



ALTERNATIVAS PARA SUPLIR LA CARENCIA DE FÓSFORO EN FRESA Y DISMINUIR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN PAMPLONA NORTE DE SANTANDER

ALTERNATIVES TO SUPPLY THE LACK OF PHOSPHORUS IN STRAWBERRIES AND REDUCE ENVIRONMENTAL CONTAMINATION IN PAMPLONA NORTE DE SANTANDER

Jorge Gonzalo Mahecha Molina, Leónides Castellanos González, Néstor Céspedes Novo

Entidad

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona, Carretera a Bucaramanga Km 1, Pamplona, Norte de Santander, Colombia. Jefe de Proyecto, Asociación de Productores Agropecuarios de Pamplona, Norte de Santander, Colombia. E-mail: jorgemahecha@hotmail.com, lclcastell@gmail.com, nestorcespedeshse@gmail.com

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar seis bioproductos locales como alternativas orgánicas para suplir la carencia de fósforo en fresa, en Pamplona – Norte de Santander. Se desarrolló un ensayo de campo con ocho tratamientos, seis biopreparados elaborados por ASPAGRO, un fertilizante químico convencional (Folyfos) y un testigo. Caldo Rizósfera y M6 mostraron mayor disminución en la incidencia y severidad de la deficiencia de fósforo, comparados con el testigo y los demás tratamientos. Los tratamientos Caldo Rizósfera y M6 se destacaron con relación a la mayor concentración de fosforo foliar, con una correlación negativa y significativa con la incidencia y la severidad de los síntomas de la deficiencia de fósforo.

Palabras clave

Nutrición, carencia fosfórica, biopreparados, microorganismos eficientes, medio ambiente

Abstract

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar seis bioproductos locales como alternativas orgánicas para suplir la carencia de fósforo en fresa, en Pamplona – Norte de Santander. Se desarrolló un ensayo de campo con ocho tratamientos, seis biopreparados elaborados por ASPAGRO, un fertilizante químico convencional (Folyfos) y un testigo. Caldo Rizósfera y M6 mostraron mayor disminución en la incidencia y severidad de la deficiencia de fósforo, comparados con el testigo y los demás tratamientos. Los tratamientos Caldo Rizósfera y M6 se destacaron con relación a la mayor concentración de fosforo foliar, con una correlación negativa y significativa con la incidencia y la severidad de los síntomas de la deficiencia de fósforo.

Key words:

nutrición, carencia fosfórica, biopreparados, microorganismos eficientes, environment.





1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de fresa tiene una gran importancia socioeconómica en clima frío, pero para lograr rendimientos óptimos y rentables se requiere de investigación para un mejor manejo del cultivo, sobre todo para el caso de macronutrientes y micronutrientes, como son los elementos fundamentales garantizan la producción final, porque la planta requiere para beneficios fisiológicos, productivos, de resistencia a plagas y enfermedades, por las indagaciones de este tipo en literatura son escasas (Cano, 2013; Villamizar & Fernández, 2015).

La fruta de fresa tiene un alto nivel mundial de consumo ya sea directo o en elaboración industrial de postres, bebidas. Con muchos métodos de conservación deshidratada, congelada, hasta en conservas. Por el gran consumo se ha llegado a trabajar por un mejoramiento genético y con 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).

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 (Casierra & Poveda, 2005). Deben realizarse investigaciones que permitan reducir el uso de productos químicos como fertilizantes, insecticidas y fungicidas, porque al ser aplicados, además de llevar trazas en las cosechas para el consumidor, también favorecen la erosión del suelo y pérdidas de las características físicas, químicas y biológicas del mismo, remplazándolos por biopreparados orgánicos con el fin de brindarle al consumidor de frutas de fresa, un producto sano, libre de enfermedades y

de residuos químicos (Casierra, 2011; Rivera et al, 2017).

El fósforo es un elemento esencial para el desarrollo de la planta de fresa, no se logran los rendimientos potenciales si no tiene la cantidad de fósforo suficiente, ya que este es vital en el almacenamiento de energía y la regulación del metabolismo. Aumentando la resistencia sistemática al ataque de plagas, las plantas de fresa con fertilizadas con fósfitos modifica el sabor de la fruta (Estrada & Iris, 2011).

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. Estos microorganismos contienen microorganismos fijadores de N atmosféricos y solubilizadores de fósforo entre otros (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, actinomicetes, hongos filamentosos y levaduras que también ayudan a la solubilización de P (Castro et al., 2015).

