

Biol, Microorganismos Eficientes y *Trichoderma* spp., en el control de *Colletotrichum* spp. en *Myrciaria dubia* H.B.K. Pucallpa, Ucayali

Biol, Efficient Microorganisms and *Trichoderma* spp., in the control of *Colletotrichum* spp. in *Myrciaria dubia* H.B.K. Pucallpa, Ucayali

¹ Rogger Wagner Peña Pasmíño, ¹ Manuel Mario Chuyma Tomaylla, ² Eliel Sánchez Marticorena, ² Pablo Pedro Villegas Panduro, ² Roger Vásquez Gómez.

¹ Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía (UNIA). Carretera San José de Tushmo km 0,63, Yarinacocha, Ucayali, Perú. Email: rowapepas@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0549-0956>

¹ Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía (UNIA). Carretera San José de Tushmo km 0,63, Yarinacocha, Ucayali, Perú. Email: mchuymat@unia.edu.pe, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7833-0267>

² Universidad Nacional de Ucayali (UNU), Carretera Federico Basadre km 6,2, Callería, Ucayali, Perú. Email: elielsan30@hotmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4739-2163>

² Universidad Nacional de Ucayali (UNU), Carretera Federico Basadre km 6,2, Callería, Ucayali, Perú. Email: pablo_villegas@unu.edu.pe, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9300-8113>

² Universidad Nacional de Ucayali (UNU), Carretera Federico Basadre km 6,2, Callería, Ucayali, Perú. Email: roger_vasquez@unu.edu.pe, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5427-7329>

Resumen

La investigación se desarrolló en la parcela experimental de camu camu de la Universidad Nacional de Ucayali, con el objetivo de determinar el efecto inhibitor del Biol, Microorganismos Eficientes y *Trichoderma* spp., en el control de *Colletotrichum* spp. en frutos de camu camu, para el cual, se procedió a seleccionar las plantas por unidad experimental, tratamiento y bloques, conformado por 20 unidades experimentales, y 16 plantas de camu camu por unidad experimental, de los cuales, se evaluaron 4 plantas. El diseño estadístico utilizado fue el Diseño de Bloque Completo al Azar, con cuatro bloques, cuatro tratamientos y cuatro plantas a evaluar por unidad experimental. Los resultados de la prueba de promedios de Tukey demuestran que, los tratamientos testigo y Biol presentaron los mayores promedios de frutos afectados por *Colletotrichum* sp., con 35,31 y 28,68 frutos afectados/planta respectivamente, seguido del tratamiento con Microorganismos Eficientes, con 25,93 frutos afectados/planta, siendo el tratamiento con *Trichoderma* sp., el que presentó 10,62 frutos afectados/planta, siendo este tratamiento el que mostró menores pérdidas de frutos/planta, concluyéndose que existe efecto inhibitor en la aplicación de *Trichoderma* spp. para el control de *Colletotrichum* spp. en frutos de camu camu ya que las pérdidas de frutos y rendimiento por hectárea fueron muchos menores comparados con el testigo y a la aplicación del Biol y Microorganismos Eficientes.

Palabras claves: *Myrciaria dubia*, control biológico, microorganismos benéficos, antracnosis del camu camu.

Abstract

The research was carried out in the camu camu experimental plot of the National University of Ucayali, with the objective of determining the inhibitory effect of Biol, Efficient Microorganisms and *Trichoderma* spp., in the control of *Colletotrichum* spp. in camu camu fruits, for which we proceeded to select the plants per experimental unit, treatment and blocks, made up of 20 experimental units, and 16 camu camu plants per experimental unit, of which 4 plants were evaluated. The statistical design used was the Complete Random Block Design, with four blocks, four treatments and four plants to be evaluated per experimental unit. The results of the Tukey

mean test show that the control and Biol treatments presented the highest average number of fruits affected by *Colletotrichum* sp., with 35.31 and 28.68 affected fruits/plant respectively, followed by the treatment with Efficient Microorganisms. with 25.93 affected fruits/plant, being the treatment with *Trichoderma* sp., the one that presented 10.62 affected fruits/plant, being this treatment the one that showed less losses of fruits/plant, concluding that there is an inhibitory effect in the application of *Trichoderma* spp. for the control of *Colletotrichum* spp. in camu camu fruits since the losses of fruits and yield per hectare were much lower compared to the control and to the application of Biol and Efficient Microorganisms.

Keywords: *Myrciaria dubia*, biological control, beneficial microorganisms, camu camu anthracnose.

Introducción

El camu camu (*Myrciaria dubia*) es una fruta de la amazonía (Akter et al., 2011), el cual contiene altos niveles de alto contenido de ácido ascórbico, motivo por el cual es conocido en todo el mundo (Fracassetti et al., 2013), la misma que está distribuida principalmente en Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela (Borges et al., 2013). El camu camu muestra un gran potencial agrícola, agroindustrial y de agro exportación, el mismo que puede alcanzar hasta 3133 miligramo / 100 gramo de pulpa de vitamina C (Veiga & Yuyama, 2005).

