



ORIGINAL

Biopreparados para el control de enfermedades foliares de fresa, Pamplona, Colombia, aun una solución parcial

Biopreparations for the control of strawberry leaf diseases, Pamplona, Colombia, even a partial solution

Leónides Castellanos¹, Alex Baldovino², Nestor Céspedes³, Xiomara Rivera⁴

¹ Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Carretera Bucaramanga Km 1, Pamplona. Norte de Santander. lccastell@gmail.com. Colombia

² Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Pamplona. Carretera Bucaramanga Km 1, Pamplona. Norte de Santander alexaldovino27@hotmail.com. Colombia

³ Director de la Granja Agrobiológica Sol Vida, ASPAGRO, Pamplona. Norte de Santander. nestorcespedeshse@gmail.com. Colombia

⁴ Facultad de Ciencias Básicas. Universidad de Pamplona Carretera Bucaramanga Km 1, Pamplona. Norte de Santander. xiomara.rivera@unipamplona.edu.co. Colombia

* Autor para correspondencia.
Correo electrónico: lccastell@gmail.com (Leónides Castellanos).

Recibido el 23 de noviembre de 2019; aceptado el 28 de enero de 2020.

Cómo citar este artículo:

Castellanos L, Baldovino A, Céspedes N, Rivera X. Biopreparados para el control de enfermedades foliares de fresa, Pamplona, Colombia, aun una solución parcial. JONNPR. 2020;5(9):933-51. DOI: 10.19230/jonnpr.3419

How to cite this paper:

Castellanos L, Baldovino A, Céspedes N, Rivera X. Biopreparations for the control of strawberry leaf diseases, Pamplona, Colombia, even a partial solution. JONNPR. 2020;5(9):933-51. DOI: 10.19230/jonnpr.3419



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License
La revista no cobra tasas por el envío de trabajos, ni tampoco cuotas por la publicación de sus artículos.



Resumen

Objetivo. El trabajo tuvo como objetivo determinar la eficacia de seis biopreparados locales para el control de las enfermedades foliares del cultivo de la fresa.

Materiales y métodos. Se condujo un experimento en la finca Camacho del municipio de Pamplona Norte de Santander, Colombia. Se utilizó un diseño de bloques al azar con nueve tratamientos, seis biopreparados locales, tres testigos (una saneado, uno sin sanear y un químico).

Resultados. Se identificaron como enfermedades foliares más importantes de la fresa a *Ramularia tulasnei*, *Colletotrichum* sp., *Botrytis cinerea* y *Xanthomonas fragariae*. Los biopreparados Caldo rizósfera y Microorganismos Eficientes (ME) resultaron superiores al tratamiento químico con mancozeb para la mancha por *Ramularia*. Los bioproductos Caldo Rizósfera y ME mostraron resultados similares que el control químico contra., la pudrición por *Botrytis*, la mancha por *Xanthomonas*, y la antracnosis en hojas, flores y frutos, pero los niveles de incidencia de esta enfermedad estuvieron entre 46 y 55 % en flores y entre 56 y 63 % en frutos.

Conclusiones. Los biopreparados Caldo Rizósfera y ME resultaron superiores al tratamiento químico con Dithane para mantener a la mancha por *Ramularia* en niveles de severidad aceptables, al igual que a la mancha bacteriana y la pudrición por *Botrytis* y resultaron similares que el control químico contra la antracnosis en hojas, flores y frutos, sin embargo, los niveles de incidencia en flores y frutos de la antracnosis no son los deseados, amenazando la rentabilidad del agricultor.

Palabras clave

Fragaria × ananassa; biopreparados; control alternativo

Abstract

Objective. The work aimed to determine the efficacy of six local biopreparations for the control of leaf diseases of strawberry cultivation.

Materials and Methods. An experiment was conducted at the Camacho farm in the municipality of Pamplona Norte de Santander, Colombia. A randomized block design was used



with nine treatments, six local biopreparations, three controls (one sanitized, one unsanitary and one chemical).

Results. The most important foliar diseases of the strawberry were *Ramularia tulasnei*, *Colletotrichum* sp., *Botrytis cinerea* and *Xanthomonas fragariae*. The biopreparations Rhizosphere Broth and Efficient Microorganisms (ME) are superior to the chemical treatment with mancozeb for the spot by *Ramularia*. The bio-products Rhizosphere Broth and ME showed similar results that the chemical control against *Botrytis* rot, *Xanthomonas* spot, and anthracnose on leaves, flowers and fruits, but the incidence levels of this disease were between 46 and 55% in flowers and between 56 and 63% in fruits.

Conclusions. The biopreparations Rhizosphere Broth and ME were superior to the chemical treatment with Dithane to maintain the spot by *Ramularia* at acceptable levels of severity, as well as the bacterial spot and *Botrytis* rot, and although they were similar to the chemical control against anthracnose in leaves, flowers and fruits, however, the levels of incidence anthracnose in flowers and fruits are not desired, threatening the profitability of the farmer.