Moreno (2011) realizó un estudio sobre la aplicación de dos fósfitos artesanales en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*) en Ecuador con el fin de reducir la incidencia de la mancha foliar (*Cercospora sp*) donde se usó como sustrato 1; una mezcla de cascarilla de arroz 30 kg, roca fosfórica 1,5 kg y harina de hueso 1,5 kg. Como sustrato 2; se usó 30 kg de cascarilla de arroz, 1,5 kg de roca fosfórica y 1,5 kg de carbonato de calcio y se aplicaron dos tratamientos con dosis uno de 125g/200 L, dosis dos de 250 g/200 L, dosis tres 375 g/200 L. Después de 30 días de estar aplicando los productos se redujo la enfermedad siendo mejor el fósfito a la dosis de 375 g/200 L,





que redujo la severidad de los síntomas en un 65%.

Lara & Negrete (2015) evaluaron la capacidad solubilizadora de fosfatos de consorcios formados por bacterias nativas de los géneros *Burkholderia cepacia*, *Pseudomonas sp.*, *Pseudomonas luteola* y *Pantoea sp.* en Córdoba, Colombia, con resultados satisfactorios. Medina, Pinzón & Cely (2016) realizaron un estudio del efecto de sustratos orgánicos en plantas de fresa (*Fragaria sp.*) cv 'Albion' bajo condiciones de campo en Tunja, Boyaca. Un tratamiento, mostró diferencias significativas en la mayoría de los parámetros evaluados, esto lo convierte en una alternativa para la producción de fresa cv 'Albion' bajo las condiciones de estudio. 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, mientras que Mahecha, Castellanos, y Céspedes (2019), han informado que los problemas de carencia de fósforo en fresa están bastante extendidos en las diferentes variedades y veredas de Pamplona, donde se aplican altas cantidades de fertilizantes con este elemento que además encarecen la producción (Ortega, 2016; Meneses et al, 2016).

El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar alternativas a los problemas que se presentan en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca* L.) por deficiencia de fósforo, usando seis productos biopreparados de la Asociación de Productores Agropecuarios de Pamplona (ASPAGRO), los cuales contienen microorganismos eficientes, microorganismos de montaña y otros obtenidos en la localidad que pudieran solubilizar el fósforo en el suelo.

2. METODOLOGIA

Se desarrolló un experimento de campo en el periodo de junio a octubre de 2017 en un lote de un cultivo de fresa con una edad de ocho meses de plantada en un área de una superficie de 1498,4 m² de la finca Camachos, vereda Cariongo del municipio de Pamplona.

En esa área se había realizado un análisis agroquímico del suelo arrojando las siguientes características: pH de 5,6, carbono orgánico o contenido de materia orgánica 6,82% y fósforo 2,40 mg/kg. El contenido de materia orgánica se catalogaba medio, el contenido de P bajo y el pH bajo.

Inicialmente se realizó un saneamiento de todas las plantas, hojas, flores y frutos necrosados en las parcelas donde se aplicaron los productos biológicos. Además, se realizó una aplicación materia orgánica con una dosis de 400 kg/ha. Los tratamientos fueron los siguientes (Tabla 1)

Tabla 1. Tratamientos y diseño experimental

1. Testigo sin tratamiento con saneamiento.
2. Biopreparado 1: P₁
3. Biopreparado 2: P₂
4. Biopreparado 3: MM
5. Biopreparado 4: Caldo rizosfera
6. Biopreparado 5: B. meconio
7. Biopreparado 6: M₆
8. Aplicación foliar de P₂O₅

Los tratamientos se dispusieron en un diseño experimental de bloques al azar en arreglo 8 x 4 (ocho tratamientos y cuatro replicas). Los tratamientos consistieron en seis los seis biopreparados ASPAGRO, uno estándar de producción con la aplicación de fertilizante químico foliar (P₂O₅) y un testigo con saneamiento como se relacionó anteriormente. Cada tratamiento fue replicado cuatro veces en parcelas de tres eras y 13, 86 m de largo por lo que las parcelas o unidades experimentales contaron con 41, 65 m².





A continuación, se relacionan los ingredientes de cada biopreparado Suministrados por ASPAGRO y tipo de fermentación durante el proceso de producción.