El camu camu crece en las orillas de ríos inundados y lagos oscuros, pudiendo permanecer sumergido completamente durante cuatro a cinco meses (Peters y Vásquez, 1986). El camu camu se encuentra en suelos arcillosos ricos en nutrientes, presentes en las áreas inundadas del Amazonas, asimismo pueden encontrarse en suelos predominantemente pobres y arenosos correspondientes a las riveras de los ríos de aguas negras de la región

(Gutiérrez, 2003). La Amazonía peruana tiene la más grande densidad y variedad de población (Peters y Vásquez, 1986; Chávez, 1993).

Las plantaciones instaladas en suelos inundados florecen una sola vez al año, mientras que, en suelos en secano, florece dos veces al año. El camu camu se adapta a suelos ácidos hasta suelos aluviales con buena fertilidad en el cual se obtienen los mejores resultados, requiriendo a su vez de rangos de temperatura de 18°C a 25°C y rangos de precipitación entre 1700 y 3500 mm/año (Gutiérrez, 2003).

El camu camu muestra gran contenido de elementos antioxidantes, nutricionales, ácido ascórbico y caroteno (Chirinos et al., 2010). Muestra características antibacterianas, protectoras y regenerativas, además se han identificado compuestos fenólicos como elagitanino, ácido elálgico, los glucósidos quercetina, ácido siríngico y miricetina (Fujita et al., 2015; Schmidt et al., 2010). Asimismo, la pulpa, los extractos y los jugos de camu camu, se exportan significativamente a los mercados japoneses

y europeos (Imán et al., 2011a), y otros territorios con altas expectativas de importación, como Francia y USA (Akter et al., 2011).

Colletotrichum gloeosporioides (Penz.) Penz. & Sacc., es el agente causal de la antracnosis, el mismo que afecta a numerosas especies de plantas, incluida *Myrciaria dubia* (Peraza et al., 2005), pudiendo afectar a más de 100 especies, causando la “antracnosis” (Crouch et al., 2014), es un patógeno de mucha importancia en todo el mundo, especialmente predominante en las regiones tropicales y subtropicales (Manners et al., 2000; Waller y Brigard, 2000). *C. gloeosporioides* produce síntomas en hojas, pecíolos y/o tallos, con lesiones rojizas, de crecimiento irregular y cohalecen provocando la necrosis de todo el órgano afectado (Negrete y Redondo, 1997), siendo esta enfermedad favorecida por fuertes lluvias y alta humedad relativa, generando graves brotes de la enfermedad (Meloto et al., 2000). *C. gloeosporioides* también afecta a las flores, generando manchas necróticas en los pétalos, causando la caída de los frutos formados, reduciendo la capacidad productiva del cultivo (Crouch et al., 2014). Las técnicas de control para *Colletotrichum* spp. son diversas, siendo el uso de los plaguicidas, los más frecuente, siendo los procedimientos de control antes y después

de la cosecha, la aplicación de aire caliente, tratamientos hidrotérmicos, atmósferas modificadas (Karabulut y Baykal, 2004), luz ultravioleta y ozono (Cia. et al., 2009), extractos de plantas (Bautista-Baños et al., 2003) y microorganismos de control biológico, que tienen la posibilidad de actuar como antagonistas contra varios causantes de epifitias, como *Rodhotorula minuta*, *Bacillus subtilis*, *Trichoderma* spp.

El biol actúa como un activador de la disponibilidad de nutrientes en el suelo, como regulador fisiológico de las plantas, promoviendo y estimulando el crecimiento de las mismas, favoreciendo el enraizamiento, el incremento de las hojas, mejorando la floración, activando el vigor y poder germinativo de las semillas (Gómez, 2000). El biol tiene elementos nutritivos de fácil absorbidos por los cultivos, generando mayor vigor y resistentes (INIA, 2008), por consiguiente, se considera como un potencial fungicida alternativo, aplicado de manera directa al suelo y hojas de las plantas, aportan microbios benéficos y nutrientes para minimizar el efecto de los patógenos (Magdama, 2010).

Los microorganismos eficientes, estudiados por Teruo Higa, son mezcla de microorganismos benéficos con diversas aplicaciones en la vida cotidiana, la agricultura, la economía del agua, la energía, la industria, la hostelería y medicina (Mau,

2011). La aplicación de los EM permite a las plantas la posibilidad de dirigir sus actividades fisiológicas a un desarrollo sano, defendiéndose del ataque de patógenos y la producción de frutas y vegetales de mayor cantidad y calidad (Freitag, 2000; Higa y Wididana, 1991), asimismo, los EM tienden a mantener el equilibrio microbiano, físico y químico del suelo (Correa, 2001).