Keywords

Fragaria × ananassa; biopreparations; alternative control

Introducción

La producción agropecuaria tiene unos profundos efectos en el medio ambiente en conjunto. Son la principal fuente de contaminación del agua por nitratos, fosfatos y plaguicidas. La agricultura afecta también a la base de su propio futuro a través de la degradación de la tierra, la salinización, el exceso de extracción de agua y la reducción de la diversidad genética agropecuaria. Sin embargo, las consecuencias a largo plazo de estos procesos son difíciles de cuantificar en el agua, suelo y medio ambiente⁽¹⁾.

En Colombia se han realizado esfuerzos con el objetivo de solucionar la problemática por el uso indiscriminado de agroquímicos en las actividades agrícolas, los plaguicidas que se usan en el país, alrededor de 40.000 toneladas de pesticidas por año, tendiendo a aumentar, a través de 1.500 formulaciones registradas en el Ministerio de Salud. El uso de los agroquímicos por parte de las comunidades rurales se realiza sin normas claras de bioseguridad, esto genera



altos niveles de casos por contaminación por el manejo inadecuado de productos químicos, en el año 2007 se reportaron las mayores intoxicaciones por pesticidas en Norte de Santander de los últimos diez años⁽²⁾.

La fresa se destaca entre otras cosas por su contenido de vitamina C, taninos, flavonoides, antocianinas, catequina, quercetina, kaempferol y ácidos orgánicos (cítrico, málico, oxálico) ayudan a disminuir el riesgo de eventos cardiovasculares, mejoran la función endotelial vascular y disminuyen la trombosis⁽³⁾.

Los productores de fresas no cuentan con capacitaciones que les permitan conocer y poner en práctica el adecuado manejo del cultivo, esto conlleva a que se obtengan producciones con límites de pesticidas desconocidos y al no disponer de agua de calidad para los cultivos se obtienen fresas contaminadas que provocan enfermedades transmitidas por alimentos (ETAS)⁽⁴⁾.

Dentro los numerosos patógenos que causan enfermedades en la fruta, se encuentra el hongo causante del moho gris (*Botrytis cinerea*)⁽⁵⁾. Otra enfermedad común es viruela causada por el hongo *Ramularia tulasnei* Fuckel. teleomorfo de *Mycosphaerella fragariae* (Tul.) Lindau la cual produce una reducción del crecimiento total y bajas en la producción mientras que la antracnosis causada por *Colletotrichum* spp. causa lesiones en hojas y tallos pudiendo también momificar las flores y frutos tiernos⁽⁶⁾.

Xanthomonas fragariae es el agente causal de la enfermedad bacteriana mancha angular de la hoja de la fresa. Se trata de una enfermedad prevalente principalmente en América del Norte; sin embargo, posteriormente se ha registrado en numerosas zonas de cultivo de fresa en todo el mundo, con inclusión de América del Sur⁽⁷⁾.

Los Microorganismos Eficientes (ME) son una combinación de microorganismos beneficiosos de cuatro grupos principales: bacterias fototróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y hongos de fermentación que secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y fundamentalmente sustancias antioxidantes (BID, 2009)⁽⁸⁾, mientras que los Microorganismos de Montaña (MM) se podrían catalogar como un tipo de ME, o sea, un consorcio que contienen bacterias fotosintéticas, bacterias productoras de ácido láctico, actinomicetes, hongos filamentosos y levaduras con posibilidades para el control de enfermedades de las plantas (Castro, Murillo, Uribe, & Mata, 2015)⁽⁹⁾.



Por tales razones se hace necesario la búsqueda de alternativas más amigables con el medio ambiente y con menos riesgos para la salud de los consumidores. De ahí la importancia de comprobar la eficacia de los biopreparados arsenales que se producen localmente por la Asociación de Productores Agropecuarios (ASPAGRO) de Pamplona como alternativa local al uso irracional de los plaguicidas. **El trabajo tuvo como objetivo** determinar la eficacia de seis biopreparados locales para el control de las enfermedades foliares del cultivo de la fresa.

Metodología

La investigación se desarrolló en la en el periodo comprendido de marzo a diciembre de 2017. Se realizó el experimento en la finca Camacho de la Vereda Cariongo desde marzo de 2017 hasta agosto de 2017.

Se escogió en una plantación de fresa de 18 meses con fuente de inóculo natural de agentes patógenos en campos aledaños. Se realizó una prospección y diagnóstico inicial de las enfermedades foliares presentes. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de Fitopatología de la Universidad de Pamplona.

Para el control de enfermedades foliares inicialmente se realizó un saneamiento a todas parcelas del experimento y se aplicó materia orgánica gallinaza a 400 kg/ha.

Se evaluaron nueve tratamientos:

1. Testigo saneado, 2 P1, 3 P2, 4 ME., 5 Caldo Rizósfera, 6 B. Meconio, 7 M6 Sol Vida, 8 Dythane (T. Químico) y 9 Testigo sin Sanear.

