

Artículo de investigación

## Alternativas para el control de la hernia de las crucíferas en coliflor en el municipio Mutiscua, provincia de Pamplona, Norte de Santander

Alternatives for the control of club root disease of crucifers in in broccoli in Mutiscua municipality, Pamplona province, Norte de Santander

Castellanos Leónides<sup>1</sup>; Martínez Geraldine<sup>2</sup>; Castro María H.<sup>3</sup>; Villamizar Cristhian<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Ingeniero Agrónomo, PhD. Programa de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona, Dirección: Vía A Bucaramanga #km 1, Pamplona, Norte de Santander. Código postal: 543058. Tel: (+573166993265). Correo: [lclcastell@gmail.com](mailto:lclcastell@gmail.com). Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9285-4879>. <sup>2</sup>Ingeniero Agrónomo en ejercicio libre. Pamplona, Norte de Santander. Código postal: 543058. [geraldinepedraza9@gmail.com](mailto:geraldinepedraza9@gmail.com), <sup>3</sup>Ingeniero Agrónomo. en ejercicio libre. Pamplona, Norte de Santander. Código postal: 543058. [mahecaspin@gmail.com](mailto:mahecaspin@gmail.com) <sup>4</sup>Ingeniero Agrónomo. Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola (ASOHOFrucol) Pamplona, Norte de Santander. Código postal: 543058. [jairvillamizar27@gmail.com](mailto:jairvillamizar27@gmail.com).

### RESUMEN

La hernia de la col es la enfermedad más importante de las crucíferas y no tiene un control biológico eficaz. El objetivo del presente trabajo fue de evaluar alternativas preventivas para el manejo de *Plasmodiophora brassicae* Wororin en crucíferas en las condiciones de Mutiscua, Norte de Santander, donde la enfermedad constituye un serio problema. Se desarrolló una investigación de tipo experimental en una parcela de coliflor en el municipio Mutiscua, provincia de Pamplona, Norte de Santander. Se condujo el experimento en un campo de coliflor de la finca Las Tiendas en la vereda Sucre, estableciendo ocho tratamientos en un diseño de bloque al azar. Se comparó la eficacia de dos bioproductos (*Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis*) con dos dosis, un enraizador A.I.A. (Hormonagro) con dos dosis, aplicados a partir de los 8 días del trasplante, la cal agrícola como práctica de producción y un testigo. Ni los tratamientos de *T. harzianum* y *B. subtilis*, ni el enraizador hormonagro aplicados a partir de los 8 días del trasplante ejercieron control sobre la hernia de la col, ni tampoco influyeron sobre la incidencia y severidad de la enfermedad en el follaje y las raíces, ni sobre el número de hojas, solo se observó superioridad a la quinta semana para la altura de las plantas en los tratamientos con cal, *T. harzianum* a la dosis normal y Hormonagro al 150% de la dosis recomendada. Es necesario enforzar los tratamientos de otra forma para ver las posibilidades de mejorar la eficacia contra la enfermedad.

**Palabras clave:** *Brassica oleracea* var. *italica*, *Plasmodiophora brassicae*, control alternativo, antagonistas, enraizante

### ABSTRACT

Club root disease is the most important disease of crucifers and does not have an effective biological control. The objective of this work was to evaluate preventive alternatives for the management of *Plasmodiophora brassicae* Wororin in broccoli in the conditions of Mutiscua, Norte de Santander, where the disease constitutes a serious problem. An experimental research was carried out in a cauliflower plot in the Mutiscua municipality, Pamplona province, Norte de Santander. The experiment was conducted in a cauliflower of the Las Tiendas farm in Sucre field, establishing eight treatments in a randomized block design. The efficacy of two bioproducts (*Trichoderma harzianum* and *Bacillus subtilis*) with two doses was compared, a rooting agent A.I.A. (Hormonagro) with two doses, applied 8 days after transplantation, agricultural lime as a production practice and a control. Neither the *T. harzianum* and *B. subtilis* treatments, nor the hormonal rooting agent, applied 8 days after transplantation, exerted control against club root, nor did they influence the incidence and severity of the disease in the foliage and the roots, nor on the number of leaves, superiority was only observed at the fifth week for the height of the plants in the treatments with lime, *T. harzianum* normal at dose and Hormonagro at 150% of the recommended dose. Treatments need to be approached in another way to see the possibilities of improving efficacy against the disease.