Trichoderma spp. representan una opción ecológica para controlar las enfermedades que afectan a los cultivos (IICA, 2015). *Trichoderma* es hongo invasor oportunista que se caracteriza por su veloz desarrollo, su habilidad para metabolizar diversos tipos de sustancias, y por la generación de diversas sustancias antimicrobianas. Varios aislamientos de *Trichoderma* se han usado como microorganismos de control biológico contra patógenos, especialmente, hongos y nematodos, ya que este hongo tiene la capacidad de producir enzimas como celulasa, quitinasa, glucanasa, etc., capaces de descomponen las paredes celulares, y, generar antibióticos (Verma et al., 2007; Vinale et al., 2008a), también tiene la habilidad de estimular el desarrollo vegetativo de las plantas e inducir resistencia sistémica ya que modula o estimula ciertos comportamientos en las plantas (Howell, 2006).

IICA (2015) afirma que *Trichoderma* spp. tiene una variedad de ventajas como

controlador biológico, por su rápido crecimiento y desarrollo, además, segrega una enorme cantidad de enzimas, las cuales se estimulan con el ataque de hongos fitopatógenos, por tal motivo, es un hongo capaz de actuar en una diversidad de suelos y controlar fitopatógenos como *Fusarium*, *Rhizoctonia* y *Pythium*.

IICA (2015) menciona que la aplicación de *Trichoderma* presenta diversas ventajas, como: a) su capacidad de propagación en el suelo, incrementando su población y proporcionando un control persistente en el tiempo contra los hongos patógenos, sin la generación de resistencia, lo que si sucede al usar pesticidas; b) estimula el desarrollo de los cultivos, acelerando el proceso de descomposición de la materia orgánica; c) favorece la proliferación de otros microbios benéficos; d) afecta patógenos radiculares (*Pythium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*) y patógenos foliares (*Botrytis* y *Mildius*) antes de que sean detectados; evitando ataques de *Phytophthora*, sin generar efecto fitotóxicos en los cultivos, reduciendo significativamente sus costos de producción. Por lo expuesto, es de vital necesidad, controlar el efecto destructivo de la antracnosis en frutos de camu camu, utilizando insumos biológicos, como el biol, microorganismos eficientes y *Trichoderma* spp.

Materiales y métodos

Ubicación del área de estudio, condiciones ambientales y descripción del campo experimental

La investigación se desarrolló en la parcela experimental de camu camu de la Universidad Nacional De Ucayali, cuya

georreferenciación es 8° 24' 24" S y 74° 34' 25" W.

Las condiciones ambientales registradas en los meses de aplicación de los tratamientos y la evaluación de los mismos, se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Indicadores ambientales registradas en el campo experimental

Tratamientos	T° max	T° min	T° media	HR	Pp.
Enero	31.1	22.1	26.6	79	119.7
Febrero	30.9	22.1	26.5	72	375.7
Marzo	31.1	22.1	26.6	81	125.8

Fuente: Estación Meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali – Pucallpa.

La tabla 1 muestra que las condiciones ambientales de temperaturas máximas, media y mínima, así como la humedad relativa no sufrieron variaciones significativas, sin embargo, en el mes de febrero, se observó el mayor nivel de precipitación pluvial. El campo experimental estuvo constituido por plantas francas de camu camu, con 8 años de instalado en campo definitivo, sembradas a un distanciamiento de 3 m x 3 m. La plantación seleccionada para la investigación es conducida de manera tradicional (podas, remoción de frutos enfermos y control malezas manual, escasa fertilización), con una producción promedio de 2,5 toneladas por hectárea.

Procedimiento.

Se seleccionaron las plantas por unidad experimental, tratamiento y bloque, los

mismos que se identificaron utilizando etiqueta metálica. Se procedió a preparar el biol, mezclando el estiércol fresco de vaca, la leche, la melaza, los microorganismos eficientes, la eritrina y finalmente la ceniza vegetal, agregando gradualmente agua libre de cloro para mejorar la homogeneización de la mezcla hasta alcanzar la capacidad a preparar, todo el preparado se fermentó en un tanque de hermético con un desfogue para la salida de los gases de fermentación manteniendo condiciones anaeróbicas dentro del tanque de fermentación. El tanque de fermentación fue ubicado en un lugar fresco y abierto, protegido del sol, siendo el tiempo de fermentación de 45 a 90 días.

Para los microorganismos eficientes, se adquirió un producto comercial, el cual fue activado, utilizando melaza de caña de

azúcar en una proporción de 1 parte de EM más 3 partes de melaza.

