

ALTERNATIVAS BIOLÓGICAS PARA EL MANEJO DE ENFERMEDADES FÚNGICAS RADICULARES Y PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA DE LA FRESA

BIOLOGICAL ALTERNATIVES FOR MANAGEMENT AND THE CLEANER PRODUCTION OF STRAWBERRY ROOT FUNGAL DISEASES

Carrillo, O. S.¹; Castellanos, C.² y Céspedes, N.³

¹**Otto Sergio Carrillo Albarracín.** Funcionario de la Alcaldía de Cucutilla. Cucutilla, Colombia. E-mail: ottoserge20@gmail.com.
<http://orcid.org/0000-0003-3360-0988>

²**PhD. Leónides Castellanos González.** Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Carretera a Bucaramanga Km 1, Pamplona. Norte de Santander. Colombia. clcastell@gmail.com.
<http://orcid.org/0000-0001-9285-4879>

³**Nestor Céspedes Novoa.** Finca Sol Vida Pamplona, Norte de Santander, Colombia. E-mail: ottoserge20@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0001-9303-838X>

Entidad

Funcionario de la Alcaldía de Cucutilla. Norte de Santander
Cucutilla. Colombia. Teléfono Móvil: 3127585731 - 3143302479
E-mail: contactenos@cucutilla-nortedesantander.gov.co

Recibido: 13/02/2022 / Aceptado: 18/06/2022

Resumen

El objetivo de la investigación fue evaluar alternativas biológicas para el manejo de enfermedades fúngicas radicales y producción más limpia de la fresa en el municipio de Pamplona, Norte de Santander. Se desarrolló un experimento en bloque al azar con siete tratamientos y cuatro replicas en la Finca San Francisco en la Vereda Monteadentro donde se evaluaron los biopreparados: MM, M6, Caldo Rizósfera y el hongo *Trichoderma* junto con los productos químicos Benomyl® y Ceraquint®. Se evaluaron 20 plantas tomadas al azar de los cuatro surcos centrales de cada parcela por tratamiento se determinaron las variables incidencia y Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE). Las enfermedades radicales que más afectan el cultivo de fresa la parcela experimental fueron *Phytophthora fragariae* y *Fusarium* sp. Los tres productos de (Caldo Rizósfera, MM y M6) obtuvieron similar nivel de control que Benomyl® y Ceraquint® contra *Phytophthora fragariae* y *Fusarium* sp. y superior al biopreparado *Trichoderma* desecándose Caldo Rizósfera para *Phytophthora fragariae* y MM para *Fusarium* sp. Deben realizarse prospecciones de cepas nativas de *Trichoderma*

Palabras clave

Fragaria x ananassa, *Trichoderma*, Microorganismos de montaña, Caldo Rizósfera, enfermedades fungosas

Abstract

The research aimed to evaluate biological alternatives for the management of root born fungal diseases and cleaner strawberry production in the municipality of Pamplona, Norte de Santander. An experiment in randomized block was carried out with seven treatments and four replicates at the San Francisco farm in the Vereda Monte dentro where the biopreparations were evaluated: MM, M6, Caldo Rizósfera and the *Trichoderma* fungi together with the chemicals Benomyl® and Ceraquint®. Twenty plants taken at random from the four central rows of each plot per treatment were evaluated, the variables incidence and area under the disease progress curve (ABCPE) were determined. The root diseases most affected the strawberry crop in the experimental plot were *Phytophthora fragariae* and *Fusarium* sp. The three products (Caldo Rizósfera, MM and M6) obtained a similar level of control than Benomyl® and Ceraquint® against *Phytophthora fragariae* and *Fusarium* sp. and superior to the bio-prepared *Trichoderma*, standing out Caldo Rizósfera for *Phytophthora fragariae* and MM for *Fusarium* sp. Surveys looking for native *Trichoderma* strains should be carried out.

Key words: *Fragaria x ananassa*, *Trichoderma*, Microorganismos de montaña, Caldo Rizósfera, fungal diseases

1. INTRODUCCIÓN

La fruta de la fresa *Fragaria x ananassa* (Duchesne ex Weston) Duchesne ex Rozier tiene un alto nivel de consumo a nivel mundial, ya sea directo o en elaboración industrial de postres, bebidas. Por la gran demanda de la fruta se ha trabajado en el mejoramiento genético y en investigaciones para el desarrollo de mejor producción en la parte de manejo agronómico como lo es la fertilización, para tener cultivos resistentes a los diferentes cambios repentinos que se presenten como son heladas, ataque de plagas y enfermedades (Marquez, 2001; Ortega *et al.*, 2020; Bonilla *et al.*, 2021).

La fresa se desarrolla muy bien en clima frío, pero para lograr rendimientos se requiere del control de diversas plagas ty enfermedades (Cano, 2013; Villamizar *et al.*, 2019). Colombia está entre los países de mayor exportación de fresa por lo que debe buscar alternativas de cultivos orgánicos para tener mejores mercados internacionales, brindarle al consumidor un fruto libre de pesticidas (Castellanos *et al.*, 2020).

La presencia de enfermedades en un cultivo de fresa tiene consecuencias graves, se destacan las pérdidas económicas, razón por la que los

agricultores aplican fungicidas sintéticos para controlar a estos patógenos, pero se ha demostrado que estos microorganismos se hacen resistentes a dichos productos, además de representar un riesgo potencial para el ambiente y la salud humana (Pritts, 2002).