**Keywords:** *Brassica oleracea* var. *italica*, *Plasmodiophora brassicae*, alternative control, antagonists, rooting

Recibido: 21-06-2019

Aceptado: 01-08-2019

Publicado: 03-08-2019

Autor de correspondencia: Castellanos Leónides. Programa de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona, Dirección: Vía A Bucaramanga #km 1, Pamplona, Norte de Santander. Correo: [lclcastell@gmail.com](mailto:lclcastell@gmail.com)

## Introducción

La hernia de las crucíferas, causada por el protozoo *Plasmodiophora brassicae* Wororin afecta a las plantas de la familia Brassicaceae tales como coliflor, brócoli, repollo, entre otras, causando afecciones en las raíces al propiciar la elongación y división celular en los hipocótilos y la formación de agallas en las raíces de las plantas. Como resultado, las plantas infectadas no pueden obtener suficiente agua y nutrientes (Pengjie et al., 2019).

El municipio de Mutiscua Norte de Santander, cuya característica principal es la siembra de hortalizas entre ellas las crucíferas como: brócoli, coliflor y repollo (Mutiscua, 2018), ha sido afectado desde hace años por el patógeno de *P. brassicae*, ocasionando con ello pérdidas a los agricultores, al llegar a devastar gran parte de estos cultivos impidiendo volver a sembrar en ellos especies susceptibles. Debido a esto, se ha disminuido en algunas veredas el área de siembra de las crucíferas ocasionando una falta de oferta y conllevando a que los precios aumenten. Otra causante de la diseminación de patógeno *P. brassicae* en la zona, tiene que ver con las malas prácticas agrícolas de los productores en las diferentes veredas y la forma en que tratan de mitigar esta problemática, realizando tratamientos al suelo con productos altamente tóxicos que atentan la micro, meso y microbiota del suelo, generando así, un impacto negativo en la fertilidad de este.

La coliflor común (*Brassica oleracea* L. var *botrytis*) posee una raíz principal gruesa, de un diámetro que, en el máximo de su desarrollo, alcanza entre 4 y 8 cm. De ella salen abundantes raíces secundarias que raramente se ramifican, por lo que su sistema radicular es bastante reducido en comparación con la parte aérea (Cotrina, 2003) por lo que la afectación por el protozoo reduce sustancialmente las cosechas. La coliflor requiere de temperaturas frescas mensuales de 15 a 20 °C pudiendo soportar heladas, las altas temperaturas traen como consecuencia una pobre calidad para la producción de la inflorescencia (cabezas) tornándose amarillentas y flojas, y también requiere de humedad alta (clima lluvioso y fresco) (Zamora, 2016), por lo que es un cultivo que se desarrolla con éxito en Mutiscua.

Teniendo en cuenta la ubicación geográfica de municipio de Mutiscua, con una gran extensión del perteneciente al páramo de Santurbán (Mutiscua, 2018), hace que se incrementen los riesgos del impacto ambiental con los cultivos de hortalizas y es donde se centraría la solución a la problemática fitosanitaria en la presente investigación. Es por este motivo, que se pretende evaluar alternativas biológicas y amigables con la capa edáfica, esperando mitigar los daños causados por este patógeno. Hasta el momento esta enfermedad no tiene un control efectivo en la zona, a pesar de aplicarse cal agrícola para subir el pH y de esta forma atenuar los efectos de la enfermedad (Niwa et al., 2017).

Profundizar sobre la acción de *Trichoderma* spp. se hace necesario, ya que es un hongo antagonico contra

microorganismos patógenos de las plantas, por su capacidad para producir secreciones enzimáticas tóxicas extracelulares que causan desintegración y muerte en hongos fitopatógenos (Villegas, 2015) y también de nemátodos (Pérez et al., 2011). *B. subtilis*, es una bacteria antagonica la cual produce metabolitos secundarios, con propiedades antifúngicas, supresores efectivos contra diversos fitopatógenos (Ariza y Sánchez, 2012).

El objetivo del presente trabajo fue de evaluar alternativas biológicas con *Trichoderma* spp. y *B. subtilis* para el manejo de *P. brassicae* en coliflor en las condiciones de Mutiscua, Norte de Santander, donde la enfermedad constituye un serio problema.

## Materiales y métodos

Se desarrolló una investigación del tipo experimental en una parcela de coliflor en el municipio Mutiscua, provincia de Pamplona, Norte de Santander. El área estaba ubicada en la vereda el Sucre finca Las Tiendas cuyas coordenadas son: 7°33'68.271"N 72°76'40.000"W (Figura 1), en la cual se implementó el cultivo en el periodo comprendido entre el 15 de septiembre hasta el 13 de diciembre de 2018.