Para *Trichoderma sp.*, se adquirió un producto comercial TRICHOFORTE® conteniendo las especies *T. harzianum*, *T. viride* y *T. asperellum* a una concentración de $1,5 \times 10^{10}$ conidios/g. Los tratamientos estudiados fueron los siguientes:

- T₁ = Biol (1 litro de biol por cada 20 litros de agua)
- T₂ = Microorganismos eficientes (1 litro de microorganismos eficientes por cada 20 litros de agua)
- T₃ = *Trichoderma sp.* (20 g por cada 20 litros de agua)
- T₄ = Testigo

Análisis estadístico de los datos

Se aplicó un Diseño de Bloques Completos al Azar, con cuatro bloques, cuatro tratamientos y cuatro plantas evaluadas por unidad experimental. Se utilizó el análisis de varianza, modelo univariado (ANOVA, 95% de confiabilidad), y se utilizó la prueba de comparación múltiple de Tukey, con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. Los datos

obtenidos se procesaron utilizando el software SPSS versión 23.

Resultados y discusión

Número de frutos afectados por

Colletotrichum sp. por planta

La tabla 2 muestra los resultados de la prueba de promedios de Tukey para el número de frutos afectados por *Colletotrichum sp.* por planta, en los cuales, los tratamientos testigo y Biol presentaron los mayores promedios de frutos afectados por *Colletotrichum sp.* por planta, con 35,31 y 28,68 frutos afectados/planta respectivamente, seguidos del tratamiento con aplicación de microorganismos eficientes, con 25,93 frutos afectados/planta, sin embargo el tratamiento con aplicación de *Trichoderma sp.* generó 10,62 frutos afectados/planta, siendo el tratamiento que mostró menores pérdidas de frutos afectados por *Colletotrichum sp.* en comparación con los tratamientos testigo, Biol y microorganismos eficientes.

Tabla 2

Número de frutos sanos y afectados por Colletotrichum sp. por planta.

Tratamientos	Descripción	No frutos afectados/planta
T1	Biol (1 L / 20 litros)	28.68 a
T2	Microorganismos eficientes (1 L / 20 litros)	25.93 ab
T3	<i>Trichoderma sp.</i> (20 g / 20 litros)	10.62 b
T4	Testigo	35.31 a

Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey $p \leq 0,05$

La importancia de *Trichoderma* radica en características micoparasitarias y que contribuye a suprimir el efecto de antibióticas, en virtud a esto, varias especies agentes patógenos fungosos, por sus han sido clasificadas como excelentes

agentes de biocontrol frente a hongos patógenos de diversos cultivos (Argumedo-Delira et al., 2009). Además, *Trichoderma* toma nutrientes de los hongos parásitados y de la materia orgánica para ayudarlos a descomponerse, por lo que la combinación de materia orgánica y compost les permite multiplicarse eficientemente (Ramos et al., 2008). Su capacidad de controlar hongos fitopatógenos lo demuestra Merchán et al. (2014) quienes aplicaron *Trichoderma harzianum*, *T. lignorum*, e Iprodione, para el control de *Botrytis cinerea* en dos cultivares de fresa, demostrándose que la incidencia por *B. cinerea* en el tratamiento control fue del 60%, mientras que para el tratamiento con *T. harzianum* y *T. lignorum*, esta tasa fue solo del 33%, lo que indica un mejor control de los hongos antagonistas, comparado con el agroquímico sobre la enfermedad, demostrándose además que *T. harzianum* y *T. lignorum* redujeron significativamente la severidad a un 32%. De igual manera, Mejía (2018) estudió el comportamiento antagonista de *Trichoderma* contra *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo de arándano, demostrándose que *Trichoderma harzianum* (LM 01) fue el mejor antagonista, mostrado mayor valor de desarrollo radicular, concuyendo que todos los aislamientos de *Trichoderma* inoculados a una concentración de 10^8 conidios/ml

afectaron el crecimiento de *Phytophthora cinnamomi*, confirmando los resultados obtenidos en este estudio, donde se demuestra la capacidad supresora de *Trichoderma* sobre el menor número de frutos de camu camu afectados por *Colletotrichum* sp.

Rendimiento de frutos perdidos (kg/ha)

La tabla 3 muestra los resultados de la prueba de promedios de Tukey para el rendimiento de frutos perdidos por *Colletotrichum* sp. por hectárea, en los cuales, el tratamiento testigo y los tratamientos con aplicación de Biol y microorganismos eficientes mostraron los mayores promedios de pérdida de rendimiento de frutos por *Colletotrichum* sp. por hectárea, siendo el tratamiento con aplicación de *Trichoderma* sp. el que mostró en menor pérdida de rendimiento de frutos por *Colletotrichum* sp. por hectárea. Dicha pérdida de rendimiento se traduce en pérdidas en valor económico, teniendo en cuenta que el kilo de fruta de camu camu tiene un costo promedio de 2 soles, el tratamiento testigo y los tratamientos con aplicación de Biol y microorganismos eficientes registraron pérdidas de 613, 497,62 y 450 soles respectivamente, siendo el tratamiento con aplicación de *Trichoderma* sp. el que perdió 184,5 soles.

Tabla 3

Rendimiento de frutos perdidos por Colletotrichum sp. por hectárea (kg/ha).