Los Microorganismos Eficientes (ME) son una combinación de microorganismos beneficiosos, los cuales contienen, actinomicetos, bacterias y hongos con actividad antifúngica (BID, 2009), mientras que los Microorganismos de Montaña (MM) se podrían catalogar como un tipo de ME, o sea, un consorcio de microbianos ya que su composición y las posibles relaciones que generan son múltiples, se indica que contienen bacterias fotosintéticas, bacterias productoras de ácido láctico, actinomicetos, hongos filamentosos con propiedades antagonistas (Castro *et al.*, 2015; Rua *et al.*, 2018).

Gualdrón y Maldonado (2017) enfatizan sobre la necesidad de buscar alternativas menos contaminantes con el medio ambiente en las zonas agrícolas de Pamplona, Norte de Santander, que al final contaminan el río Pamplonita principal colector de las aguas fluviales de esa cuenca (Ortega, 1916; López *et al.*, 2020).

En Pamplona que se comercializan el antagonista *Trichoderma* además se han caracterizado microorganismos eficientes con actividad anatómica (Velandia *et al.*, 2016), y bioproductos a partir de microorganismos eficientes con potencial efecto antagonista (Castellanos *et al.*, 2018; Montalvo *et al.*, 2018), sin embargo, solo se aplican fungicidas químicos para el control de las enfermedades radiculares de la fresa (Torrado *et al.*, 2020).

Teniendo en consideración estos antecedentes el objetivo de la investigación fue evaluar tres productos agro biológicos para el control de enfermedades fúngicas radiculares de la fresa bajo las condiciones de Pamplona Norte de Santander con la finalidad de contribuir a la producción más limpia de este cultivo (Terrero *et al.*, 2020; Gelvez *et al.*, 2020).

2. METODOLOGIA

Se desarrolló una investigación experimental en la Finca San Francisco en la Vereda Monte dentro del municipio de Pamplona Norte de Santander con tres biopreparados producidos por la Asociación de Productores agropecuarios de Pamplona (ASPAGRO) (MM, M6, Caldo Rizósfera), un bioproducto con el hongo antagonista *Trichoderma harzianum* TRICHOX WP 5x 10⁸ ufc/g de la firma BIOX., junto con los productos químicos Benomyl® y Ceraquint®. Se aplicaron cada 15 días a una plantación de fresa y el seguimiento se realizó en el campo, realizando monitoreo a los tres días después de cada aplicación para su posterior análisis y resultado. Se realizaron en total siete aplicaciones de los productos en el experimento y ocho muestreos uno inicial y siete después del inicio de las aplicaciones (Mahecha *et al.*, 2020; Alonso *et al.*, 2020).

Inicialmente se tomaron muestras del campo para reconocer la presencia de

enfermedades fúngicas en las raíces de las plantas, caracterizar los síntomas e identificar los agentes causales (Bermúdez *et al.*, 2020).

Antes de realizar las aplicaciones de los productos se tomaron muestras y se realizó un saneamiento uniforme al cultivo o área de investigación y tomaron los datos relacionados con el cultivo. Los tratamientos utilizados fueron los siguientes (Tabla 1):

Tabla 1. Tratamientos y diseño experimental

1.	Biopreparado MM
2.	Caldo Rizósfera
3.	Biopreparado M6
4.	<i>Trichoderma</i> (TRICHOX)
5.	Benomyl®
6.	Fosfito de Potasio (Ceraquint®)
7.	Testigo sin tratamiento

Los tratamientos se dispusieron en un diseño experimental de bloques al azar 7 x 4 (los 7 tratamientos referidos con 4 réplicas), o sea, 28 unidades experimentales (parcelas). Cada parcela contó con 4 surcos de 15 m de largo.

Los biopreparados evaluados se obtuvieron en la Finca Sol Vida vinculada con con las siguientes características (Tabla 2).

Tabla 2. Descripción de cada biopreparado

Biopreparados comerciales	Ingredientes	Uso propuesto
MM	ME, melaza y salvado de arroz	Biofertilizante con B.S.F. y antagonista 1,72x10 ⁶ UFC/mL
Caldo rizosfera	Raíces de plantas de la granja, yogurt, melaza, agua oxigenada y harina de frijol	Biofertilizante con B.S.F. y antagonista 1,24x10 ⁶ UFC/mL
M6	ME, vinagre, etanol, plantas aromáticas, jengibre, ajo, cebolla, pimienta y ají.	Biofertilizante con B.S.F. y antagonista 9,13x10 ⁵ UFC/mL

Nota: características de los biopreparados usados en la evaluación (Fuente: Castellanos, *et al.*, 2017)

Las dosis usadas para los biopreparados fueron MM y Caldo Rizósfera el 5 % (50 mL/L) y M6 del 3% (600mL/L), Los productos químicos y *Trichoderma* se aplicaron según dosis de las casas comercializadoras. La Tabla 4 señala los tratamientos aplicados en la finca San Francisco, así mismo la casa comercial, la dosis y el equipo de aplicación.

Se realizaron los tratamientos con una asperjadora manual de espalda de 20 L de capacidad con una solución final de 400 L/ha. Los tratamientos se realizaron quincenalmente en la etapa de floración.