Figura 1. Ubicación espacial parcela coliflor. Tomado de Google Earth 2019

### Diseño experimental

Se estableció el cultivo de coliflor con un diseño completamente al azar, donde se implementaron 8 tratamientos cada uno con 3 repeticiones, para un total de 24 unidades experimentales de 6m<sup>2</sup> cada una.

### Tratamientos en estudio

En la tabla 1 se detallan los tratamientos objetos de estudio, con las respectivas dosis las cuales fueron calculadas según la recomendación de la etiqueta de cada producto.

Tabla 1. Descripción del tratamiento y la dosis primer ciclo de siembra.

Tratamientos	Descripción	Dosis
T1	<i>T. harzianum</i> comercial	16,2 g
T2	<i>T. harzianum</i> comercial+50%	24,3 g
T3	<i>B. subtilis</i> comercial	1,8 g
T4	<i>B. subtilis</i> comercial+50%	2,7 g
T5	Hormonagro comercial A.N.A	0,45 cm <sup>3</sup>
T6	Hormonagro comercial+50%	0,7 cm <sup>3</sup>
T7	Cal	3 kg
T8	Testigo	-----

Las aplicaciones de los diferentes productos se realizaron a los 8 días después del trasplante dirigidas a la zona radicular de cada planta, las cuales continuaron con una periodicidad semanal hasta la formación de la inflorescencia.

#### Evaluación del experimento

La toma de datos inició a los quince días después del trasplante y se continuó con una frecuencia semanal hasta el inicio de la cosecha., teniendo registro de las siguientes variables:

Incidencia de la enfermedad en la planta: Se llevó el registro de 20 plantas seleccionadas al azar utilizando la fórmula que se presenta a continuación:

#### Número de plantas afectadas

$$\% \text{ de Incidencia} = \frac{\text{Número de plantas afectadas}}{\text{Número de plantas evaluadas}} * 100$$

#### Severidad de la enfermedad en la planta

Se evaluó el desarrollo de la enfermedad mediante una escala propuesta Strelkove (2006), modificada por los autores, El índice de enfermedad (ID) se calculó utilizando la fórmula descrita a continuación:

$$\sum (nx_0 + nx_1 + nx_2 + nx_3)$$

$$ID\% = \frac{\sum (nx_0 + nx_1 + nx_2 + nx_3)}{N \times 3} * 100\%$$

Donde:

n: es el número de plantas afectadas en los diferentes grados de la escala

N: es el número total de plantas en una unidad experimental  
La escala empleada para evaluar los síntomas aparece en la Tabla 2 (Strelkove, 2006).

Tabla 2. Descripción de la escala cualitativa, según síntomas en la planta

Escala	Descripción
0	Planta sana
1	Síntomas en hojas, marchitez incipiente
2	Síntomas avanzados, amarillamiento en hojas, marchitez avanzada
3	Planta muerta

0, 1, 2, y 3 las clases de gravedad de los síntomas.

#### Altura de la planta

Se determinó en las veinte plantas seleccionadas al azar en cada una de las parcelas, midiendo desde la base del suelo, hasta el ápice de la última hoja.

#### Número de hojas

Se llevó un conteo de la emisión de hojas en las veinte plantas seleccionadas al azar en cada una de las parcelas

#### Incidencia en raíces

Ésta se determinó dos días después de la cosecha de cada una de las plantas evaluadas, aplicando la fórmula que se presenta a continuación:

#### Número de raíces afectadas

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{Número de raíces afectadas}}{\text{Número de raíces evaluadas}} * 100$$

#### Severidad en raíces

Se evaluó el desarrollo de la enfermedad mediante una escala propuesta por Horiuchi y Ori y modificada por Strelkove (2006).

El índice de enfermedad (ID) se calculó utilizando la fórmula descrita a continuación:

$$ID\% = \frac{\sum (nx_0 + nx_1 + nx_2 + nx_3)}{N \times 3} * 100\%$$

Donde:

n: es el número de raíces afectadas en los diferentes grados  
N: es el número total de raíces en una unidad experimental  
0, 1, 2, y 3 las clases de gravedad de los síntomas.

La escala empleada para evaluar los síntomas aparece en la Tabla 3 (Strelkove, 2006).