Tabla 2. Descripción de cada biopreparado

Biopreparados comerciales	Ingredientes	Uso propuesto
P1	Vinagre, roca fosfórica y melaza	Biofertilizante con B.S.F. 8,34 x 10 ⁵ UCF/mL
P2	ME y melaza, ceniza y roca fosfórica	Biofertilizante con B.S.F. y antagonista 3,2 x 10 ⁵ UCF/mL
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
B. meconio	Meconio de ternero, agua, melaza y ahuyama cocida.	Biofertilizante con B.S.F. y antagonista 1,3x10 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)

Los productos de biopreparados se aplicaron semanalmente sobre las plantas y el suelo a las dosis recomendadas por ASPAGRO de una solución de 400 L/ha, con una bomba de espalda manual con boquilla de abanico, como los tratamientos por estudiar de encuentran cubiertos por plástico se realizará una aplicación a 10 a 15 centímetros de altura de la planta. Las dosis los biopreparados fue del 5 % (1L/20L), con excepción del biopreparado B. meconio que se aplicó al 1 % 200 mL/20L.

Se evaluaron 20 plantas tomadas al azar de los cuatro surcos centrales de cada parcela por tratamiento se determinaron las siguientes variables:

Porcentaje de Incidencia y de Severidad de los síntomas de deficiencia de fósforo cada cuatro semanas.

Para la determinación de la Incidencia y la Severidad de los síntomas de deficiencia de P se empleó la escala de 6 grados referida anteriormente:

Escala

0= planta sin síntomas de deficiencia.

1= la planta presenta un síntoma de deficiencia entre un 5 % del área foliar.

2= la planta presenta un síntoma de deficiencia entre un 6 - 25 % del área foliar.

3= la planta presenta un síntoma de deficiencia entre un 26 - 50 % del área foliar.

4= la planta presenta un síntoma de deficiencia entre un 51 – 75 % del área foliar.

5= la planta presenta un síntoma de deficiencia mayor de un 76 % del área foliar.

Las fórmulas que se utilizarán serán:

Con la información obtenida en los muestreos se determinó el Porcentaje de Incidencia por la siguiente formula:

$$\% Inc. = \frac{n(\text{plantas con deficiencias})}{N(\text{plantas evaluadas})} \times 100$$

Así como la Severidad del síntoma de carencia de fósforo. Este último indicador es un indicador de porcentaje de tejido afectado por la deficiencia del elemento Se calculó por la fórmula de Townsend y Heuberger.

$$\% S = \frac{\sum a * b}{KN} \times 100$$

Donde:

S= Severidad

a = Grado de la escala

b= Número de plantas con un grado a de la escala

K= Grado máximo de la escala

N= Número total de plantas muestreadas





A los 150 días se realizó un análisis del contenido de P foliar tomando una muestra representativa de cada parcela la cual fue llevada al Laboratorio de Química de la Unipamplona.

Para determinar el contenido de fósforo del área foliar se procedió a recolectar 60 hojas en 60 plantas (la tercera hoja bajando) en de cada replica de los ocho tratamientos, luego se llevó al horno por una semana, y se procedió hacer un molido o macerado de cada muestra foliar. Posteriormente se pesaron 2,5 g de muestra macerada y se llevaron a un crisol y se realizó un previo quemado con la ayuda de un mechero, luego se llevaron las muestras a la mufla a 350 °C.

Cuando las muestras estaban de nuevo a temperatura ambiente se agregaron 25 ml de ácido clorhídrico a cada crisol, se procedió a evaporar en una plancha de calentamiento, hasta que quedaran 10 ml de la solución, luego se filtró cada muestra con la ayuda de papel filtro en tubos de ensayo, agregándole a cada muestra 3 ml de solución A para identificación de concentración de área foliar de fósforo y 5 ml de solución B. Se agitó cada muestra hasta que tomó un color azul.

Finalmente, el resultado de cada muestra se llevó al fotocolorímetro de marca HACH (DR 3800) para el caso de fósforo de espectrofotómetro 489 fosfato, para obtener la lectura del contenido de P en mg/L, para luego hacer los cálculos para estimar las partes por millón (ppm) que tenía cada muestra por medio de la siguiente formula.

$$ppm (mg/kg) = \frac{\text{peso de la muestra}}{\text{mg/L de cada muestra}} * 1000$$

Se realizó un análisis de varianza con todas las variables en los diferentes muestreos (excepto las económicas) una vez comprobado el supuesto de normalidad por la prueba de Kolmodorov Smirnov. Se

compararon las medias por la prueba de Tukey, con un 5% probabilidad de error.

Se realizó un análisis correlación y regresión entre la concentración foliar de fósforo al final del experimento por parcela como variante independiente, y la Incidencia y la Severidad de los síntomas en la última evaluación del experimento como variables independientes. Para estos análisis estadísticos se empleó el paquete estadístico SPSS o ASSISTAT.

3. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los datos tomados a la cuarta semana de haber iniciado la aplicación de los productos se detectaron con menor incidencia de los síntomas de carencia de fósforo los tratamientos de los biopreparados P₁, M₆, MM, B. meconio, P₂, el tratamiento con P₂O₅, y el testigo sin tratamiento que no difirieron estadísticamente entre sí. El tratamiento de mayor nivel de incidencia fue Caldo Rizósfera, aunque B. meconio y P₂ no se diferenciaron de este. En la variable severidad de la carencia de P en ese momento no se observó diferencia entre los tratamientos y el testigo (Tabla 3).

Tabla 3. Incidencia y severidad de los síntomas de deficiencias de P en los diferentes tratamientos en el primer muestreo de la cuarta semana (17 de junio del 2017)

Tratamientos	Incidencia		Severidad	
	(%)		(%)	
1 Testigo	70,0	b	27,5	a
2 P ₁	72,5	b	30,5	a
3 P ₂	82,5	ab	29,5	a
4 MM	70,0	b	23,0	a
5 C. Rizósfera	87,5	a	29,5	a
6 B. meconio	75,0	ab	30,5	a
7 M6	67,5	b	22,5	a
8 P ₂ O ₅	72,5	b	24,0	a
C. V. (%)	1,00		1,53	
Error Típico	0,07		0,07	

* Valores con letras desiguales en las columnas difieren por la prueba de Tukey (P≤0,05).





Datos tomados en bloques al azar en cada uno de los tratamientos (Fuente: Propia)

En el muestreo de la semana 8 la incidencia de los síntomas de carencia fósforo fue menor en Los tratamientos Caldo Rizósfera y M6 se diferenciaron del testigo, el biopreparado P1 y del tratamiento con P₂O₅, mientras que los tratamientos MM y P2 quedaron intermedios al no diferir de los de mayor y menor incidencia. En cuanto la severidad se observó una situación similar, los tratamientos de menor nivel los fueron Caldo Rizósfera y M6 y los de mayor nivel el testigo, P1 y P₂O₅, mientras que los tratamientos MM y P2 quedaron intermedios (Tabla 4).

Tabla 4. Incidencia y severidad de los síntomas de deficiencias de P en los diferentes tratamientos en el segundo muestreo el 15 de julio del 2017

Tratamientos	Incidencia		Severidad	
	%		%	
Testigo	77,5	a	30,0	a
P₁	65,0	abc	22,0	abc
P₂	52,5	bc	19,0	bcd
MM	50,0	bc	18,5	bcd
C. Rizósfera	42,5	c	13,0	cd
B. meconio	80,0	a	25,5	ab
M6	52,5	c	14,0	d
P ₂ O ₅	72,5	ab	24,5	ab
C.V. (%)	2,01		0,96	
Error Típico	0,09		0,05	

* Valores con letras desiguales en las columnas difieren por la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Datos tomados en bloques al azar en cada uno de los tratamientos (Fuente: Propia)

En el tercer muestreo en la semana 12 de haber iniciado las aplicaciones los tratamientos con menor incidencia resultaron Caldo Rizósfera y M₆, aunque P₂ y el testigo no se diferenciaron de estos y el de mayor incidencia fueron P₂O₅, B. meconio, P₁ y MM que no se diferenciaron entre sí.

En cuanto al porcentaje de severidad Caldo rizosfera (10%) y M₆ (10%) presentaron los menores niveles, aunque P₂ no se diferenció de estos, y los

tratamientos de mayores niveles de severidad fueron MM y P₁ y P₂O₅, aunque P₂ y el testigo no se diferenciaron de estos (Tabla 5).

Tabla 5. Incidencia y severidad de los síntomas de deficiencias de P en los diferentes tratamientos en el tercer muestreo de la semana 12 (12 de agosto del 2017)

Tratamientos	Incidencia		severidad	
	%		%	
Testigo	82,5	bcd	24,0	ab
P₁	77,5	abc	33,0	a
P₂	80,0	bcd	27,5	abc
MM	90,0	ab	33,5	a
C. Rizósfera	35,0	cd	10,0	c
B. meconio	95,0	ab	34,0	a
M6	37,5	d	11,0	bc
P₂O₅	100,0	a	38,5	a
C.V. (%)	6,27		2,48	
Error Típico	0,18		0,08	