Trat.	Descripción	Frutos perdidos/ha (kg/ha)	Perdidas en valor económico (Soles)
T1	Biol (1 L / 20 litros)	248.81 a	497.62
T2	Microorganismos eficientes (1 L / 20 litros)	225 ab	450
T3	<i>Trichoderma sp.</i> (20 g / 20 litros)	92.25 b	184.5
T4	Testigo	306.50 a	613

Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey $p \leq 0,05$

Al respecto, Santander (2012) evaluó el efectos antagonistas de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* y la mezcla respectivamente in vitro e in vivo, contra *C. gloeosporioides* en cultivos de mango, determinándose que en condiciones de campo, los frutos asperjados con *B. subtilis* (10^8 ufc/mL), obtuvieron un valor promedio de progresión de la enfermedad de 7,18%, los frutos asperjados con *Trichoderma harzianum* (1×10^6 conidios/ml), obtuvieron un valor promedio de progresión de la enfermedad de 13,42% y los frutos asperjados con una mezcla de los dos antagonistas, obtuvieron un valor promedio de progresión de la enfermedad de 1,55%, afirmándose que el mejor tratamiento fue la mezcla de antagonistas, lo cual, coincide con la capacidad supresora de *Trichoderma* sobre *Colletotrichum sp.* en camu camu. Alvarado-Aguayo et al. (2019), evaluaron la eficacia de *Trichoderma harzianum* para el control de mildiú del pepinos (*Pseudoperonospora cubensis*) confirmando que utilizando Benomyl 50 WP (400 g.ha⁻¹)

logro un porcentaje de eficacia de 84,4%, seguido de Tricho D (500 g.ha⁻¹) con un porcentaje de eficacia de 84,24%, lo que demuestra que no existen diferencias entre el producto químico y el controlador biológico, asimismo, en términos de relación beneficio-coste (RBC) el tratamiento con Benomyl 50 WP logro un RBC de 1,53 y el tratamiento con Tricho D logró un RBC de 1,50, afirmando que el uso de *Trichoderma* es tan eficiente como los fungicidas químicos en eficacia y en costo.

Con relación a las características antagonistas de *Trichoderma* contra los patógenos fungosos, estas se fundamentan en la activación de diversos procesos, incluida la competencia por los nutrientes y el espacio, el micoparasitismo, la antibiosis, la estimulación del desarrollo vegetativo de las plantas y la estimulación de respuestas de defensa vegetal (de Aguiar et al., 2014; Sandle 2014; Vargas-Hoyos y Gilchrist Ramelli, 2015). En el proceso de micoparasitismo, *Trichoderma* excreta enzimas para hidrolizar las paredes celulares

de los hongos que parasita, siendo estas enzimas, las más conocidas, la proteasa, quitinasa y glucanasa (Marcello et al., 2010; García-Espejo et al., 2016), y ocasionan la retracción de la membrana plasmática y la desorganización del citoplasma. Además, inhiben la germinación de esporas y el alargamiento del tubo germinativo de los patógenos (Romero-Cortes et al., 2016).

Las propiedades antagonicas que presente *Trichoderma* son corroboradas por Hernández-Melchor et al. (2019) quien afirma que *Trichoderma* es un hongo cosmopolita cuya trascendencia radica en su capacidad de adaptación y la generación de metabolitos, como enzimas, compuestos promotores del desarrollo vegetativo, compuestos volátiles, así como otros compuestos de trascendencia biotecnológica y ambiental. Por sus diversos mecanismos de acción, este género se usa uno de los más exitosos representantes de control biológico ante hongos fitopatógenos.

Andrade (2012), indica que *Trichoderma* existe naturalmente en una importante variedad de suelos agrícolas, en especial en suelos que tienen materia orgánica o desperdicios vegetales en descomposición y en los residuos de cultivos, existiendo más de 30 especies, todas ellas beneficiosas para la agricultura. Asimismo, el crecimiento de *Trichoderma* es estimulada por la presencia de una alta densidad radicular las mismas

que son colonizadas por estos hongos. Por ello, *Trichoderma* tiene una variedad de ventajas como organismo antagonico para el control biológico, debido a que crece y se desarrolla velozmente, generando una enorme cantidad de enzimas, las cuales se producen estimuladas por la presencia de patógenos fungosos. Asimismo, su gran adaptabilidad a condiciones medioambientales y hábitats extremos, le permiten en un eficaz agente de control biológico, lo cual corrobora los resultados conseguidos en el presente trabajo de investigación, en los cuales, el tratamiento con aplicación de *Trichoderma* mostraron mejor acción de supresión contra *Colletotrichum* en fruto de camu camu.