La evaluación de los síntomas de las enfermedades se realizó quincenalmente, tres días después de cada aplicación. Se evaluaron 40 plantas/parcela cada 15 días en los surcos centrales. Se tomaron muestras de las plantas enfermas y se llevaron al laboratorio de microbiología para confirmar el agente presente en los principales síntomas que se observaban.

En cada parcela o unidad experimental se determinó el porcentaje de incidencia de cada enfermedad y de la forma explicada anteriormente. Se evaluaron 20 plantas tomadas al azar de los cuatro surcos centrales de cada parcela por tratamiento se determinaron las variables incidencia y Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE):

$$\% \text{ de incidencia} = \frac{n(\text{plantas afectadas})}{N(\text{evaluadas})} \times 100$$

Ecuación 1. (Agrios, 2006)

Con la información de los muestreos quincenales se determinó el ABCPE, para cada patología, por medio de la siguiente fórmula:

$$ABCPE = \sum [(X_i + X_{i+1})/2] * (T_{i+1} - T_i)$$

Ecuación 2. (Campbell y Madden, 1990)

Donde:

X_j = distribución 1 o intensidad 1 de la enfermedad en el muestreo i

X_{j+1} = distribución o intensidad de la enfermedad en el muestreo $i+1$

T_j = tiempo 1, T_{j+1} = tiempo 2

Análisis estadístico

Los datos de porcentaje de incidencia se transformaron en $2 \arcsen \sqrt{\%100}$. Se realizó un análisis de varianza en las variables obtenidas (Incidencia y ABCPE), se comprobó previamente de supuesto de normalidad, por la prueba de kolmodorov Smirnov. Se compararon las medidas por la prueba de Tukey con una probabilidad de error de $p \leq 0,05$. Para todos los análisis se empleó el paquete estadístico SPSS versión 21 para Windows.

3. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el trabajo realizado en campo se identificaron los síntomas que relacionan la presencia de dos enfermedades en el cultivo de fresa: *Phytophthora fragariae* y *Fusarium* sp. La Figura 1 señala los síntomas asociados a las enfermedades encontradas en las fincas vinculadas a la investigación, como lesiones necróticas de color pálido, color café en las hojas más viejas de la planta, además lesiones del tejido interno de la raíz (color rojo).

En los muestreos realizados se identificaron dos enfermedades radicales como las más importantes en las condiciones de fresa en Pamplona N/S: fueron las siguientes fusariosis causada por *Fusarium* sp. y pudrición de la corona causada por *Phytophthora fragariae* Hickman (Tabla 3) (Vera *et al.*, 2019; Araujo *et al.*, 2020).



A



B

Figura 1. Síntomas asociados a las enfermedades encontradas en las fincas (síntoma de marchitez A y síntoma interno B).

Tabla 3. Patógenos identificados en los cultivos de fresa en el área de estudio

Síntomas	Caracterización del síntoma/ microorganismo
Plantas con poco crecimiento, decoloración interna de la corona, marchitamiento de las hojas viejas, atrofiamiento, colapso de la planta, raíces suaves oscuras y podridas.	Lesiones necróticas de color pálido, color café en las hojas más viejas de la planta y posterior ruptura del tejido. <i>Fusarium</i> sp.
Crecimiento pobre, atrofiamiento, marchites de todas las hojas al mismo tiempo, colapso de la planta, raíces suaves oscuras y podridas.	Lesiones del tejido interno de la raíz (color rojo) <i>Phytophthora fragariae</i> .

Fuente: Autores

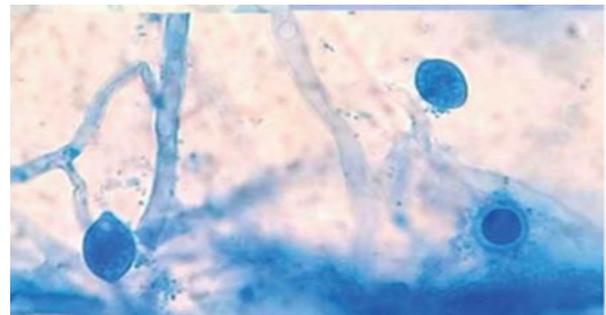
Algunas de las plantas que se seleccionaron presentaban hojas de color amarillo y color café intenso, señal que la planta estaba marchita parcialmente, además la raíz era muy frágil y se evidenciaba la ruptura de la misma.

Durante las observaciones realizadas con el estereoscopio y el microscopio en el laboratorio, se pudo distinguir el crecimiento de los microorganismos en las cámaras humeadas con fragmentos de las raíces, correspondiéndose con el desarrollo de *Phytophthora fragariae* y *Fusarium* sp (Mora et al., 2018; Peñaloza et al., 2020; Guerrero et al., 2021).

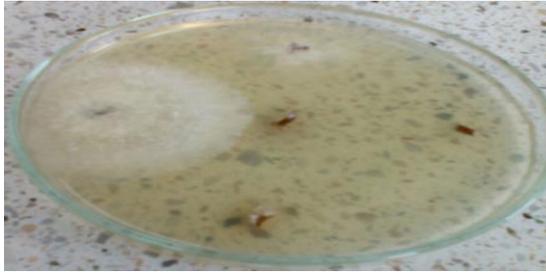
En la Figura 2 A y B, se muestra el pseudohongo (Cromista: Oomycete) *Phytophthora fragariae* donde se observan las esporas asexuales (esporangios ovoides alargados y papilados) y el micelio cenocítico característico de Oomycete. En las Figuras 8 C y D se puede observar el crecimiento de *Phytophthora fragariae* en colonia joven y colonia adulta en cajas de Petri.