A continuación, se relacionan los ingredientes de los seis biopreparados y tipo de fermentación.



Biopreparado y tipo de fermentación

Biopreparados	Ingredientes	Fermentación	Uso propuesto
P1	Vinagre, roca fosfórica y melaza	aeróbica	Biofertilizante con B.S.F. $8,34 \times 10^5$ UCF/MI
P2	ME y melaza, ceniza y roca fosfórica	anaeróbica	Biofertilizante con B.S.F. y antagonista 3.2×10^5 UCF/MI
Microrganismo de Montaña (MM)	ME, melaza y salvado de arroz (<i>Oriza sativa</i> L.)	aeróbica	Biofertilizante con B.S.F. y antagonista $1,72 \times 10^6$ UFC/MI
Caldo Rizósfera (CR)	Raíces de plantas: ortiga (<i>Urtica dioica</i> L.), borraja (<i>Borago officinalis</i> L.), kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochts ex Chiov) trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L.) conseguidas en la granja, yogurt, melaza, agua oxigenada y harina de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	aeróbica	Biofertilizante con B.S.F. y antagonista $1,24 \times 10^6$ UFC/mL
Bipreparado de meconio (B. de meconio)	Meconio de ternero, agua, melaza y ahuyama (<i>Cucurbita máxima</i> Duch.) cocida.	anaeróbica	Biofertilizante con B.S.F. y antagonista $1,3 \times 10^6$ UFC/mL
M6	ME, vinagre, etanol, plantas aromáticas, jengibre (<i>Zingiber officinale</i> Rosc.), ajo (<i>Allium sativum</i> L.), cebolla (<i>Allium cepa</i> L.), pimienta y ají (<i>Capsicum annum</i> L.).	anaeróbica	Biofertilizante con B.S.F. y antagonista $9,13 \times 10^5$ UFC/mL

Las dosis a usar para los biopreparados fueron del 5 % (1L/20L), con excepción del biopreparado B. meconio que se aplicó al 1 % 200 mL/20L. Se realizaron los tratamientos semanalmente con una asperjadora manual de espalda con una solución final de 400 L/ha. Las aplicaciones del fungicida Dithane PH80 también se realizaron semanalmente a una dosis 2,5 kg/ha

Se dispusieron los tratamientos en un diseño bloques al azar con arreglo 9 x 4 (9 tratamientos con 4 repeticiones), o sea, 36 unidades experimentales (parcelas). Cada parcela contó con 4 surcos de 5 metros de largo.



La evaluación de los síntomas de las enfermedades se realizó cada 15 días, tres días después de los tratamientos pares. Se evaluarán la 20 planta/parcelas cada 7 días en los surcos centrales, tres días después de cada tratamiento.

Se valoraron las enfermedades más importantes: antracnosis- (*Colletotricum* spp.), peca por *Ramularia tulasnei*, *Botrytis cinérea* y mancha por *Xanthomonas fragariae*. Para el caso de antracnosis se evaluaron hojas, flores y frutos, para *Botrytis cinérea* los frutos y para la mancha por *Ramularia* y la mancha bacteriana, el follaje.

En cada parcela o unidad experimental se determinó el porcentaje de incidencia (plantas y órganos) y severidad para el follaje de la forma explicada anteriormente.

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

$$\% \text{ I (intensidad)} = \frac{\sum(aXb)}{KN} \times 100$$

Al final del experimento se determinó el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE) de cada parcela según el método de Campbell y Madden⁽¹⁰⁾, para lo cual se utilizó la siguiente formula:

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

Donde:

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

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

T_i = tiempo 1

T_{i+1} = tiempo 2

Se realizó un análisis de varianza para las variables de incidencia, severidad 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 estos análisis estadísticos se empleó el paquete estadístico SPSS.

Resultados

Al analizar el ANOVA referente a la mancha por *Ramularia tulasnei* en las hojas de fresa se pudo observar que en el cuarto muestreo los valores de incidencia y severidad fueron menores desde el punto de vista estadístico para el biopreparado ME y los mayores para el Testigo sin sanear, el resto de los tratamientos quedaron intermedios desde el punto de vista estadístico entre estos mencionados. En el sexto muestreo los mayores niveles de incidencia se observaron en el tratamiento P1 y el Testigo sin sanear y el menor en ME y para la severidad también el menor valor correspondió a ME (aunque el tratamiento con Caldo Rizósfera no se diferenció de este) y los mayores para P1, P2, B meconio y M6 y el Testigo sin sanear. El resto de los tratamientos quedaron intermedios desde el punto de vista estadístico a los mencionados con mayor y menores valores (Tabla 1).

Tabla 1. Resultado del análisis estadístico de la incidencia (I) y severidad (S) de *Ramularia tulasnei* Fuckel (*Mycosphaerella fragariae* (Tul.)) en hojas de fresa en diferentes momentos de muestreos entre los diferentes tratamientos.