* Valores con letras desiguales en las columnas difieren por la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Datos tomados en bloques al azar en cada uno de los tratamientos (Fuente: Propia)

En el cuarto muestreo de la semana 16 la incidencia de los síntomas de carencia Fósforo fueron menores en los tratamientos Caldo Rizósfera y M₆ que se diferenciaron del testigo y del resto de los tratamientos, mientras que los mayores niveles de incidencia lo mostraron el testigo, el biopreparado P₁, el B. de meconio, MM y el tratamiento de P₂O₅, aunque P₂ se diferenció del testigo ni del tratamiento con P₂O₅. En cuanto la severidad se observó una situación similar, los tratamientos de menor nivel los fueron Caldo Rizósfera y M₆ que se diferenciaron del resto de los tratamientos. Le siguieron en segundo orden P₂O₅ y P₂ que se diferenciaron del resto de los tratamientos excepto de MM, mientras que los que mayor severidad presentaron fueron el Testigo, MM y B. de meconio que no se diferenciaron entre sí (Tabla 6).

En el quinto muestreo de la semana 20 la incidencia de los síntomas de carencia fósforo fueron menores en los tratamientos





Caldo rizosfera y M6 que se diferenciaron del testigo y del resto de los tratamientos. Los mayores niveles de incidencia los presentaron el testigo y el tratamiento P₂O₅, mientras que los biopreparados P₁, P₂, MM y el B. de meconio quedaron intermedios al diferir de los dos tratamientos de mayores valores de incidencia y de los menores. En cuanto la severidad se observó que los tratamientos de menor nivel los fueron Caldo Rizósfera y M6 que se diferenciaron del resto de los tratamientos. Le siguieron en segundo orden P₂O₅ y P₁, aunque P₂ no se diferenció de este último. Los tratamientos de mayor severidad fueron B. de meconio y el Testigo que no se diferenciaron entre sí, aunque el B. de meconio no se diferenció de MM (Tabla 7).

Tabla 6. Incidencia y severidad de los síntomas de deficiencias de P en los diferentes tratamientos en el cuarto muestreo de la semana 16 (09 de agosto del 2017)

Tratamientos	Incidencia		Severidad	
	%		%	
Testigo	95,0	a	46,0	a
P₁	85,0	ab	30,5	bc
P₂	77,5	b	25,0	c
MM	87,5	ab	41,0	abc
C. Rizósfera	40,0	c	12,0	d
B. meconio	95,0	ab	39,0	ab
M6	37,5	c	8,0	d
P₂O₅	95,0	a	27,0	c
C.V. (%)	2,41		1,63	
Error Típico	0,12		0,07	

* Valores con letras desiguales en las columnas difieren por la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Datos tomados en bloques al azar en cada uno de los tratamientos (Fuente: Propia)

Tabla 7. Incidencia y severidad de los síntomas de deficiencias de P en los diferentes tratamientos en el quinto muestreo de la semana 20 (07 de octubre del 2017)

Tratamientos	Incidencia		Severidad	
	%		%	
Testigo	100,0	a	63,5	a
P₁	95,0	b	37,0	de
P₂	92,5	b	42,0	cd

MM	92,5	b	48,5	bc
C. Rizósfera	32,5	c	7,0	f
B. meconio	95,0	b	55,5	ab
M6	30,0	c	6,0	f
P₂O₅	85,0	a	26,5	e
C.V. (%)	1,08		0,99	
Error Típico	0,08		0,05	

* Valores con letras desiguales en las columnas difieren por la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Datos tomados en bloques al azar en cada uno de los tratamientos (Fuente: Propia)

Los biopreparados Caldo Rizósfera y M₆ demostraron poseer mejor potencial para sustituir la carencia de fósforo lo que se atribuye a que porque su producción se realiza a partir de microorganismos eficientes (Castellanos et al., 2018) que permiten solubilizar mejor los elementos para que la planta los absorba con mejor facilidad. Estos autores demostraron que los bioproductos Caldo Rizósfera y M₆ contienen hongos, actinomicetos y bacterias capaces de solubilizar el fósforo.

La dinámica de la variable incidencia en el tiempo durante el transcurso del experimento puso de manifiesto que las curvas de los biopreparados de Caldo Rizósfera y M₆ tuvieron una tendencia a la disminución descendiendo desde más de 60% de incidencia a 30%, mientras que los demás tratamientos las curvas se mantuvieron oscilando con una tendencia ligera al aumento de forma similar al testigo demostrando que no fueron eficaces para suplir la carencia de fósforo (Figura 1).