A



B



C

Figura 2. Hongo *Phytophthora fragariae*: clamidosporas con pared celular delgada (A); esporangios ovoides alargados papilados (B). crecimiento colonia joven de *Phytophthora fragariae*

Así mismo la Figura 3, se muestra el hongo *Fusarium* sp. Se pueden observar crecimiento característico del hongo *Fusarium* sp. en colonia joven (A), así como el un macroconidio de *Fusarium* (B).



A



B

Figura 3. Hongo *Fusarium* sp: Crecimiento colonia joven de *Fusarium* sp. (A); Macroconidio de *Fusarium* sp. B)

Los síntomas iniciales de pudrición de las raíces en la fresa ocurren en las dos enfermedades ya cuando las plantas están bien establecidas como las del experimento y comienzan a producir fruta, entonces las hojas viejas se marchitan, el color de las hojas cambia a un verde gris y las hojas comienzan a secarse. Las plantas dejan de crecer y aparentan estar retrasadas en crecimiento cuando se comparan con plantas sanas.

Con el progreso de la enfermedad, prácticamente todo el follaje se desploma y se seca con la excepción de las hojas nuevas en la parte central de la planta. La producción de fruta en las plantas infectadas puede disminuir antes de que se desarrollen los síntomas de enfermedad. Cuando el tejido interno de la corona de las plantas es examinado, los tejidos vasculares y corticales son de un color café oscuro hasta un anaranjado con café hay indicios de que estamos ante la presencia de *Phytophthora fragariae*. Los tejidos internos de la raíz principal también pueden estar descoloridos, de un color café oscuro, lo que coincide con lo señalado con otros autores (Koike & Ajwa, 2013).

Estas dos enfermedades son de gran importancia en el cultivo debido a que pueden afectar todos los tejidos vegetales como raíces, estolones, corona, tallo, hojas y frutos como plantean también otros investigadores (Freeman y Katan, 1997).

Otras publicaciones también coinciden en que los hongos de suelo que más daños producen al cultivo de la fresa se encuentran: *Fusarium* sp. y *Phytophthora* sp., estos hongos afectan a la planta desde su sistema radicular o zona cortical del cuello dando lugar a podredumbres (Infoagro, 2009).

La incidencia de la enfermedad *Phytophthora fragariae* en los diferentes momentos de evaluación para cada uno de los tratamientos aplicados en el cultivo muestra que en el primer muestreo después de las aplicaciones (M-1) no se observó diferencia entre los tratamientos, sin embargo ya en el cuarto muestreo (M-4) el análisis de la ANOVA mostró diferencia estadística entre los tratamientos con menores niveles de incidencia para CR, M6, MM y Benomil® con relación al testigo que alcanzaba 36%,. *Trichoderma* y Ceraquint® quedaron intermedios desde el punto de vista estadístico. En el séptimo muestreo (M-7) los mejores tratamientos fueron CR, M6, MM, Benomyl® y Ceraquint® que difirieron del testigo quedando *Trichoderma* intermedio entre estos y el testigo, pero con diferencia de dos productos de ASPAGRO (CR y M6) (Tabla 4).

Tabla 4. Incidencia de la enfermedad *Phytophthora fragariae* en los diferentes momentos de evaluación para cada uno de los tratamientos aplicados

Tratamiento	M-1	M-4	M-7
CR	3,1 a	5,7 c	7,6 d
MM)	3,3 a	8,1 bc	11,3 bcd
M6	2,6 a	6,9 bc	9,3 cd
<i>Trichoderma</i>	2,6 a	11,3 b	18,8 b
Benomil	3,1 a	7,6 bc	13,1 bcd
Ceraquint®	1,9 a	11,9 ab	15,0 bcd
Testigo	5,0 a	18,1 a	36,2 a
C. V (%)	34,00	13	12
E. típico*	0,05	0,04	0,05

Letras desiguales en las columnas difieren para $P \leq 0,05$ por la prueba de Tukey

De acuerdo a los resultados obtenidos es de gran importancia profundizar en las especies bacterias del Caldo Rizósfera, biopreparado destacado en los resultados contra *Fusarium* y donde se encontró altas poblaciones de estos microorganismos (Castellanos, Céspedes, Sequeda, Jaimes, & Niño, 2018) ya que según Mendez & Viteri (2007) el Caldo

Rizósfera aporta una gran cantidad y diversidad de microorganismos benéficos que son importantes para la nutrición balanceada de la planta y su defensa contra los fitopatógenos.