Tratamientos	1-07-2017		29-07-2017		26-08-2017		ABCPE	INC.	SEVE.
	I M4	S M4	I M6	S M6	I M8	S M8			
T. saneado	57 a	17 ab	53 ab	19 bc	50 a	27 ab	67,81 bc	23,59 c	
P1	58 a	17 ab	56 a	24 a	55 a	28 ab	71,31 ab	25,69 b	
P2	58 a	18 a	51 ab	25 a	52 a	27 a	69,82 b	26,56 b	
ME	46 b	13 b	47 b	18 c	51 a	22 b	59,85 d	19,84 d	
C. Rizósfera	51 ab	15 ab	51 ab	19 bc	48 a	23 ab	63,61 cd	21,84 c	
B. meconio	55 ab	17 ab	53 ab	25 a	50 a	26 ab	70,35 b	25,67 b	
M6	53 ab	17 ab	53 ab	24. a	50 a	27 ab	68,33 bc	26,51 b	
Dithane	50 ab	15 ab	51 ab	21 b	51 a	25 ab	67,02 bc	23,59 c	
T. s. sanear	56 a	19 a	58 a	26 a	51 a	28 a	77,17 b	31,04 a	
C.V. (%)	42	35	30	10	43	10	10	60	
Error típico*	0,041	0,027	0,035	0,015	0,041	0,01	1,3	3,21	

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



En el octavo muestreo la incidencia de la mancha por *Ramularia* en el Testigo sin sanear fue superior al resto de los tratamientos que no difirieron entre sí, sin embargo, la severidad fue menor en el tratamiento con ME y la mayor en el Testigo sin sanear, mientras que el resto de los tratamientos quedaron intermedios entre estos dos. En general dentro los bioproductos el de mejor respuesta fue ME e hicieron poco efecto P1 y P2.

El área bajo la curva del progreso de la incidencia de la peca fue menor para los tratamientos ME y Caldo Rizósfera y el mayor fue el Testigo sin sanear que no presentó diferencia estadística con los tratamientos P1, P2, B. meconio, Testigo saneado, M6 y Dithane, aunque estos tres últimos no se diferenciaron del B. meconio. Y para las severidades el tratamiento más bajo se presentó en ME y más alto en el Tratamiento sin sanear,

En el cuarto muestreo la incidencia de la antracnosis en hojas fue menor para el tratamiento con Caldo Rizósfera (46%) y mayor para el Testigo sin sanear (56%), el resto de los tratamientos quedaron intermedios entre estos, mientras que la severidad fue mayor para el testigo sin sanear (21%) y la menor para ME) (13%), aunque otros tres tratamientos no difirieron de este (químico, Caldo Rizósfera y B meconio) (Tabla 2).

Tabla 2. Resultado del análisis estadístico de la incidencia (I) y severidad (S) de la antracnosis *Colletotrichum gloeosporioides* en hojas de fresa

Tratamientos	1-07-2017		29-07-2017		26-08-2017		ABCPE	SEV
	I M4	S M4	I M6	S M6	I M8	S M8		
T. saneado	55 ab	17 bc	51 abc	19 c	51 a	25 cd	62,65 ab	21,73 cd
P1	57 ab	18 ab	56 ab	24 ab	50 a	28 ab	59,15 bcd	23,01 bc
P2	50 ab	18 abc	52 abc	24 ab	50 a	27 abc	57,22 cde	22,57 bcd
ME	51 ab	13 d	45 c	18 c	48 a	22 e	54,16 e	18,51 f
C. Rizósfera	46 b	14 cd	48 bc	20 bc	52 a	24 de	55,03 de	19,72 ef
B. meconio	51 ab	16 bcd	52 abc	23 ab	50 a	27 abc	59,15 bcd	22,73 bcd
M6	52 ab	18 ab	51 abc	24 ab	47 a	27 abcd	60,20 abc	23,8700
Dithane	50 ab	16 bcd	53 abc	19 c	50 a	25 bcd	57,75 cde	21,10 de
T. s. sanear	56 a	21 a	61,25 a	26 a	50 a	29 a	64,22 a	28,29 a
C.V. (%)	15	13	19	20	17	9	6	0,009
Error Típico*	0,04	0,02	0,04	0,02	0,04	0,01	0,9	0,35

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

En el sexto muestreo la incidencia de la antracnosis en hojas fue menor para el tratamiento con ME (45%) mayor para el Testigo sin sanear (61,25%), el resto de los tratamientos quedaron intermedios entre estos, aunque Caldo Rizósfera no se diferenció de ME y si del testigo sin sanear el resto de los tratamientos no se diferenciaron del testigo sin sanear. En ese momento la severidad fue mayor para el testigo sin sanear (26%) y la menor para ME,



Dithane, aunque otros dos tratamientos no difirieron de este (químico y Testigo saneado con 19 % de severidad).