Trichoderma podría ser el hongo antagonico benéfico más versátil y multifacético que habita el suelo. Este microorganismo no es un patógeno vegetal, pero, si es capaz de parasitar, inhibir, y eliminar muchos hongos, nematodos y otros patógenos vegetales que afectan a los cultivos, por este motivo muchos investigadores consideran a *Trichoderma* como un hongo hiperparásito. Esto convierte a *Trichoderma* en un microorganismo imprescindible para ser aplicado al suelo y sobre los cultivos, siendo de valor agrícola incalculable (Andrade, 2012).

Correlación entre los frutos afectados por Colletotrichum sp. y las condiciones ambientales

La tabla 4 muestra los resultados del análisis de correlación bivariada de Pearson a un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$, entre el número de frutos afectados por tratamiento y las condiciones climáticas registradas en los meses de enero, febrero y marzo,

demostrándose que el número de frutos afectados por *Colletotrichum* sp. no fue afectado por las condiciones ambientales registradas en los meses evaluados, afirmándose que el comportamiento patogénico de *Colletotrichum* sp. sobre los frutos de camu camu no están influenciado por la condiciones ambientales en las cuales se desarrolla la enfermedad.

Tabla 4

Correlación entre los frutos afectados por Colletotrichum sp. y las condiciones ambientales.

		T° max	T° media	H.R.	P. pluvial
T1	Correlación de Pearson	-0.919	-0.919	-0.981	0.910
	Sig. (bilateral)	0.259	0.259	0.123	0.272
	N	3	3	3	3
T2	Correlación de Pearson	-0.077	-0.077	-0.286	0.056
	Sig. (bilateral)	0.951	0.951	0.815	0.964
	N	3	3	3	3
T3	Correlación de Pearson	0.453	0.453	0.254	-0.471
	Sig. (bilateral)	0.701	0.701	0.837	0.687
	N	3	3	3	3
T4	Correlación de Pearson	-0.111	-0.111	-0.318	0.090
	Sig. (bilateral)	0.929	0.929	0.794	0.943
	N	3	3	3	3

Conclusiones

No se observó efecto inhibitor con la aplicación del Biol y Microorganismos Eficientes para el control de *Colletotrichum* spp. en frutos de camu camu ya que las pérdidas de frutos y rendimiento por hectárea fueron similares al testigo.

Si se observó efecto inhibitor con la aplicación de *Trichoderma* sp. para el control de *Colletotrichum* spp. en frutos de camu camu ya que las pérdidas de frutos y rendimiento por hectárea fueron mucho

menores al testigo y a la aplicación del Biol y los Microorganismos Eficientes.

Referencia bibliográfica

- Akter, S., Oh, S., Bang, J., Ahmed, M. (2011). Nutritional compositions and health promoting phytochemicals of camu-camu (*Myrciaria dubia*) fruit: A review. Food Research International 44(7): 1728–1732.
- Alvarado-Aguayo, A., Pilalao-David, W., Torres-Sánchez, S., Torres-Sánchez, K. (2019). Efecto de *Trichoderma harzianum* en el control de mildiu (*Pseudoperonospora cubensis*) en pepino. Agronomía Costarricense 43(1): 101-111. ISSN:0377-9424 / 2019. Disponible en:

- <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v43n1/0377-9424-ac-43-01-101.pdf>
- Andrade Montalvo, C.M. (2012). Evaluación del efecto de la aplicación de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* para el control de marchitez en mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) en el Cantón Pillaro, Provincia de Tungurahua. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Ingeniería Agronómica. Riobamba – Ecuador. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/234577291.pdf>
- Argumedo Delira, R., Alarcón, A., Ferrera Cerrato, R., Peña Cabriales, J.J. (2009). El género fúngico *Trichoderma* y su relación con contaminantes orgánicos e inorgánicos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 25(4):257-269.
- Bautista Baños, S., Hernández López, M., Bosquez Molina, E., Wilson, C. L. (2003). Effect of chitosan and plant extracts on growth of *Colletotrichum gloeosporioides* anthracnose level and quality of papaya fruit. *Crop Protection*. 22:1087-1092.
- Borges, L., Cardoso, E., Silveria, D. (2013). Active compounds and medicinal properties of *Myrciaria* genus. *Food Chemistry* 153: 224–233.
- Cia, P., Aparecida, B. E., De Toledo, V. S. R., Delgado de Almeida Anjos, V., Scolfaro, P. F., Sanches, J., Monteiro, T. M. (2009). Radiação ultravioleta no controle pós-colheita de *Colletotrichum gloeosporioides* em uva ‘Niagara rosada’. *Bragantia*, Campinas. 68:1009-1015
- Correa, M. 2001. Effective Microorganisms (EM). Disponible en: http://www.auroville.org/environment/EM_impact.pdf.
- Crouch, J., O’Connell, R., Gan, P., Buiate E., Torres, M., Beirn, L., Shirasu, K., Vaillancourt, L. (2014). The genomics of *Colletotrichum*. In: Dean, R. A.; Lichens-Park, A. and Kole, C. (Eds.). *Genomics of plant-associated fungi and Oomycetes: Monocot pathogens*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. 69-102 pp.
- Chávez, W. (1993). Camu camu. En: Clay, C.W.; Clement, C.R. (ed.). *Selected species and strategies to enhance income generation from Amazonian forest* FO: Misc.93/6. Working Paper. Rome: FAO. pp. 39 -146.
- Chirinos, R., Galarza, J., Betalleluz Pallardel, I., Pedreschi, R., Campos, D. (2010). Antioxidant compounds and antioxidant capacity of Peruvian camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. *McVaugh*) fruit at different maturity stages. *Food chemistry* 120(4): 1019–1024.
- de Aguiar, R.A., da Cunha, M.G., Junior, M.L. (2014). Management of white mold in processing tomatoes by *Trichoderma* spp. and chemical fungicides applied by drip irrigation. *Biological Control* 74:1-5.
- Fracassetti, D., Costa, C., Moulay, L., Tomás-Barberán, F. (2013). Ellagic acid derivatives, ellagitannins, proanthocyanidins and other phenolics, vitamin C and -442-antioxidant capacity of two powder products from camu-camu fruit (*Myrciaria dubia*). *Food Chemistry* 139(1-4): 578–588.
- Freitag, D. (2000). The Use of Effective Microorganisms (EM) in Organic Waste Management.
- Fujita, A., Sarkar, D., Wu, S., Kennelly, E., Shetty, K., Genovese, M. (2015). Evaluation of phenolic-linked bioactives of camu-camu (*Myrciaria dubia* *Mc. Vaugh*)