La dinámica de variable severidad de los síntomas en el tiempo, mostró una situación similar a la incidencia, ya que las curvas de los biopreparados de Caldo Rizósfera y M₆ manifestaron una tendencia a la disminución reduciéndose desde valores mayores a 20 % hasta valores entre 10 y 11% , mientras que en los demás tratamientos las curvas se mantuvieron oscilando con una tendencia al aumento, siendo más pronunciada la pendiente en el testigo, ratificando que solo Caldo



Rizósfera y M_6 fueron eficaces para suplir la carencia de fósforo (Figura 2).

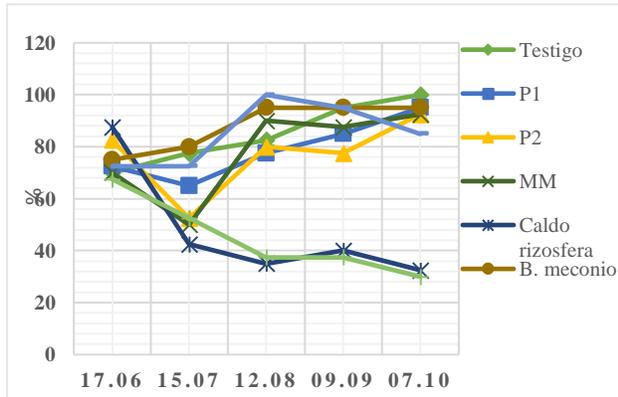


Figura 1. Dinámica de la Incidencia los síntomas de deficiencia de P en los tratamientos en los diferentes muestreos realizados. (Fuente: Propia)

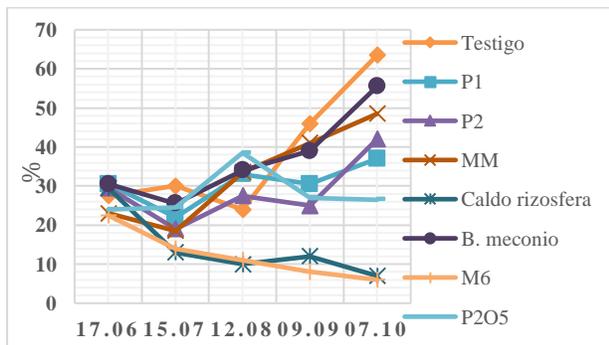


Figura 2. Dinámica de la severidad de los síntomas de deficiencia de P en los tratamientos en los diferentes muestreos realizados. (Fuente: propia)

La evaluación total durante cinco meses de aplicar los productos orgánicos se logró verificar que en cada recuento los biopreparados presentan mejores beneficios en cuanto a sustituir las necesidades de P y los costos son más rentables comparados con el químico, también confrontados con el testigo es mejor hacer la aplicación de los productos orgánicos.

Los resultados con los dos bioproductos obtenidos localmente y la mejora de los suelos con la aplicación inicial de materia orgánica, permiten la disminución de

fertilizantes fosforado de origen químico, permiten disminuir los residuos en la fruta de fresa y el imcatto negativo en el medioambiente.

En el 2010 se realizó un trabajo comparando cultivo de fresa con manejo orgánico y otro con manejo químico ambos bajo invernadero, el cual obtuvo como resultado que el manejo orgánico donde se aplicaron los microorganismos eficientes estos permitían a largo plazo la asimilación de los elementos nutricionales, mientras que el tratamiento químico con el sistema de riego se producía un lavado del fósforo por escorrentía (Chiqui & Lema, 2010).

Los biopreparados Caldo Rizósfera y M_6 manifestaron los mayores valores de concentración de fósforo en el área foliar, demostrando diferencias con el testigo y con los demás tratamientos. Las menores concentraciones se obtuvieron para el testigo y los tratamientos con P_1 y P_2O_5 , mientras que los tratamientos P_2 , MM y B. meconio presentaron un resultado intermedio de la concentración de fósforo (Tabla 8).