En el octavo muestreo no se observó diferencia en cuanto a la incidencia de la enfermedad que no hubo diferencia estadística entre los tratamientos y la severidad que presentaron menor severidad fue ME, Caldo Rizosfera, P1 y Dithane sin diferencia estadística entre ellos y mayor para el testigo sin sanear.

El área bajo la curva del progreso de la intensidad de la enfermedad fue menor para los tratamientos Caldo Rizosfera, ME, P2 y Dithane que no se diferenciaron entre sí y los de mayor M6, el Testigo sin sanear y Testigo saneado que no se diferenciaron entre sí, mientras que el resto de los tratamientos quedaron intermedios entre éstos. Las severidades más bajas las presentaron los tratamientos ME Y Caldo Rizósfera y la más alta para EL Testigo sin sanear

En el octavo muestreo la incidencia de la antracnosis en hojas no presentó diferencia entre los tratamientos oscilando entre 47 y 50% reflejando poca influencia de los tratamientos en esta variable. En ese momento la severidad fue mayor para el testigo sin sanear (29%) y la menor para ME (22%) y Caldo Rizósfera (22%), aunque otros dos tratamientos no difirieron de este último y si del testigo sin sanear (químico y Testigo saneado). La diferencia entre el tratamiento sin sanear y el tratamiento ME y Caldo Rizósfera podría explicarse en la eficiencia que tienen estos microorganismos en el mejoramiento del suelo y por la reducción del inóculo en los tratamientos con biopreparados y no en el Testigo sin sanear

Al analizar el ANOVA de la incidencia de la antracnosis en los frutos para los diferentes tratamientos se observó que en el cuarto muestreo en el tratamiento Testigo sin sanear la incidencia fue mayor con diferencia estadística con el resto de los tratamientos, en el sexto muestreo también el Testigo sin sanear presentó los mayores valores de incidencia y los menores el Testigo saneado y el tratamiento químico y el biopreparado M6 no se diferenciaron de este (el resto de los tratamientos no se diferenciaron de estos , pero si del Testigo sin sanear) (Tabla 3).



Tabla 3. Incidencia (I) de antracnosis *Colletotrichum gloeosporioides* en frutos

Tratamientos	1-07	29-07	26-08	ABCPE
	I M4	I M6	I M8	
T. saneado	39 b	46 c	55 bc	5124,00 b
P1	43 b	50 bc	56 b	5656,00 b
P2	47 b	54 bc	60 b	6123,25 b
ME	45 b	51 bc	58 b	5944,75 b
C. Rizósfera	43 b	50 bc	57 b	5838,00 b
B. meconio	39 b	48 bc	56 b	5304,25 b
M6	40 b	47 bc	54 bc	5367,25 b
Dithane	41 b	44 c	48 c	5288,50 b
T. s sanear	67 a	70 a	75 a	8527,75 a
C.V. (%)	63	46	40	3054
Error Típico*	0,038	0,035	0,035	212

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

En el octavo muestreo de nuevo el Testigo sin sanear presentó los mayores valores de incidencia y los menores el Testigo saneado, pero el tratamiento químico y el biopreparado M6 no se diferenciaron de este (el resto de los tratamientos no se diferenciaron de M6 y Testigo saneado, pero si del Testigo sin sanear).

El área bajo la curva del progreso de la incidencia de la enfermedad fue mayor para el tratamiento T. sin sanear que se diferenció del resto de los tratamientos. Esto ratifica que, aunque los tratamientos se diferenciaron del testigo sin sanear no tuvieron una gran eficacia ya que los niveles de la enfermedad al final del experimento tuvieron una incidencia entre 56 y 63 % lo que provocó una pérdida notable de los frutos.

En el cuarto muestreo se puso de manifiesto que el testigo sin sanear presentó diferencia estadística del resto de los tratamientos mostrando la incidencia más alta del 67 %, al igual que en la semana seis y ocho. El el testigo químico con Dithane presentó diferencia



estadística con el testigo sin sanear en las semanas de muestreo seis y ocho, aunque no hubo diferencia con el resto de los tratamientos (Tabla 4).

Tabla 4. Incidencia (I) de antracnosis en flores fresa

Tratamientos	1-07	29-07	26-08	ABCPE
	I M4	I M6	I M8	
T. saneado	39 b	46 c	55 bc	5124,00 b
P1	43 b	50 bc	56 b	5656,00 b
P2	47 b	54 bc	60 b	6123,25 b
ME	45 b	51 bc	58 b	5944,75 b
C. Rizósfera	43 b	50 bc	57 b	5838,00 b
B. meconio	39 b	48 bc	56 b	5304,25 b
M6	40 b	47 bc	54 bc	5367,25 b
Dithane	41 b	44 c	48 c	5288,50 b
T. s. sanear	67 a	70 a	75 a	8527,75
C.V. (%)	63	46	40	3054
Error Típico*	0,038	0,035	0,035	212

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

Este resultado obtenido con el Dithane es debido a las propiedades que presenta, es un fungicida protectante de contacto que inhibe el desarrollo del tubo germinativo de la espora del hongo, ya que bloquea los procesos enzimáticos a nivel del citoplasma y mitocondria, lo que ocasiona una deficiencia de ATP en la célula.