- García Espejo, C.N., Mamani Mamani, M.M., Chávez Lizárraga, G.A., Álvarez Aliaga, M.T. (2016). Evaluación de la actividad enzimática del *Trichoderma inhamatum* (BOL-12 QD) como posible biocontrolador. *Journal of the Selva Andina Research Society* 7(1):20-32.
- Gómez, J. (2000). Abonos orgánicos. FERIVA. Cali, Colombia. P105. Citado por Quito, D., 2007. Studio comparative de dos biofertilizantes líquidos en condiciones in vitro e invernadero en plantas de banano y su efecto en el desarrollo de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) tesis de pre grado. Espol. Ecuador.
- Gutiérrez Rosati. (2003). Cartilla para la instalación y manejo de viveros y plantaciones de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh (*Myrtaceae*)) for antihyperglycemia, antihypertension, antimicrobial properties and cellular rejuvenation. *Food Research International* 77(2): 194-203.
- Hernández Melchor, D.J., Ferrera Cerrato, R., Alarcón, A. (2019). *Trichoderma*: Importancia agrícola, biotecnológica, y sistemas de fermentación para producir biomasa y enzimas de interés industrial. *Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia* (2019) 35(1):98-112. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/chjaasc/v35n1/0719-3890-chjaasc-00205.pdf>
- Higa, T., Wididana, G. (1991). The Concept and Theories of Effective Microorganisms. Disponible en: <<http://www.emproducts.co.uk/downloads/EM.pdf>>.
- Howell. C. (2006). Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The history and evolution of current concepts. *Plant Diseases*. 2003;87(1):4-10
- IICA. (2015). *Trichoderma spp. para control biológico de enfermedades*. Paraguay.
- Imán, S., Bravo, L., Sotero, V., Oliva, C. (2011a). Contenido de vitamina C en frutos de camu-camu *Myrciaria dubia* (H.B.K) *Mc Vaugh*, en cuatro estados de maduración, procedentes de la Colección de Germoplasma del INIA Loreto, Perú. *Scientia Agropecuaria* 2(3): 123-130.
- INIA (2008). Instituto Internacional de Recursos Renovables. Sistema biolsa. Manual de BIOL. 16p.
- Karabulut, O. A., Baykal, N. (2004). Integrated control of postharvest disease of peaches with a yeast, hot water and modified atmosphere packaging. *Crop Protection* 23:431-435
- Magdama, F., Maridueña, M., Villavicencio, M., Peralta, E. (2010). Bioles: biofertilizantes con propiedades fungicidas y su uso en el control de la moniliasis. Centro de investigaciones Biotecnológicas del Ecuador. Guayaquil. Ecuador. Pp 1-4.
- Manners, S., Stephenson, S., Chaozu, H., Maclean. (2000). Gene transfer and expression in *Colletotrichum gloeosporioides* causing Anthracnose on *Stylosanthes* En: *Colletotrichum* host specificity, pathology, and host-pathogen interaction eds. Dov Prusky, Stanley Freeman and Martin B. Dickman St Paul, Minnesota ed. APS Press the American Phytopathological Society.
- Marcello, C.M., Steindorff, A.S., Silva, S.P., Silva, R.N., Bataus, L.A.M., Ulhoa, C.J. (2010). Expression analysis of the exo- β -1,3- glucanase from the mycoparasitic fungus *Trichoderma asperellum*. *Microbiological Research* 165:75-81.