Con relación a la dinámica de la incidencia de *Phytophthora fragariae* estuvo oscilando entre el 5% y 30,2% en el testigo al obtener el más alto desarrollo de la enfermedad y una tendencia siempre en ascenso pronunciado, mientras que el biopreparado C.R. que fue el mejor producto al controlar de forma constante el desarrollo de la enfermedad mostró valores inferiores durante la evaluación en campo (entre 3,1% y 7,6%) con una tendencia muy suave de crecimiento de la curva, mientras que resto de los tratamientos sobre todo *Trichoderma* quedaron intermedios en los dos tratamientos extremos (Figura 4)

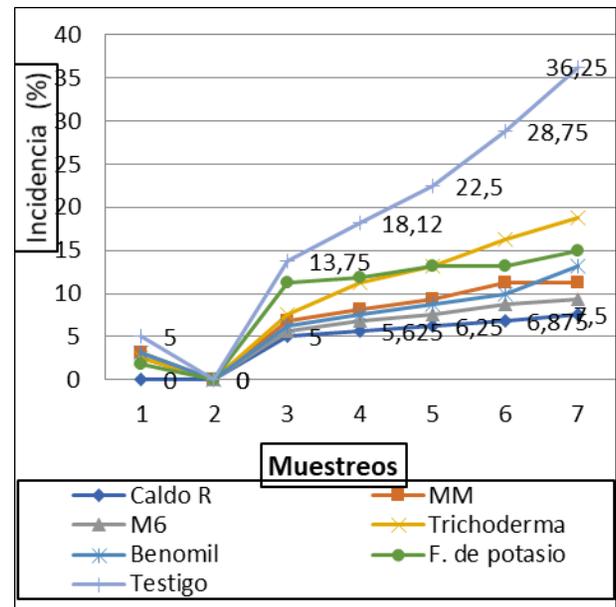


Figura 4. Dinámica de *Phytophthora fragariae* en los diferentes tratamientos
Fuente: Autores

En cuanto a la incidencia de la enfermedad *Fusarium* sp. en diferentes momentos de aplicación para los diferentes tratamientos aplicados al cultivo se puede observar que durante los muestreos realizados a los 15 días (M1)

se mantuvo con menor porcentaje el tratamiento aplicado con MM y Benomil® que se diferenciaron del testigo, pero no del resto de los tratamientos. En el cuarto muestreo a los 56 días los tratamientos de mejores resultados con diferencia del testigo fueron Caldo rizósfera, M6 y Benomil®. En el muestreo de la quincena 7 el testigo mostró el mayor nivel de incidencia con un total del (25,7%), mientras que todos los tratamientos se diferenciaban de este. El tratamiento a base de *Trichoderma*, no se diferenciaba del testigo, pero sí del tratamiento MM que obtuvo el menor porcentaje de incidencia (2,5%) aunque no se diferenciaron de este, Caldo rizósfera, M6, Benomil® y Ceraquint® (Tabla 5).

Tabla 5. Incidencia de la enfermedad *Fusarium* sp. en diferentes momentos de aplicación para los diferentes tratamientos aplicados

Tratamiento	M-1	M-4	M-7
CR	1,8 ab	4,4 bc	5,0 bc
MM	0,6 b	1,9 c	2,5 c
M6	1,9 ab	5,0 bc	5,0 bc
<i>Trichoderma</i>	3,1 ab	10,6 ab	13,1 ab
Benomil	1,3 b	3,8 bc	5,0 bc
Ceraquint®	3,8 ab	6,3 abc	6,3 bc
Testigo	6,3 a	16,9 a	25,7 a
C.V. (%)	34	27	25
E. Típico*	0,05	0,07	0,07

Letras desiguales en las columnas difieren para $P \leq 0,05$ por la prueba de Tukey
Fuente: Autores

De acuerdo con los resultados obtenidos sobre el análisis del ANOVA sobre el biopreparados MM que controló de forma constante la enfermedad *Fusarium* sp. durante la evaluación es de gran importancia profundizar acerca de este producto ya que se relacionan con estudios desarrollados anteriormente y son de gran importancia al aplicarlos en cultivos ya que traen ventajas que causan impacto positivo al medio ambiente y su entorno, además por su forma de actuar al controlar enfermedades en este caso

resulta una alternativa fundamental aplicarlo en el cultivo de fresa con el fin eliminar hongos que atacan la raíz.

De acuerdo con los resultados obtenidos sobre la dinámica de incidencia respecto a *Fusarium* sp. estuvo oscilando entre el 0% y 25,7% siendo el testigo el que obtuvo el mayor desarrollo de la enfermedad con un atendida pronunciada al aumento durante todo el tiempo, mientras que el biopreparado MM pudo controlar de forma constante el desarrollo de esta, manteniéndola con valores relativamente bajos que oscilaron entre 0% y 2,5% durante el desarrollo de experimento de campo a diferencia del resto de los tratamientos, mientras que *Trichoderma* quedó con valores relativos intermedios entre el testigo y MM con una tendencia siempre al aumento, pero menos pronunciada que el testigo (Figura 5).