El área bajo la curva del progreso de la incidencia de la enfermedad fue mayor para el tratamiento Testigo sin sanear que se diferenció del resto. Esto pone de manifiesto que a pesar de que se observó diferencia estadística en algunos momentos de evaluación la antracnosis en las flores también aumentó en las parcelas tratadas por lo que al final del experimento tuvo una incidencia entre 42 y 54 % lo que provocó una pérdida notable de las flores.

Al analizar el ANOVA para la incidencia de *Botrytis cinerea* en frutos se observa que no hubo diferencia estadística entre los tratamientos evaluados, aunque el testigo sin sanear presentó una incidencia con valores relativos más altos, esto podría explicarse por las prácticas



culturales (recolección de los frutos afectados por esta enfermedad) realizadas previas a la cosecha (Tabla 5).

Tabla 5. Incidencia (I) de la pudrición por *Botrytis cinerea* en frutos de fresa

Tratamientos	1.07	29.07	26.08	
	I M4	I M6	I M8	ABCPE
T. saneado	0 a	2,5 a	2,5 a	186,25 b
P1	1,3 a	1,3 a	2,5 a	218,75 b
P2	1,3 a	1,3 a	2,5 a	218,75 b
ME	1,3 a	2,5 a	1,3 a	148,75 b
C. Rizósfera	0 a	2,5 a	2,5 a	183,75 b
B. mecônio	1,3 a	1,3 a	3,8 a	201,25 b
M6	2,5 a	1,3 a	1,3 a	183,75 b
Dithane	1,3 a	0 a	2,5 a	105,00 b
T. s. sanear	3,8 a	5 a	6,3 a	525,00 a
C.V. (%)	6,27	5,09	6,61	2603
E. Típico*	0,027	0,027	0,035	38

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

El área bajo la curva del progreso de la enfermedad fue mayor para el tratamiento T. sin sanear que se diferenció del resto de los tratamientos. Esto se relaciona con los resultados del análisis de varianza ya que en general la incidencia de *Botrytis cinerea*, permanecieron bajos en todos los tratamientos, ya que con excepción del testigo sin sanear los demás estuvieron entre 0 y 2,5 %.

La incidencia de la mancha bacteriana en la cuarta semana varió entre 46 y 55 % sin diferencia estadística entre los tratamientos, pero la severidad fue mayor para para P1 y el testigo sin sanear y los menores para ME y CR, el resto de los tratamientos quedaron intermedios entre estos (Tabla 6).



Tabla 6. Resultado del análisis estadístico de la incidencia (I) y severidad (S) de mancha bacteriana *Xanthomonas fragariae* Kennedy y King en hojas de fresa

Tratamientos	1-07-2017		29-07-2017		26-08-2017		ABCPE	
	I M4	S M4	I M6	S M6	I M8	S M8	INC	SEV
T. saneado	55 a	17 ab	52 bc	19 d	52 a	25 cde	66,15 bc	22,48 d
P1	55 a	19 a	53 abc	24 ab	48 a	27 ab	61,60 cde	23,38 c
P2	52 a	17 ab	51 ab	4 abc	52 a	27 ab	63,08 bcd	24,23 bc
ME	46 a	13 b	46 c	18 d	50 a	22 e	57,66 e	19,21 d
C. Rizósfera	47 a	14 b	50 ab	20 cd	47 a	23 de	60,81 de	20,80 d
B. meconio	52 a	16 ab	55 ab	24 ab	51 a	27 abc	65,18 bcd	24,09 bcd
M6	52 a	18 ab	51 ab	24 abc	47 a	27 abc	67,28 b	24,09 b
Dithane	50 a	16 ab	50 ab	20 bcd	51 a	25 bcd	63,96 bcd	23,15 cd
T. s. sanear	55 a	19 a	61 a	26 a	53 a	28 a	72,62 a	29,75 a
C.V. (%)	37	35	30	20	25	9	0,074	2
Error Típico*	0,038	0,027	0,035	0,022	0,031	0,015	1,05	0,34

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

Al analizar los datos de incidencia de la mancha bacteriana en la sexta evaluación se observa que esta variable fue mayor para el Testigo sin sanear (28 %) y las más baja para CR, aunque los tratamientos P1 y Testigo saneado no difieren estadísticamente de este. En ese momento la severidad fue también mayor para Testigo sin sanear y los menores para ME, CR, Testigo saneado y Dithane. En la semana ocho no se observó diferencia estadística para la variable incidencia de la mancha bacteriana, sin embargo la severidad fue menor para CR, ME y el Testigo saneado.

