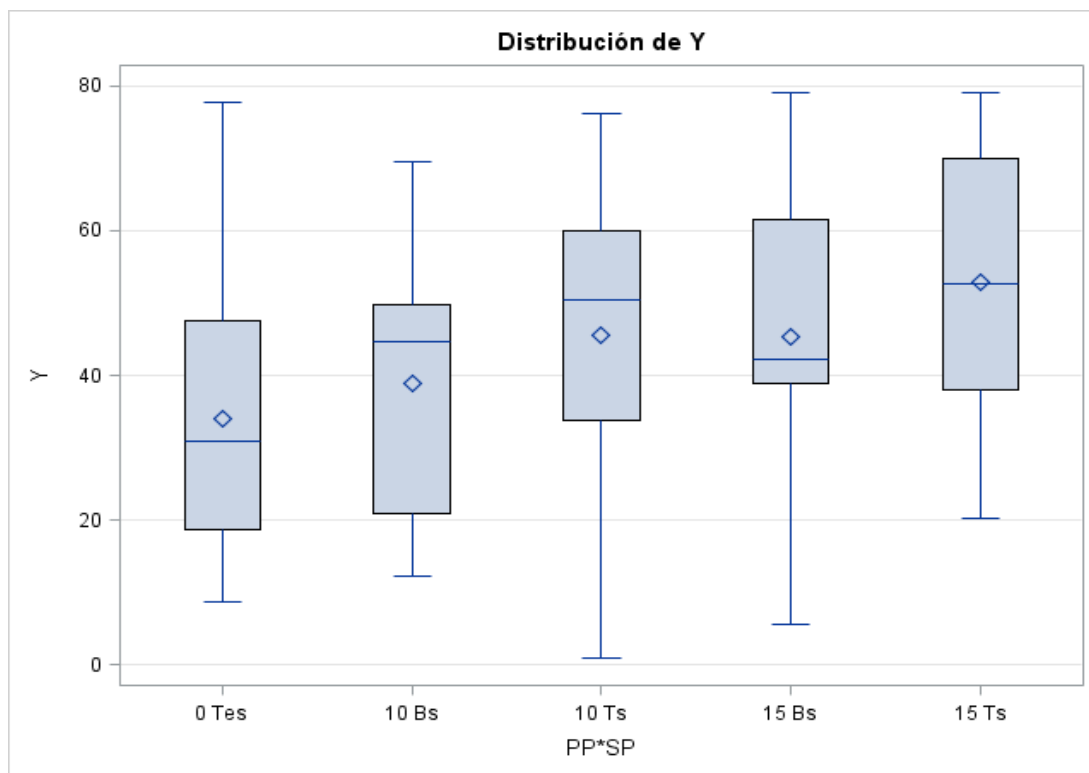
El cuadro 13, nos muestra que, *Bacillus subtilis* tuvo 24 repeticiones obteniendo una media de 42.13kg y una desviación estándar de 19.4kg, el testigo tuvo 12 repeticiones obteniendo una media de 33.91kg y una desviación estándar de 19.87kg, finalmente el *Trichoderma* sp tuvo 24 repeticiones obteniendo una media de 49.25 y una desviación estándar de 21.20kg.

**Cuadro 13.** Datos estadísticos de los biofungicidas en la producción

Nivel de SP	N	PRODUCCIÓN	
		Media	Dev std
Bs	24	42.13	19.42
Tes	12	33.91	19.87
Ts	24	49.25	21.20

El uso del Control Biológico en nuestro país, viene reduciendo las pérdidas en la producción agrícola, siendo las plagas biocontroladas en cultivos de caña de azúcar, cítricos, banano, café y diversas frutas y hortalizas (SENASA 2020), lo mencionado anteriormente concuerda con SENASA, ya que en la investigación los biofungicidas utilizados tuvieron una buena producción de frutas de camu camu al igual que el testigo con la diferencia de obtener menor incidencia de antracnosis.

#### 4.2.3. Interacción entre Frecuencia (PP) \* Biofungicidas (SP)



**Figura 09.** Distribución de los datos de la interacción PP\*SP

Como se observa la figura 09, no hay interacción según el ANVA presentado anteriormente, pero observando la figura presenta efectos interactivos ya que las frecuencias y los biofungicidas presentan mejores promedios, siendo el testigo que presento el menor promedio de producción.