Tabla 3. Descripción de la escala cualitativa, según daños en las raíces

Escala	Descripción
0	Raíz sana
1	Hernias de tamaño pequeño, menos de un 25% de la raíz afectada
2	Hernias de tamaño mediano en un 50% de la raíz
3	Hernias de tamaño medio a gran tamaño en más del 50% de la raíz

Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE): Al final del experimento se determinó en cada parcela según el método de Campbell y Madden (1990), para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

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

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

#### Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza en las variables fitosanitarias y morfométricas, se comprobaron las medias por la prueba de Tukey con una probabilidad de error ( $P \leq 0,05$ ), mediante el paquete estadístico SPSS versión 21. Los datos en porcentajes fueron transformados en  $2\text{arccosen}\sqrt{\%/100}$

## Resultados y discusión

### Incidencia de la enfermedad

La incidencia de *P. brassicae* en el cultivo de coliflor, no presentó diferencia en ninguna de las semanas evaluadas, aunque en la semana 5 el porcentaje en el tratamiento 7 modificación de pH (cal) y *B. subtilis* (dosis alta) tuvieron menor incidencia relativa en comparación con los demás tratamientos pero sin diferencia estadística, para la semana 7 y 9 estos se mantuvieron con un porcentaje de incidencia relativamente menor a los demás, pero *B. subtilis* (dosis alta) tuvo porcentaje relativamente menor con referencia a la modificación de pH (Cal) pero sin diferencia estadística (Tabla 4).

### Severidad de la enfermedad

El comportamiento de la severidad de *P. brassicae*, no tuvo diferencia estadística significativa, sin embargo, en la semana

5 los tratamientos que presentaron menor porcentaje relativa fueron A.N.A (Hormonagro) tanto en dosis alta como en la dosis comercial para ambos, ya para la semana 7 y 9 los tratamientos con menor porcentaje de severidad relativo fueron *B. subtilis* en dosis alta y modificación de pH (Cal), mientras que el testigo tuvo el porcentaje relativo mayor (Tabla 5).

Tabla 4. Porcentaje de incidencia foliar en el Coliflor

Tratamiento	Incidencia $2\text{arccosen}\sqrt{\%/100}$		
	S5	S7	S9
<i>T. harzianum</i> comercial	0,87a	1,11a	1,72a
<i>T. harzianum</i> comercial+50%	0,92a	1,07a	1,75a
<i>B. subtilis</i> comercial	0,66a	0,66a	1,03a
<i>B. subtilis</i> comercial+50%	0,93a	1,21a	1,38a
Hormonagro comercial A.N.A	1,03a	1,16a	1,45a
Hormonagro comercial+50%	0,74a	1,01a	1,35a
Cal	0,29a	0,77a	1,14a
Testigo	0,64 a	0,89a	1,86a
CV	68,6	44,2	44,6
ET*	0,30	0,25	0,37

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

Tabla 5. Porcentaje de severidad foliar en el Coliflor

Tratamiento	Severidad $2\text{arccosen}\sqrt{\%/100}$		
	S5	S7	S9
<i>T. harzianum</i> comercial	0,45a	1,07a	1,72a
<i>T. harzianum</i> comercial+50%	0,29a	1,03a	1,75a
<i>B. subtilis</i> comercial	0,49a	0,66a	1,03a
<i>B. subtilis</i> comercial+50%	0,45a	1,12a	1,38a
Hormonagro comercial A.N.A	0,20a	1,11a	1,45a
Hormonagro comercial+50%	0,20a	0,85a	1,35a
Cal	0,29a	0,55a	1,14a
Testigo	0,35a	0,74a	1,86a
CV	61,4	40,9	23,5
ET*	0,17	0,16	0,12

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

Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE). La dinámica del ABCPE de *P. brassicae* tanto para la incidencia como para la severidad no mostró diferencia estadística, aunque el tratamiento de *B. subtilis* en dosis alta, evidenció un porcentaje relativo menor con el 2,30 en incidencia y 1,8 en severidad respecto a los demás

tratamientos. En este caso los porcentajes relativos mayores los presentaron los tratamientos *B. subtilis* dosis comercial con un 3,04 en incidencia y 2,71 en severidad y A.N.A (Hormonagro) dosis alta con 3,08 y 2,67 respectivamente (Tabla 6).

Tabla 6. ABCPE para las variables incidencia y severidad de la enfermedad

Tratamiento	ABCPE INC	ABCPE SEV
<i>T. harzianum</i> comercial	2,98a	2,64 a
<i>T. harzianum</i> comercial+50%	2,94a	2,63 a
<i>B. subtilis</i> comercial	2,30a	1,88 a
<i>B. subtilis</i> comercial+50%	3,04a	2,71a
Hormonagro comercial A.N.A	3,08a	2,67a
Hormonagro comercial+50%	2,81a	2,39a
Cal	2,65a	2,32a
Testigo	2,63a	2,21a
CV	17,6	21,4
ET	0,28	0,30

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

#### Altura de la planta y número de hojas

En cuanto a la altura de las plantas en los diferentes tratamientos en la semana 5 se obtuvo una diferencia, siendo el tratamiento de modificación de pH (cal) el mejor en esta variable con un porcentaje de 23,6 cm y aunque en las semanas 7 y 9 no hubo diferencia estadística significativa este tratamiento siguió comportándose como la mayor altura relativa con referencia a los demás. Para la variable en número de hojas no se obtuvo diferencia significativa puesto que desde la semana 5 a la 9 fue aumentando igualmente para todos los tratamientos (Tabla 7).