- Mau, F.P. (2011). EM- Fantastische Erfolge mit effektiven Mikroorganismen in Haus und Garten für Pflanzenwachstum und Gesundheit. Ed. Goldmann, Alemania
- Mejía Melo, K.D. (2018). Control de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. Biloxi con diferentes aislamientos de Trichoderma. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad De Agronomía. Lima – Perú. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3669/mejia-melo-kathia-denisse.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Melotto, M., Balardin, R., Kelly, J. (2000). Hostpathogen interaction and variability of *Colletotrichum lindemuthianum*. En: *Colletotrichum* host specificity, pathology, and host-pathogen interaction eds. Dov Prusky, Stanley Freeman and Martin B. Dickman St Paul, Minnesota ed. APS Press.
- Merchán Gaitán, J.B., Ferrucho, R.L., Álvarez Herrera, J.G. (2014). Efecto de dos cepas de Trichoderma en el control de *Botrytis cinerea* y la calidad del fruto en fresa (*Fragaria* sp.). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas - Vol. 8 - No. 1 - pp. 44-56, enero-junio 2014. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v8n1/v8n1a05.pdf>
- Negrete, J., Redondo, A. (1997). Evaluación de la respuesta a la antracnosis, *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. En: ñames promisorios, *Dioscorea alata* L en Córdoba. Tesis de grado (ingeniería agronómica). Universidad de Córdoba. Montería Colombia.
- Peraza-Sánchez, S. R., Chan-Che, E. O., Ruiz - Sánchez, E. 2005. Journal Agricultural Food Chemistry 53:2429-2005.
- Peters, C.M., Vásquez, A. (1986). Estudios ecológicos de camu camu *Myrciaria dubia*. L. Producción de frutos en poblaciones naturales. En: *Acta Amazónica* 16 -17 (Número único). Brasil. 161-174 pp.
- Ramos, E.Y.A., Navarro, R.I.Z., Zumaqué, L.E.O., Violeth, J.L.B. (2008). Evaluación de sustratos y procesos de fermentación sólida para la producción de esporas de *Trichoderma* sp. Revista Colombiana de Biotecnología X(2):23-34.
- Romero Cortes, T., López Pérez. P.A., Ramírez Lepe, M., Cuervo Parra, J.A. (2016). Modelado cinético del micoparasitismo por *Trichoderma harzianum* contra *Cladosporium cladosporioides* aislado de frutos de cacao (*Theobroma cacao*). Chilean Journal of Agricultural and Animal Science, ex Agro-Ciencia 31(3):32-45.
- Sandle, T. (2014). Trichoderma. p. 644-646. En C.A. Batt y M.-L. Tortorello (eds.) Encyclopedia of Food Microbiology, London, UK.
- Santander-P., A.J. (2012). Uso de *Trichoderma harzianum* Rifai y *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn para el control de *Colletotrichum gloeosporioides* Pens. causante de la antracnosis en mango (*Mangifera indica* L.). Trabajo de grado presentado como requisito final para optar al título de Magister Scientiarum en Agronomía, orientación Protección Vegetal. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Postgrado en Agronomía. Disponible en: <http://saber.ucv.ve/bitstream/123456789/3595/1/T026800003843-0-TrabajoFINALAprobado-000.pdf>

- Schmidt, A., Lajolo, F., Genovese, M. (2010). Chemical composition and antioxidant/antidiabetic potential of Brazilian native fruits and commercial frozen pulps. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58(8): 4666–4674
- Vargas Hoyos, H.A., Gilchrist Ramelli, E. (2015). Producción de enzimas hidrolíticas y actividad antagónica de *Trichoderma asperellum* sobre dos cepas de *Fusarium* aisladas de cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum*). *Revista Mexicana de Micología* 42:9-16.
- Veiga, J. B., Yuyama, K. (2005). Producao de mudas de *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh poe meio de estacas submetidas a concentracoes do ácido índol butírico (AIB). Propagacao vegetativa de *Myrciaria dubia*.
- Verma, M., Brar, S.K., Tyagi, R.D., Surampalli, R.Y., Valéro, J.R. (2007). Starch industry wastewater as a substrate for antagonist, *Trichoderma viride* production. *Bioresource Technology* Volume 98, Issue 11, August 2007, Pages 2154-2162. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.08.032>
- Vinale, F., Sivasithamparamb, K., Ghisalbertic, E.L., Marraa, R., Woo, L., Lorito, M. (2008). *Trichoderma* plant pathogen interactions. *Soil Biology & Biochemistry*. 2008;40:1-10.
- Waller, J.M. & Bridge, P.D. (2000). Recent advances in understanding *Colletotrichum* diseases of some tropical perennial crops. In: Bailey, J.A., & Jeger, M.J. (eds.), *Colletotrichum: Biology, Pathology and Control*, pp. 337-345. CAB International. Wallingford UK.