Como se muestra en el cuadro 14, 0\*Tes tuvo 12 repeticiones obteniendo una media de 33.9kg y una desviación estándar de 19.87, 10\*Bs obtuvo una media de 38.88kg y una desviación estándar de 18.59kg, 10\*Ts obtuvo una media de 45.64 y una desviación estándar de 22.89 kg, 15\* Bs obtuvo una media de 45.37kg y una desviación estándar de 20.49kg, finalmente 15\*Ts obtuvo una media de 52.86kg y una desviación estándar de 19.68kg.

**Cuadro 14.** Datos estadísticos de la interacción PP\*SP de la producción

Nivel de PP	Nivel de SP	N	PRODUCCIÓN	
			Media	Dev std
0	Tes	12	33.91	19.87
10	Bs	12	38.89	18.59
10	Ts	12	45.64	22.89
15	Bs	12	45.37	20.49
15	Ts	12	52.86	19.68

## V. CONCLUSIONES

- No existe diferencias estadísticas en la incidencia de *Colletotrichum gloeosporioides* “antracnosis” en relación a las frecuencias de aplicación, siendo indistinta su aplicación cada 10 o 15 días.
- El *Bacillus subtilis* presentó mejor efectividad supresora de la antracnosis al ser aplicados en los frutos de camu camu.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Realizar dosificaciones y comprobar si estas reducen aún más la incidencia de la antracnosis en frutos de camu camu con respecto a los tratamientos empleados en esta investigación.
  
- Realizar trabajos de investigación utilizando otros controladores biológicos y comprobar cuál de éstas genera mejores resultados reduciendo la incidencia de la antracnosis en los frutos de camu camu.
  
- Realizar trabajos de investigación aumentando las frecuencias de aplicación de los biofungicidas y comprobar si estas tienen cierta influencia en la incidencia de la antracnosis en los frutos de camu camu.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Ajay, KG. 2014. *Colletotrichum gloesporioides*: biology, pathogenicity and management in India. J. Plant Physiol. Pathol. 2:2.
2. Astorga Q, K; Meneses M, K; Zuñiga V, C; Brenes M, J; Rivera M, W. Evaluación del antagonismo de *Trichoderma* sp. y *Bacillus subtilis* contra tres patógenos del ajo. Tecnología en Marcha. Vol.27, N°2. pág. 82-91
3. Carrillo F, JA; García E, RS; Muy R, MD; Sañudo B, A; Márquez Z, I; Allende M, R. 2001. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Apdo. Postal 32A, Unidad Culiacán, km 5.5 Carr. Culiacán-El Dorado, Culiacán, Sinaloa, México CP 80129; Zagidh de la Garza-Ruiz, Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Agronomía, Apdo. Postal 726, km 17.5 Carr. Culiacán-Mazatlán, Culiacán, Sinaloa CP 80000; Martín Patiño Vera y Enrique Galindo-Fentanes, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biotecnología, Av. Universidad 2001, Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México CP 62210. Correspondencia: [acarrillo@victoria.ciad.mx](mailto:acarrillo@victoria.ciad.mx).
4. Canon, PF; Damn, U; Johnston, PR; Weir, BS. 2012. *Colletotrichum*: current status and future directions. Studies in mycology 73: 181-213.
5. Casas V, JH. 2007. Determinación del periodo de manifestación de la antracnosis (*Colletotrichum gloesporioides*) en las fases de desarrollo del camu camu (*Myrciaria dubia* HBK McVaugh), en Yarinacocha. Ingeniero Agrónomo. Pucallpa, Perú, Universidad Nacional de Ucayali. ----- p.
6. Chandrashekara, KN; Manivannan, S; Chandrashekara, C; Chakravarthi, M. 2012. Biological control of plant diseases. In Singh, VK; Singh, Y; Singh, A. (eds.). Ecofriendly innovative approaches in plant disease management. New Delhi, India, lbdbooks. P. 147-166.
7. Cook, RJ; Baker, KF. 1983. The nature and practice of biological control of plant pathogens. St. Paul, Minnesota, USA, The American Phytopathological Society. 539 p.

8. Cuervo, JP. 2010. Aislamiento y caracterización de *bacillus* spp como fijadores biológicos de nitrógeno y solubilizadores de fosfatos en dos muestras de biofertilizantes comerciales (en línea). Tesis Microb. IHS. 35 p. consultado 19 mayo 2020. Disponible en <https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis404.pdf>
  
9. Delgado, C; Couturier, G. 2004. Manejo de insectos plagas en la Amazonía: Su aplicación en camu camu. Lima, Peru, IIAP – IRD. 147 p.
  