Tabla 8. Concentración de fósforo en el área foliar en cada tratamiento

Tratamiento	mg/kg de peso de P_2O_4 (ppm)
Testigo	9,5 c
P_1	17,7 c
P_2	21,2 bc
MM	22,1 bc
C. Rizósfera	35,3 a
B. meconio	21,3 bc
M_6	33,3 ab
P_2O_5	16,7 c
C. de Variación (%)	20,01
Error Típico	2,68

Datos de la concentración de fósforo de la media para cada tratamiento tomada de los bloques al azar (Fuente: Propia)





Estos resultados demuestran que bajo las condiciones de los suelos en estudio el P_2O_5 químico no resuelve la fertilización fosfórica, en primer lugar por lo bajo del pH que se fija al Aluminio y al hierro, en segundo lugar por la concentración baja de materia orgánica y el posible lavado de P_2O_5 por las lluvias frecuentes durante la etapa del experimento, a diferencia de algunos de los otros tratamientos en que se favoreció la eficiencia de la absorción de P del suelo cuando se aplicaron microorganismos solubilizadores de P, presentes en M6 y Caldo Rizósfera (Castellanos et al., 2017), así la materia orgánica aplicada, que permitan condiciones apropiadas para su desarrollo y función benéfica.

Se determinó un coeficiente de correlación significativa y negativa de 0,76 para la relación concentración de P en el área foliar/incidencia, y significativa y negativa de 0,70 para la relación concentración de P en el área foliar/severidad al final del experimento.

Se obtuvieron modelos de regresión lineales de la concentración de P en función de la incidencia y severidad de los síntomas de deficiencias de P con coeficientes de determinación mayor de 0,5 (Tabla 9), o sea, que permiten explicar la variable dependiente de las independientes con un 50% o más de confiabilidad, que si no es alto, da una medida de las relaciones que pudieran establecerse a futuro para que los agricultores puedan estimar los niveles de P en la parte aérea del cultivo de fresa en función de la manifestación de los síntomas y tomar acciones para corregir la carencia.

En un trabajo comparando con cultivos de Fresa con manejo orgánico y otro con manejo químico ambos bajo invernadero fueron más costoso el manejo orgánico, pero con la producción se recompensó lo invertido (Chiqui & Lema, 2010).

Tabla 9. Resultados de análisis de correlación y regresión entre concentración de fósforo y la incidencia y severidad de los síntomas de la deficiencia de P al final del experimento

Variable		r	R ²	Modelo
Depend.	Indepen.			
Concentración de fósforo (C)	Incidencia (I)	-0,76	0,57	C=45,44-10,04(I)
	Severidad (S)	-0,70	0,50	C=38,82-13,66(S)

r: coeficiente de regresión

R²: Coeficiente de Determinación

Datos de las variables de la concentración de fósforo en cuanto a la correlación y determinación de cada independiente (Fuente: Propia)

Se realizó un trabajo de microorganismos benéficos como biofertilizantes en tomate, causando efectos positivos del estado nutricional de las plantas, aumentando en un 11% comparados con el testigo, obteniendo un gran nivel en las raíces de rizósfera (Alfonso, Leyva, & Hernández, 2005).

En un diseño experimental comparando tres formas de fertilizar el cultivo de fresa bajo invernadero, una química, otra orgánico-mineral y la última orgánica. Presentando mejores resultados el experimento de orgánico-mineral en cuanto a crecimiento de corona, número de estolones, frutos y hojas. Comparados con los demás ensayos (Romero et al, 2012; Vanegas et al, 2017) Rosatto, Castellanos, Caione, de Mello Reyes & Silva (2014) recomendaron también el uso de biofertilizantes orgánicos y una fuente de materia orgánica para aumentar la solubilización del fósforo.

Sería recomendable validar en áreas más extensas del cultivo de la fresa el empleo de los bioproductos M6 y Caldo Rizósfera como alternativas orgánicas para suplir las deficiencias de fósforo en este cultivo de fresa acompañado con la aplicación de Materia Orgánica, así como continuar los estudios de los biopreparados que produce ASPAGRO en otros cultivos donde se





presentes dificultades con la disponibilidad del fósforo con énfasis en M6 y Caldo Rizósfera, en aras de incorporar nuevas alternativas locales no químicas a la producción agrícola en el municipio de Pamplona.

4. CONCLUSIONES

De los seis productos orgánicos y el químico probados, se comprobó que Caldo Rizósfera y M₆ presentaron las mejores respuestas para disminuir la incidencia y severidad de la deficiencia de fósforo, comparados con el testigo y los demás tratamientos.

Los tratamientos Caldo Rizósfera y M₆ se destacaron con relación a la mayor concentración de fósforo foliar, variable que demostró una correlación negativa y significativa con la incidencia y la severidad de los síntomas de la deficiencia de fósforo en los diferentes tratamientos al finalizar el experimento.