El área bajo la curva del progreso la enfermedad para la incidencia fue mayor para el tratamiento Testigo sin sanear y menor para ME, CR y P1, mientras que el ABCPE para intensidad el valor más alto fue para Testigo saneado y los más bajos desde el punto de vista estadístico para ME y Caldo Rizósfera, Dithane y Testigo saneado lo que está en concordancia con los mejores tratamientos en las evaluaciones en los tres momentos, cuarta, sexta y octava semana.



Discusión

Los resultados demostraron que los biopreparados producidos por ASPAGRO hacen acción sobre los diferentes patógenos del follaje de la fresa en las condiciones de Pamplona, en mayor medida el Caldo Rizósfera y los ME, aunque la eficacia no fue la deseada para la antracnosis en flores y frutos. La diferencia entre el tratamiento sin sanear y el tratamiento ME y Caldo Rizósfera podría explicarse en la eficiencia que tienen estos microorganismos en el mejoramiento del suelo y por la reducción del inóculo en los tratamientos con biopreparados y no en el Testigo sin sanear, lo que ratifica la importancia del saneamiento en el manejo de las enfermedades de la fresa y la necesidad de hacer esta práctica en sistemas de producción limpia o orgánica de fresa para apoyar el efecto de los antagonistas que se están aplicando al cultivo.

Resulta de gran importancia profundizar en las especies bacterias del Caldo Rizósfera, biopreparado donde se informaron las más altas poblaciones de este grupo⁽¹¹⁾.

Dentro de las bacterias que han demostrado tener eficiencia en la solubilización de fosfatos en Colombia se encuentran varios géneros destacándose *Burkholderia cepacia*, *Pseudomonas* sp, *Aeromonahy drophilia*, *Pseudomonas luteola*, *Pseudomonas putida*, *Enterobacter sakasaki*, *Pantoea* sp. y *Enterobacter cloacae*⁽¹²⁾.

Los actinomicetos controlan hongos y bacterias patogénicas y también aumentan la resistencia de las plantas, mediante un mecanismo de producción de antibióticos que provocan inhibición de patógenos del suelo y benefician el crecimiento y la actividad de *Azotobacter* y de las micorrizas⁽¹³⁾. Algunos actinomicetos han sido descritos como agentes de biocontrol por la capacidad de producir enzimas biodegradativas como quitinasas, glucanasas, peroxidases y otras^(14,15).

Estos microorganismos efectivos cuando entran en contacto con materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y fundamentalmente sustancias antioxidantes.

El hecho de que el área bajo la curva del progreso de la incidencia de la antracnosis en flores no tuviera diferencia estadística entre los tratamientos y que para los frutos fuera mayor solo para el tratamiento T. sin sanear con respecto al resto, y que los niveles de la enfermedad al final del experimento tuvieron una incidencia entre 46 y 55 % en flores y entre 56 y 63 % en frutos provocando pérdidas de cosecha, constituye una amenaza para la rentabilidad del



agricultor. Por tal motivo se considera que los biopreparados por sí solo no pudieran resolver el problema de la antracnosis bajo las condiciones de Pamplona. Una posibilidad sería combinar los tratamientos biológicos y químicos, dejando los primeros para los momentos de cosecha y cuando los niveles de la enfermedad fueran muy bajos. Por lo tanto, no se tiene una solución con los actuales biopreparados de ASPAGRO para respaldar una Tecnología de producción orgánica de la fresa.

Entre los patógenos de la fresa donde se han destacado la acción de los antagonistas está *Botrytis cinerea* pudiéndose mencionar otros trabajos⁽¹⁶⁾ donde se comprobó la eficacia de *Trichoderma*, *Bacillus subtilis* y un complejo biológico a base de bacterias benéficas, así como una investigación donde se evaluaron a *Trichoderma harzianum* y a *T. lignorum* contra *B. cinérea* en fresa y se redujo la incidencia y la severidad de la enfermedad⁽¹⁷⁾. En otra investigación desarrollada en Cundinamarca se comprobó la acción de *Trychoderma lignorum* y *Saccharomyces cerevisiae* para el control de *B. cinérea* en fresa⁽¹⁸⁾.

Al parecer por tener *Botrytis cinérea* sus conidióforos, conidios y micelio expuestos es más factible el antagonismo por otros microorganismos antagonistas. Los presentes resultados son alentadores y avalan la necesidad de hacer mejoras en los productos de ASPAGRO de continuar los estudios de estos sobre todos para ganar en eficacia sobre la antracnosis.

Conclusiones

Los biopreparados de ASPAGRO Caldo Rizósfera y ME resultaron superiores al tratamiento químico con Dithane para mantener a la mancha por *Ramularia* en niveles de severidad aceptables, al igual que a la mancha bacteriana y la pudrición por *Botrytis*, y aunque resultaron similares que el control químico contra la antracnosis en hojas, flores y frutos, los niveles de incidencia en flores y frutos no son los deseados, amenazando la rentabilidad del agricultor, por lo que aún constituyen una solución parcial bajo las condiciones climáticas de Pamplona.