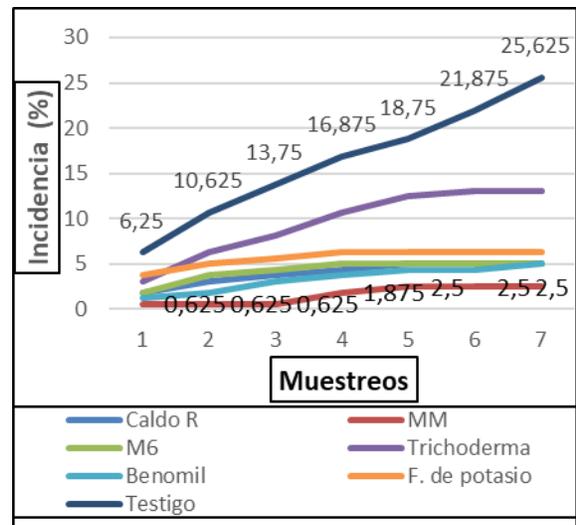


Figura 5. Dinámica de *Fusarium* sp. en los diferentes tratamientos. Fuente: Autores

De acuerdo a los resultados obtenidos es de gran importancia profundizar en las especies de bacterias a base de Caldo Rizósfera, ya que se relacionan con estudios realizados anteriormente donde indican que estos biopreparados son una fuente muy importante de microorganismos benéficos, especialmente por su mayor población de

hongos y de bacterias totales, fijadoras de N₂ y solubilizadoras de fósforo que bioestimulante sobre el crecimiento del cultivo y por tanto resistencia inducida a los fitopatógenos (Viteri & Granados, 2008).

Actualmente los agricultores tienden a cambiar los fertilizantes y pesticidas convencionales por insumos agrícolas que les permitan producir los alimentos de acuerdo con las exigencias actuales de los mercados. El reemplazo de los agroquímicos resulta necesario desde todo punto de vista, ambiental y de la salud de los agricultores y consumidores (Silva & Arias, 2008).

El análisis de la ANOVA mostró que para el ABCPE de la dinámica de la pudrición por *Fusarium* sp. fue menor para biopreparados MM, CR y M6, los productos químicos Benomyl® y Ceraquint® y el biológico a bases de *Trichoderma*, al diferir del testigo. Similar situación desde el punto de vista estadístico se presentó para el ABCPE de *P. fragariae* pero en este caso los tratamientos de *Trichoderma* y Ceraquint® quedaron intermedios entre el resto de los tratamientos y el testigo (Tabla 6).

Tabla 6. Resultado del análisis estadístico para el ABCPE de las enfermedades radicales *Fusarium* sp. y *Phytophthora fragariae* según los diferentes tratamientos

Tratamientos	ABCPE	
	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Phytophthora fragariae</i>
CR	376,25 bc	498,75 c
MM	157,50 c	700,00 bc
M6	402,50 bc	581,87 bc
<i>Trichoderma</i>	861,87 ab	936,25 b
Benomil	315,00 bc	669,37 bc
Ceraquint®t	525,00 bc	936,25 b
Testigo	1430,62 a	1627,50 a
C. V. (%)	20,1	19,9
E. Típico*	125,54	93,7

Letras desiguales en las columnas difieren para P≤0,05 por la prueba de Tukey Fuente: Autores

Estos resultados corroboran los que se expusieron anteriormente sobre la incidencia de estas enfermedades destacándose los tres biopreparados de ASPAGRO por manifestar resultados similares a los productos químicos y superiores a *Trichoderma*.

Los fundamentos científicos que soporten la validez y potencial de los nuevos insumos que están siendo utilizados como alternativos, entre los cuales figuran los Caldos Rizósfera y súper cuatro, aún no han sido documentados totalmente, en consecuencia los criterios para su elaboración y para su aplicación a los cultivos aún se basan en consideraciones meramente artesanales (Viteri, 2002), de ahí la importancia de estudios como el presente que permite verificar el efectos de biopreparados locales contra formulados comerciales ya sean químicos o biológicos.

El uso de biopreparados orgánicos de producción local podría ser una alternativa efectiva para controlar enfermedades en el cultivo de fresa en el municipio de Pamplona ya que el uso de agroquímicos causa inestabilidad y genera resistencia de los patógenos además de provoca riesgos en la salud humana e impacta los ecosistemas de manera negativa, pero se hace necesario continuar realizando mejoras en los procesos de producción de estos y ampliar su validación en campo.

Los biopreparados orgánicos son económicamente mucho más viables que los fungicidas utilizados para el control fitosanitario y como se pudo comprobar son tratamientos de fácil aplicación, ecológicos y efectivos para aplicar y controlar las enfermedades radicales que afectan el rendimiento del cultivo y como se demostró en el presente trabajo pueden ser tan eficaces como los fungicidas químicos y mejores que un

biopreparado comercial de *Trichoderma* que no está adaptado a las condiciones de Pamplona

Una desventaja al usar este tipo de bioproductos artesanales está relacionada con la falta de documentos que comprueben su efectividad; ya que son pocos los estudios que tratan información científica respecto a los biopreparados artesanales.

Se deben promover más estudios en el municipio de Pamplona utilizando biopreparados artesanales de ASPAGRO especialmente Caldo Rizósfera y MM, tanto en el cultivo de fresa como en otros con el fin de verificar la efectividad de los mismos, así como divulgar los resultados obtenidos para que se implementen estos productos ecológicos en los cultivos de fresa del municipio de Pamplona. Analizar la viabilidad de Registrar los biopreparados producidos por ASPAGRO ante el ICA con el fin de tener un respaldo para ofrecer estos productos a los diferentes agricultores de la región con la certificación de calidad requerida o en caso contrario realizar capacitaciones para que los agricultores produzcan de forma local sus propios biopreparados de MM y CR.