10. Delgado, C; Pinedo, M. 2010. Guía Práctica Nro. 4: Manejo integrado de insectos perjudiciales en plantaciones de camu camu. Iquitos, Perú, IIAP. 17 p.
  
11. Dostert, N; Roque, J; Brokamp, G; Cano, A; Meigend, M; La Torre, MI. 2009. Factsheet: Datos botánicos de camu camu *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh. Berlin, Alemania, botconsuL GmbH. 9 p.
  
12. Farro Rios, SK. 2010. Posibles factores que producen la caída de frutos de *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh “camu camu” durante la fenología reproductiva en la colección de “cinco cuencas” del Centro Experimental San Miguel – IIAP, Loreto, Perú. Iquitos, Perú, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 80 p.
  
13. Farro Ríos, SK; Pinedo Panduro, M. 2010. Control integrado de caída de fruta en camu camu (*Myrciaria dubia* McVaugh HBK) (en línea). Iquitos, Perú. 7 p. Consultado 25 jun. 2018. Disponible en <http://repositorio.iiap.org.pe/handle/IIAP/223>.
  
14. Farro, S; Pinedo, M. 2010. Posibles factores que producen la caída de frutos de *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh “camu camu” durante la fenología reproductiva en la colección de “cinco cuencas” del Centro Experimental San Miguel – IIAP, Loreto, Perú. Scientia Agropecuaria 1 (2): 117 – 123.
  
15. Fernández, O. Y Vega, L. 2001. Microorganismos antagonistas para el control fitosanitario. Revista. Avances en el Fomento de Productos Fitosanitarios No-Sintéticos. Costa Rica. 61(1): 96-100.
  
16. Gómez, H.; Soberanis, W.; Tenorio, M. Y Torres, E. 2011. Manual de producción y uso de hongos antagonistas. SENASA. Perú. 8 p.

17. Gupta, S; Dikshit, AK. 2010. Biopesticides: an ecofriendly approach for pest control. *Journal of biopesticides* 3(1): 186 – 188.
18. Inga, H; Pinedo, M; Delgado, C; Linares, C; Mejía, K. 2001. Fenología reproductiva de *Myrciaria dubia* McVaugh (H.B.K.) camu camu. *Folia amazónica* 12 (1-2): 99 – 106.
19. Infante, D; Martínez, B; González, N; Reyes, Y. 2009. Mecanismos de acción de *trichoderma* frente a hongos fitopatógenos (en línea). *Protección Vegetal*. 24(1): 14-21. Consultado 19 mayo 2020. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v24n1/rpv02109.pdf>
20. Kupper, KC; Corre, FE; Azevedo, FA; da Silva, AC. 2012. *Bacillus subtilis* to biological control of postbloom fruit drop caused by *Colletotrichum acutatum* under field conditions. *Scientia Horticulturae* 134(1): 139 – 143.
21. MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2017. Anuario Producción de Principales Productos Agrícolas 2017. Lima, Peru.
22. Mishra, J; Tewari, S; Singh, S; Arora, NK. 2015. Biopesticides: Where we stand? In Arora NK (ed.). *Plant microbes symbiosis: Applied facets*. New Delhi, India, Springer. P. 37 – 75.
23. Mont, RM. 2004. El control biológico como componente del manejo integrado de enfermedades de las plantas. Lima, Perú, Mont, RM. 145 p.
24. Ochoa Torres, TR. 2005. Patógenos foliares y radicales en el cultivo de camu camu (*Myrciaria dubia*) en Pucallpa. Pucallpa, Perú, INIA. 29 p.
25. Paredes Davila, EJ. 2013. Comparativo de 37 clones de camu camu arbustivo *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh, en Loreto en el sexto año de su instalación. Iquitos, Peru, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 198 p.
26. PBA (Productos Biológicos para la Agricultura). 2018. Productos (en línea). Lima, Perú, PBA. Consultado 29 jul 2018. Disponible en <https://pba.pe/productos>.
27. Perez, D; Iannacone, J. 2006. Control químico de la antracnosis causado por *Colletotrichum gloeosporioides* en el cultivo del camu camu (*Myrciaria dubia*, Myrtaceae) en Ucayali, Perú. *Fitopatología brasileira* 31(5): 518.