Referencias Bibliográficas

- Alfonso, E., Leyva, A., & Hernández, A. (2005). Microorganismos benéficos como biofertilizantes eficientes para el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). *Revista colombiana de Biotecnología*, 47-54.
- BID, B. I. (2009). Manual Práctico de Uso de EM. Convenio Fondo Especial de Japón. *BID ATN/JO-10792 UR. Uruguay.*, 35.
- 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.
- Casierra, F. 2011. Crecimiento y eficiencia fotoquímica del fotosistema ii en plantas de fresa (*fragaria* sp.) afectadas por la calidad de la luz: implicaciones agronómicas. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 43-53.
- Castellanos, L., Céspedes, Sequeda, A., Mendoza, J.E., & Niño, L.J. 2018. Caracterización microbiológica de cinco biopreparados artesanales. *Revista Científica Agroecosistemas.* , 6(3), 57-65.).
- 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. *Agromomía Costarricense*, 21-36.
- Chiqui, F., & Lema, M. (2010). Evaluación del rendimiento en el cultivo de fresa (*Fragaria* sp) variedad oso grande, bajo invernadero mediante dos tipos de fertilización (orgánica y química) en la parroquia Octavio Cordero Palacios, Cantón Cuenca (Bachelor's thesis). *Universidad politecnica saleciana*, 68-79.
- Estrada, E., & Iris, L. (2011). Respuestas bioquímicas en fresa al suministro de fósforo en forma de fosfito. *Revista Chapingo. Serie horticultura.*
- 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.
- Lara, C., & Negrete, J. (2015). Efecto de un bioinoculante a partir de consorcios microbianos nativos fosfato solubilizadores, en el desarrollo de pastos Angleton (*Dichanthium aristatum*). *Revista Colombiana de Biotecnología*, 122-130.
- López, R. (2014). Las prácticas agrícolas de la Asociación Flores y Frutas de Huachi Grande y su incidencia en la calidad y productividad de fresas (*fragaria vesca*) variedad albión. (*Master's thesis*)., 150-185.





- Luna, L. (2001). Producción, uso y manejo de bioestimulantes, abonos orgánicos, acondicionadores, y biofertilizantes a partir de fuentes no convencionales. *CORPOICA*, 58.
- Mahecha, G.J., Castellanos, L. & Céspedes, N. 2019. Incidencia y severidad de los síntomas de deficiencia de fósforo en el cultivo de fresa en las condiciones de Pamplona. 46, (1), 58-61.
- 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.
- Meneses, V. B., Álzate, D. y Mosquera, J. (2016). Sistema de optimización de las técnicas de planificación en agricultura de precisión por medio de drones. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*. ISSN 1900-9178. Volumen (7), Numero (2). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v2.n2.2016.3268>
- Moreno, W. (2011). Aplicación de dos fosfitos artesanales en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca L.*) Cevallos, Ecuador. *universidad técnica de ambato*, 84-93.
- 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>
- Rivera, H. U., Castellanos, C. y Ibarra, A. (2017). Caracterización y cuantificación de los residuos sólidos realizado en el municipio de pamplona, N de S, Colombia. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*. ISSN 1900-9178. Volumen (8), Numero (1).
- DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v2.n2.2017.3280>
- Romero, C. Ocampo-Mendoza, J., Sandoval-Castro, E., & Tobar-Reyes, J.R. 2012. Fertilización Orgánica-Mineral y Orgánica en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananasa Duch.*) bajo condiciones de invernadero. *Ra Ximhai*, 8, (3), 41-49.
- Romero, C., & et al. (2012). Fertilización Orgánica-Mineral y Orgánica en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananasa Duch.*) bajo condiciones de invernadero. *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo sustentable*, 41-49.
- Rosatto, L., Castellanos, L., Caione, G., de Mello, R., Reyes, A., & Silva, N. (2014). Solubilización de fuentes de fósforo asociadas a un compuesto orgánico enriquecido con biofertilizantes. *Agrociencia*, 489-500.
- Vanegas, D., Ramón, A. A. y Lizarazo, A. K. (2017). Comunidad y cultura ambiental. dinámicas de potenciación para un desarrollo sostenible y corresponsable. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*. ISSN 1900-9178. Volumen (8), Numero (1). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v1.n1.2017.3271>
- Villamizar, C y Fernández, D. (2015). CARACTERIZACIÓN DE LOS PRODUCTORES DE DURAZNO (*PRUNUS PÉRSICA (L) BATSCH*) EN LAS PROVINCIAS DE PAMPLONA Y RICAURTE, NORTE DE SANTANDER. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*. Volumen (6), Numero (1). <https://doi.org/10.24054/19009178.v1.n1.2015.3226>