Con respecto al empleo de *Trichoderma*, es necesario generalizar su uso ya que se conoce la eficacia de este antagonista contra especies de *Fusarium* en varios cultivos como sandía (*Citrullus lannatus*) (Rosero, 2008), plántulas de samán (*Phitecellobium saman*) (Santana y Castellanos, 2015), y además se conoce que es efectivo contra varias enfermedades en el cultivo de la fresa (Cano, 2013).

Por otra parte, deben hacerse prospecciones para seleccionar cepas nativas de *Trichoderma* más efectivas que las comerciales.

4. CONCLUSIONES

Las enfermedades radiculares presentes en el cultivo de fresa en el área de investigación fueron *Phytophthora fragariae* y *Fusarium* sp. Los tres bioproductos de ASPAGRO (Caldo rizósfera, MM y M6) obtuvieron similar nivel de control que Benomyl® y Ceraquint® contra *Phytophthora fragariae* y *Fusarium* sp. y superior al biopreparado *Trichoderma* comercial y al comparar las ABCPE pudo observarse que Caldo Rizósfera resultó más destacado para *Phytophthora fragariae* y MM para *Fusarium* sp.

5. Referencias Bibliográficas

- Alonso, L., Castellanos, L. y Meseguer, O. (2020). Efectos alelopáticos de residuos de Sorghum Halepense (L.) sobre dos arvenses dicotiledóneas en condiciones de laboratorio. Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS), 11(1). DOI: <https://doi.org/10.24054/aaas.v11i1.354>
- Agrios G. 2006. Plant disease. New York. American Phytopathology Society. Vol. 98, no 6, p. 1117-1128.
- Araujo, T. C. y Rivera, M. E. (2020). Índices de sequía para la cuenca del Rio Cesar – Colombia. Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS), 11(2). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v2.n2.2020.4671>
- Bermúdez, N., Gallegos, D. S. y Botello-Suárez W. A. (2020). Desarrollo de un dispositivo autónomo para el mejoramiento de la calidad del agua en el humedal córdoba (Bogotá, Colombia). Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS), 11(1). DOI: <https://doi.org/10.24054/aaas.v11i1.355>

- BID, B. I. (2009). Manual Práctico de Uso de EM. Convenio Fondo Especial de Japón. BID ATN/JO-10792 UR. Uruguay., 35.
- Bonilla, C. A., Rubio, Y. M. y Bonilla, S. A. (2021). Afectación por derrames de crudo ocasionados por acciones subversivas al oleoducto Caño Limón Coveñas. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 12(2). <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/aaas/article/view/2572>
- Campbell CL. and Madden LV. (1990). *Introduction to Plant Disease Epidemiology*. New York: John Wiley & Sons, 532 p.
- Cano, M. A. (2013). Estrategias biológicas para el manejo de enfermedades en el cultivo de fresa (*Fragaria spp.*). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 263-276.
- Castellanos, L., Céspedes, N., Sequeda, A., Jaime, J.E., y Niño, L.J. 2018. Caracterización microbiológica de cinco biopreparados artesanales. *Revista Científica Agroecosistemas*. 6(3): 57-65.
- Castellanos, L., Serrano, S. y Becerra, W. M. (2020). Preferencia por morfoespecies de babosas en diferentes cultivos y ambientes del municipio Pamplona, Norte de Santander. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 11(1). DOI: <https://doi.org/10.24054/aaas.v11i1.356>
- Castro, L., Murillo, M., Uribe, L., & Mata, R. 2015. Inoculación al suelo con *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum oryzae*, *Bacillus subtilis* y Microorganismos de Montaña (MM) y su efecto sobre un sistema de rotación soya-tomate bajo condiciones de invernadero. *Agornomia Costarricense*, 21-36.
- Gelvez, S. D., Rivera, M. E. y Solano, O. F. (2020). Análisis estadístico de parámetros hidrometeorológicos, físicoquímicos y microbiológicos incidentes en la calidad de la quebrada Monte dentro. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 11(2). DOI: <https://doi.org/10.24054/aaas.v11i2.872>
- Gualdrón, C., & Maldonado, B. (2017). Aproximación al caso de desarrollo local de la zona rural del municipio de Pamplona. *FACE: Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, 142-156.
- Guerrero, J., Hernández, B. y Castellanos, L. (2021). Calidad del agua para sistemas de riego en Colombia. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 12(2). <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/aaas/article/view/2573/3137>
- Infoagro. (2009). www.infoagro.com. (A.-N. sciencie, Editor) Recuperado el 26 de octubre de 2017, de www.infoagro.com: http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_fresa.asp
- Koike, S. G., & Ajwa, H. F. (2013). *Pudrición Carbonosa en la fresa*. California: Guías de producción, Comisión de la fresa en California.
- López, R., Ortiz, O. y Ramón, J. D. (2020). Evaluación de los gases de efecto invernadero aplicando la metodología análisis de ciclo de vida (ACV) en el relleno sanitario regional la cortada, Pamplona, Norte de Santander. *Infometric@ - Serie Ingeniería, Básicas y Agrícolas*. Volumen 3(2). <http://infometrica.org/index.php/syh/article/view/145/171>
- Mahecha, J. G., Castellanos, L. y Céspedes, N. (2020). Alternativas para Suplir la Carencia de Fósforo en Fresa y Disminuir la Contaminación Ambiental