28. Pinedo Panduro, M; Delgado Vásquez, C; Farroñay Perama, R; Del Castillo Torres, D; Iman Correa, S; Villacrés Vallejo, J; Fachin Malaverri, L; Oliva Cruz, C; Abanto Rodríguez, C; Bardales Lozano, R; Vega Vizcarra, R. 2010. Camu camu (*Myrciaria dubia*, Mytiaceae): Aportes para su aprovechamiento sostenible en la amazonia peruana. Lima, Perú, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. 135 p.
29. Ploetz, RC; Lim, TK; Menge, JA; Rohrbach, KG; Michailides, TJ. 2003. Common pathogens of tropical fruit crops. In Ploetz, RC (ed.). Diseases of tropical fruit crops. Wallingford, UK, CABI. p. 1 - 19.
30. PROAPA-GTZ.2000. Estudio de mercado para *Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh (camu camu). Lima, Peru, Instituto Latino Aleman de la Tecnología de Aprendizaje (ILATA). 46 p.
31. Rivera M, W; Meneses M, K; Zuñiga V, C; Brenes M, J. 2015. Antagonismo de *Trichoderma* sp. Ante el patógeno *Stromatinia cepivora* en el cultivo de cebolla. Tecnología en Marcha. Edición Especial Biocontrol. Pag 22-30.
32. Sales Ordoñez, J. 2009. Control de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en frutos de camu camu (*Myrciaria dubia*), empleando la concentración efectiva media (CE 50) de sachá yoco (*Paullinia clavigera*) y teta de vaca (*Solanum mammosum*) en Pucallpa, Perú. Ingeniero Agrónomo. Pucallpa, Perú, Universidad Nacional de Ucayali. ----- p.
33. Sanchez Marticorena, E. 2020. EL CAMU CAMU (*Myrciaria dubia*): NUEVAS EXPERIENCIAS EN EL MANEJO AGRONÓMICO. INGENIERO AGRÓNOMO M.Sc. Ucayali, Perú, Universidad Nacional de Ucayali. Primera edición. 65 p.
34. Sanches Choy, J; Abanto Rodríguez, C; Casas Reátegui, R. 2015. Evaluación del manejo integrado de plagas de *Myrciaria dubia* en suelos no inundables de la cuenca del Ucayali, Perú. Folia Amazónica 24(1): 39 – 44.
35. Seijas Cárdenas, P. 1999. Nemátodos asociados al cultivo de camu camu (*Myrciaria dubia* HBK McVaugh) en un ultisol y entisol de Pucallpa. Ingeniero Agrónomo. Pucallpa, Perú, Universidad Nacional de Ucayali. ----- p.

36. SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria). 2018. Consultas del Registro de Plaguicidas (en línea). Lima, Perú, SENASA. Consultado 29 jul 2018. Disponible en [https://servicios.senasa.gob.pe/SIGIAWeb/sigia\\_consula\\_producto.html](https://servicios.senasa.gob.pe/SIGIAWeb/sigia_consula_producto.html).
37. SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria). 2020. Importancia del Control Biológico de plagas en la agricultura peruana. Lima, Perú, SENASA. Consultado 04 jun 2020. Disponible en <https://servicios.senasa.gob.pe/senasacontigo/importancia-del-control-biologico-de-plagas-en-la-agricultura-peruana/>.
38. Torres Limache, C. s.f. Enfermedades del camu camu. Lima, Perú, Servicio Nacional de Sanidad Agraria. 19 p.
39. Van Driesche, RG; Hoddle, MS; Center, TD. 2007. Control de plagas y malezas por enemigos naturales. Morgantown, WV, USA, Forest Health Technology Enterprise Team (FHTET). 751 p.
40. Verde Bedoya, WG; Nazario Ríos, JC. 2018. Suelos potenciales para el cultivo de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh) en la provincia Coronel Portillo, región Ucayali. Anales Científicos 79(1): 151 – 158.
41. Villareal-Delgado, MF; Villa-Rodriguez, ED; Cira-Chavez, LA; Estrada-Alvarado, MI; Parra-Cota; FI; De los Santos; S. 2017. The genus *Bacillus* as a biological control agent and its implication in the agricultural biosecurity. Revista Mexicana de Fitopatología 36(1): 95 – 130.