Referencias

1. FAO. 2002. La agricultura mundial 2015-20130. 2002. <http://www.fao.org/3/a-y3557s.pdf>
2. Ortiz R, Villadiego J, Cardona, C. Valoración de los impactos ambientales totales generados por el uso de plaguicidas en actividades ganaderas en el municipio de pamplona-norte de Santander-Colombia. Revista de Didáctica Ambiental. 2011 Dic;7(10):62-80.
3. Serret M, Espinosa D, Gómez O, Delgadillo J. (2016). Tolerancia de plantas de fresa (*Fragaria xananassa* Duch.) premicorrizadas con *Rhizophagus intraradices* e inoculadas con PGPR's a *Phytophthora capsici*. Agrociencia, 2016;50:1107-1121. 2016
4. Escobar R. Las prácticas agrícolas y su incidencia en la calidad y productividad de fresas (*Fragaria vesca*) variedad Albión, Ecuador III Congreso Científico Internacional UNIANDES. 2015 2p. Disponible en <https://www.uniandes.edu.ec/web/wp-content/uploads/2016/04/Las-pr%C3%A1cticas-agr%C3%ADcolas-y-su-incidencia-en-la-calidad-y-productividad-de-fresas-Fragaria-vesca-variedad-Albi%C3%B3n.pdf>.
5. Bolda M, Koike ST. Mildiu polvoroso en la fresa, Guía de Producción por Mark Bolda & Steven T. Koike, México, California Strawberry Commission, 2015. Disponible en <https://www.calstrawberry.com/Portals/2/Reports/Research%20Reports/Production%20Guidelines/Spanish/Mildiu%20polvoroso%20en%20la%20fresa%20-%202015.pdf?ver=2018-01-12-075448-283>.
6. Universidad de California. Guía para el manejo de las plagas: Fresas. 2005. 70p. Disponible en http://www.oregon-strawberries.org/fmr/fact_sheets/Guia__Fresas_Espanol.pdf
7. FAO. *Xanthomonas fragariae*, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2016. 14p. Disponible en https://www.ippc.int/static/media/files/publication/es/2017/02/DP_14_2016_Es_2017-01-23.pdf
8. BID, B. Manual Práctico de uso de ME. Convenio fondo especial de Japón. Uruguay. 2009. Disponible en https://www.emuruguay.org/images/Manual_Practico_Uso_EM_OISCA_BID.pdf



9. Castro L, Murillo M, Uribe L, Mata R. 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. *Agronomía costarricense*. 2015; 39(3):21-36.
10. Campbell, C.L. y Madden, L.V. (1990). *Introduction to Plant Disease Epidemiology*. Wiley, New York, USA. 1990.
11. Castellanos L, Céspedes NE, Sequeda A, Jaime JE, Niño LJ. Caracterización Microbiológica de seis Biopreparados Artesanales. *Revista Científica*. 2018;6(3):57-65.
12. Lara C, Esquivel L, Negrete J. Bacterias nativas solubilizadoras de fosfatos para incrementar los cultivos en el departamento de Córdoba-Colombia. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*. 2011;9(2):114-120.
13. Coutinho FM. Programa de extensão “Divulgação das Plantas Mediciniais, da Homeopatia e da Produção de Alimentos Orgânicos”. *Caderno los Microorganismos Eficientes (EM). Instruções práticas sobre uso Ecológico e social do EM*. Viçosa: Universida de Federal de Viçosa. 2011.
14. Tokata, RK, Strap J.L, Jung, C.M, Crawford, D.L., Salove, M.H., Deobald, L., Bailey, J., Morra, M.J. (2002) Novel plant–microbe rhizosphere interaction involving *Streptomyces iydicus* WYEC108 and the pea plant (*Pisum sativum*). *Applied and Environmental Microbiology* 68:
15. Arasu MV, Esmail GA, Al-Dhabi NA, Ponmurugan K. Managing Pests and Diseases of Grain Legumes with Secondary Metabolites from Actinomycetes. In: Subramaniam G., Arumugam S., Rajendran V. (eds) *Plant Growth Promoting Actinobacteria*. Singapore: Springer. 2016.
16. Quezada AP. (2011). Evaluación del comportamiento de fungicidas microbiológicos en la prevención de *Botrytis* en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*). Tesis en opción al grado de Master en gestión de la producción de flores y frutas andinas para exportación. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. 2011. Disponible en <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/1680/1/tesis-006%20Gesti%c3%b3n%20de%20la%20prod.%20de%20flores%20y%20Frut.....pdf>



-
17. Merchán JB, Ferrucho RL, Álvarez JG. 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*.2014;8(1):44-56.
 18. Niño EC, Guerrero O. (2011) Efecto de *Trichoderma lignorum* y *Sacharomyces cerevisiae* en el control del hongo *Botrytis cinerea* causante del moho gris de la fresa y su rendimiento, en el municipio de Subachoque Cundinamarca. *Inventum*. 2011;11:1-20.