- en Pamplona Norte de Santander. Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS), 10(1). DOI: <https://doi.org/10.24054/aaas.v11i1.384>
- Marquez, J.A. 2001. Organización y logística del mercado fresero onubense. Cuadernos Geográficos, 31, 115-128
- Medina, J., Pinzón, E., & Cely, E. (2016). Efecto de sustratos orgánicos en plantas de fresa (*Fragaria sp.*) cv 'Albion' bajo condiciones de campo. Revista Ciencia y Agricultura, 19-28.
- Mendez, M., & Viteri, S. (2007). Alternativas de biofertilización para la producción sostenible de cebolla de bulbo (*Allium cepa*) en Cucaita, Boyacá. Agronomía Colombiana, 168-175.
- Montalvo, A., Aldana, R., López, A., Álvarez, E., Aldana, F. y Rivera, Y. (2018). Mantenimiento centrado en confiabilidad en motocompresores. Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS), 9(1). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v1.n1.2018.3212>
- Mora, E. A., Martínez, E. y Velasco, J. A. (2018). Simulación y validación del prototipo de un colector térmico solar hecho con neumáticos reciclados. Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS), 9(2). DOI: <https://doi.org/10.24054/aaas.v9i2.404>
- Ortega, J.Y. 2016. Estructura ecológica principal de la cuenca del Río Pamplonita. Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo. ISSN 1900-9178. Volumen (7), Numero (1). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v1.n1.2016.3258>
- Ortega, A., Cáceres, L. y Castiblanca, L. (2020). Introducción al Uso de Coagulantes Naturales en los Procesos de Potabilización del Agua. Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS), 11(2). DOI: <https://doi.org/10.24054/aaas.v11i2.873>
- Peñaloza, L. K., Carvajal, F. A. y Hernández, N. J. (2020). Análisis multitemporal del cambio de cobertura vegetal de la microcuenca El Volcán a partir de la compra de áreas estratégicas. Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS), 11(1). DOI: <https://doi.org/10.24054/aaas.v11i1.381>
- Pritts, M. (2002). Growing strawberries, healthy communities, strong economies and clean environments: what is the role of the researcher? Sociedad Internacional de Ciencias Horticolas, Acta Horticulturae, 411-417.
- Rua, E., Gonzales, A., Granados, A. y Ramírez, R. (2018). Diseño estructural de transporte para sistema de bombeo portátil activado con energía solar fotovoltaica para el departamento de Boyacá. Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS), 9(2). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v2.n2.2018.3219>
- Rosero GA. 2008. Evaluación de cuatro cepas de *Trichoderma sp.* y sus combinaciones para el control de *Fusarium oxysporum* en sandía (*Citrullus lannatus*). Proyecto especial presentado para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciatura. Honduras. 26p.
- Santana T. y Castellanos, L. (2013). Efecto biocontrolador de *Trichoerma harzianum* Rifai sobre *Fusarium spp.* en *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. (*leucaena*), *Cedrela odorata* L. (*cedro*) y *Phitocellobium saman* (Jacq.) Merr. Agroecosistemas, 1, 2: 165-172.

- Silva, R., & Arias, R. (2008). Los calificativos de la Agricultura y su relación con el control de enfermedades de plantas. *Revista Tecnica Ceniap*, 9.
- Terrero, W., Castellanos, L. y Vicet, L. (2020). Potencialidades alelopáticas del residual paja de la caña de azúcar (*SACCHARUM SPP.*, HYBRID) para el manejo de arvenses. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 11(1) DOI: <https://doi.org/10.24054/aaas.v11i1.357>
- Torrado, J. M., Castellanos, L. y Céspedes, N. (2020). Evaluación de alternativas biológicas para el control de *Ascochyta Spp.* en el cultivo de arveja, Pamplona, Norte de Santander. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 11(1). DOI: <https://doi.org/10.24054/aaas.v11i1.353>
- Velandia, F.J., Granados, J.D., Ramón, J.D. y Roa, A.L. 2016. Caracterización de consorcios microbianos con potencial degradador de contaminantes en el municipio de Pamplona, Norte de Santander. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*. ISSN 1900-9178. Volumen (7), Numero (1). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v1.n1.2016.3278>
- Vera, D. V., Viracachá, L. F., López, L. A. y Ramón, J. A. (2019). Implementación de la preoxidación en planta potabilizadora convencional escala piloto para la reducción de materia orgánica disuelta en aguas superficiales. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 10(1). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v1.n1.2019.3963>
- Villamizar, J., Rivera, M. E. y Delgado, J. R. (2019). Mapa de amenaza por crecientes súbitas en la microcuenca La Viuda, Chitagá, Colombia. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 10(2). DOI: <https://doi.org/10.24054/aaas.v10i2.388>
- Viteri, S., & Granados, M. G. (2008). Potencial de los caldos rizósfera y super cuatro como biofertilizantes para la sostenibilidad del cultivo de cebolla de bulbo (*Allium cepa*). *Agronomía Colombiana*, 517-524.
- Viteri. (2002). Selección de cultivos de cobertura con potencial para el desarrollo agrícola sostenible en el municipio de samacá Boyacá. *Facultad de ciencias agropecuarias UPTC*, 150. 1.