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1. Datos de las evaluaciones de los tratamientos

Fecha: 07- 12- 2018

Fila	N° planta	Código	Trat.	Peso de fruto cosechados (kg)	N° frutos	N° frutos con antragnosis	Peso de frutos caídos (kg)
<b>Tratamiento 1</b>							
2	3	77	1	1.300	50	7	100
2	4	77	1	650	50	2	100
2	5	77	1	50	15	1	1f
2	6	77	1	100	22	5	50
8	12	48	1	130	30	5	20
8	13	48	1	240	36	6	50
8	14	48	1	250	39	6	10
9	12	56	1	100	18	3	40
12	8	88	1	-	-	-	3f
13	8	89	1	-	-	-	-
13	9	89	1	50	16	2	10
13	10	89	1	200	50	7	20
<b>Tratamiento 2</b>							
5	8	28	2	-	-	-	-
5	9	28	2	200	24	2	50
5	10	28	2	-	-	-	-
6	10	36	2	50	7	1	10
10	3	64	2	290	30	5	90
10	4	64	2	110	27	3	110
10	5	64	2	900	50	10	600
11	5	64	2	-	-	-	6f
11	12	74	2	100	17	4	100
12	12	77	2	60	13	2	100
13	12	90	2	160	28	1	25
14	12	90	2	190	27	4	110
<b>Tratamiento 3</b>							
3	12	21	3	500	50	6	600
3	13	21	3	-	-	-	100
3	14	21	3	-	-	-	50
4	12	21	3	300	12	3	110
4	3	26	3	-	-	-	3f
4	4	26	3	300	44	9	500
4	5	26	3	-	-	-	-
5	3	28	3	100	10	2	200
7	8	68	3	-	3	1	1f
8	8	48	3	-	3	1	-
8	9	48	3	200	11	2	60
8	10	48	3	400	50	4	100
<b>Tratamiento 4</b>							
5	14	34	4	500	50	9	300
6	14	34	4	180	25	6	100

6	13	34	4	400	50	8	60
6	12	34	4	200	20	5	100
10	8	63	4	700	50	10	20
10	9	63	4	400	50	9	50
10	10	63	4	100	17	5	50
11	10	74	4	1.400	50	13	290
12	3	88	4	500	50	13	50
13	3	89	4	1.250	50	10	650
13	4	89	4	400	42	11	140
13	5	89	4	280	50	6	280
Fila	N° planta	Código	Trat.	Peso de fruto cosechados (kg)	N° frutos	N° frutos con antragnosis	Peso de frutos caídos (kg)
2	8	77	5	600	-	-	-
2	9	77	5	100	21	6	-
2	10	-	5	150	26	8	100
3	8	12	5	700	50	15	50
7	4	40	5	200	28	14	250
7	5	40	5	200	17	6	120
7	6	68	5	-	4	1	-
6	6	36	5	200	27	9	20
13	14	90	5	100	19	7	250
12	14	77	5	50	6	2	80
11	14	74	5	300	49	14	90
10	14	56	5	-	-	-	-

Fecha: 14- 12- 2018

Fila	N° planta	Código	Trat.	Peso de fruto cosechados (kg)	N° frutos	N° frutos con antragnosis	Peso de frutos caídos (kg)
<b>Tratamiento 1</b>							
2	3	77	1	450	50	1	3f
2	4	77	1	225	34	4	-
2	5	77	1	-	-	-	-
2	6	77	1	180	35	8	3f
8	12	48	1	3.640	50	9	160
8	13	48	1	2.150	50	8	110
8	14	48	1	1.400	50	3	120
9	12	56	1	150	22	5	5f
12	8	88	1	210	39	6	-
13	8	89	1	780	50	9	10f
13	9	89	1	1.000	50	11	5f
13	10	89	1	1.100	50	4	8f
<b>Tratamiento 2</b>							
5	8	28	2	1.070	50	5	2f
5	9	28	2	4.950	50	3	110
5	10	28	2	15	12	2	-
6	10	36	2	260	25	7	70
10	3	64	2	750	50	4	60
10	4	64	2	800	50	6	60

10	5	64	2	1.150	50	11	160
11	5	64	2	75/30	10	2	11
11	12	74	2	2.820	50	3	60
12	12	77	2	1.560	50	3	50
13	12	90	2	1.080	50	4	5f
14	12	90	2	1.000	50	3	4f
<b>Tratamiento 3</b>							
3	12	21	3	1.900	50	9	90
3	13	21	3	900	50	9	50
3	14	21	3	1.100	50	15	280
4	12	21	3	2.420	50	9	130
4	3	26	3	-	-	-	-
4	4	26	3	550	50	9	25
4	5	26	3	2.450	50	9	90
5	3	28	3	2.500	50	9	100
7	8	68	3	-	-	-	-
8	8	48	3	460	50	11	-
8	9	48	3	1.060	50	10	60
8	10	48	3	2.860	50	9	230
<b>Tratamiento 4</b>							
5	14	34	4	5.700	50	9	200
6	14	34	4	1.300	50	11	50
6	13	34	4	3.500	50	6	120
6	12	34	4	1.160	50	12	120
10	8	63	4	660	50	9	-
10	9	63	4	450	49	11	7f
10	10	63	4	220	39	9	60
11	10	74	4	2.500	50	11	140
12	3	88	4	700	50	6	60
13	3	89	4	2.500	50	22	210
13	4	89	4	1.000	50	9	60
13	5	89	4	2.060	50	6	100
<b>Tratamiento 5</b>							
2	8	77	5	360	50	14	3f
2	9	77	5	120	19	6	80
2	10	-	5	4.800	50	15	140
3	8	12	5	1.850	50	16	190
7	4	40	5	800	50	15	100
7	5	40	5	540	50	16	60
7	6	68	5	50	21	7	-
6	6	36	5	1.000	50	15	60
13	14	90	5	1.230	50	15	7f
12	14	77	5	1.060	50	17	60
11	14	74	5	330	43	16	110
10	14	56	5	25	15	6	2f

Fecha 21 – 12 – 2018

Fila	N° planta	Código	Trat.	Peso de fruto cosechados (kg)	N° frutos	N° frutos con antragnosis	Peso de frutos caídos (kg)
<b>Tratamiento 1</b>							
2	3	77	1	110	11	3	1f
2	4	77	1	50	6	-	1f
2	5	77	1	100	12	-	1f
2	6	77	1	150	23	8	3f
8	12	48	1	1.050	50	7	6f
8	13	48	1	1.400	50	2	4f
8	14	48	1	950	50	9	10f
9	12	56	1	200	45	9	3f
12	8	88	1	-	4	1	4f
13	8	89	1	1.350	50	8	7f
13	9	89	1	1.150	50	8	4f
13	10	89	1	1.050	50	9	6f
<b>Tratamiento 2</b>							
5	8	28	2	450	50	11	-
5	9	28	2	1.100	50	6	4f
5	10	28	2	15	9	1	-
6	10	36	2	-	-	-	-
10	3	64	2	700	50	6	2f
10	4	64	2	1.700	50	9	8f
10	5	64	2	2.000	50	6	300
11	5	64	2	1.500	50	1	5
11	12	74	2	1.450	50	7	4f
12	12	77	2	1.900	50	4	-
13	12	90	2	600	50	7	6f
14	12	90	2	300	45	8	-
<b>Tratamiento 3</b>							
3	12	21	3	100	14	3	1f
3	13	21	3	3.150	50	11	7f
3	14	21	3	4.700	50	12	100
4	12	21	3	450	50	6	6f
4	3	26	3	-	-	-	-
4	4	26	3	750	50	9	7f
4	5	26	3	150	29	5	-
5	3	28	3	250	35	9	4f
7	8	68	3	100	10	5	-
8	8	48	3	300	48	2	-
8	9	48	3	950	50	4	4f
8	10	48	3	1.850	50	13	7f
<b>Tratamiento 4</b>							
5	14	34	4	50	11	4	40
6	14	34	4	100	15	4	-
6	13	34	4	200	33	7	-
6	12	34	4	30	18	-	3f
10	8	63	4	350	40	8	6f

10	9	63	4	250	39	9	5f
10	10	63	4	90	14	3	4f
11	10	74	4	300	50	8	50
12	3	88	4	300	50	8	-
13	3	89	4	1.100	50	11	50
13	4	89	4	3.550	50	11	50
13	5	89	4	3.400	50	13	7f
<b>Tratamiento 5</b>							
2	8	77	5	150	24	9	-
2	9	77	5	-	-	-	-
2	10	-	5	1.100	50	15	5f
3	8	12	5	110	13	6	1f
7	4	40	5	150	32	10	3f
7	5	40	5	40	21	8	3f
7	6	68	5	100	14	5	-
6	6	36	5	150	32	10	1f
13	14	90	5	1.300	50	15	11f
12	14	77	5	800	50	12	7f
11	14	74	5	15	3	1	-
10	14	56	5	50	6	2	2f

## Anexo 2. Cosecha de frutos de camu camu



### Anexo 3. Pesado de frutos de camu camu



### Anexo 4. Extracción de frutos al azar



**Anexo 5. Separación de frutos sanos y frutos con antracnosis**