Tabla 7. Porcentaje de crecimiento en altura y número de hojas en la coliflor

Tratamiento	Altura de las plantas cm		# de Hojas	
	S5	S9	S5	S9
<i>T. harzianum</i> comercial	22,6a	38,2a	9,3a	11,73a
<i>T. harzianum</i> comercial+50%	22,2ab	38,5a	8,7a	11,36a
<i>B. subtilis</i> comercial	21,9ab	40,7a	9,0a	11,90a
<i>B. subtilis</i> comercial+50%	21,7abc	37,5a	8,8a	11,66a
Hormonagro comercial A.N.A	19,2bc	33,7a	8,5a	11,63a
Hormonagro comercial+50%	22,9a	37,8a	8,8a	12,06a
Cal	23,6a	43,1a	8,9a	11,83a
Testigo	18,9bc	40,3a	8,9a	12,16a
CV	4,90	13,85	7,01	4,47
ET*	0,61	3,09	0,36	0,30

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

En la literatura se han propuesto algunas alternativas preventivas de manejo de *P. brassicae* con el uso de *Trichoderma* y *B. subtilis* para el manejo de la enfermedad y los resultados han sido inconsistentes y contradictorios como este caso.

Botero (2016) evaluó el efecto de *Trichoderma asperellum* cepa Th034, *T. brevicompactum* cepa Th201 y *T. koningiopsis* cepa Th003 sobre la reducción de la hernia en repollo ‘Delus’. Para tal fin se llevaron a cabo experimentos en cuarto de crecimiento de plantas y en un campo infestado. Para los ensayos en cuarto de crecimiento, se emplearon dos concentraciones del patógeno, y *Trichoderma* se aplicó una o dos veces; la enfermedad se evaluó 60 días después de la inoculación. Se observó disminución de la enfermedad únicamente en bajas concentraciones del patógeno; la mayor reducción de la enfermedad se encontró con una sola aplicación de *T. koningiopsis* y *T. brevicompactum*. La reducción de la enfermedad por parte de *T. asperellum* fue proporcional al número de aplicaciones efectuadas

Para los ensayos en campo con *Trichoderma* esta autora aplicó una, siete o 14 veces durante el ciclo del cultivo, los resultados observados en campo no fueron tan concluyentes como los observados en condiciones controladas; no obstante, se observó disminución de la enfermedad cuando *T. brevicompactum* se aplicó 14 veces en el ciclo. De los resultados puede concluirse que *T. brevicompactum* exhibe potencial para el manejo de la hernia de las crucíferas cuando se aplica frecuentemente, mientras que cepas de *T. brevicompactum* o *T. koningiopsis* pueden ser potenciales para el manejo de la enfermedad en densidades bajas de inóculo del patógeno.

Con relación a *B. subtilis*, Pengjie (2019) evaluó la efectividad de diferentes períodos de control para la enfermedad de hernia de la col China. Una cepa muy potente de *B. subtilis*, XF-1, que se aisló de la rizosfera de coles chinas con incidencia severa de la enfermedad en la provincia de Yunnan, China, la cual tuvo fuertes efectos inhibitorios tanto en la supervivencia como en la germinación de las esporas en reposo de *P. brassicae* fue usada en los ensayos. Se evaluaron varias estrategias para administrar de manera eficiente la enfermedad en la col china, y se investigaron diferentes mecanismos. Las respuestas a la supresión de la hernia aumentaron con el aumento de la edad de las plántulas en condiciones de macetas y campos, y la tasa de pelo de la raíz no infecciosa aumentó con la inoculación de patógenos, lo que sugiere que la edad de las plántulas afecta la infección por *P. brassicae*. La aplicación del cultivo líquido de *B. subtilis* XF-1 para el tratamiento en la medida que fue pasando las etapas de desarrollo de las plántulas de col chinas infectadas disminuyó gradualmente el efecto de control. Por otra parte, empapando las semillas con *B. subtilis* se redujo la tasa de incidencia de la enfermedad y la incidencia de la enfermedad en un 40% y 69%, respectivamente. Estos

resultados indican que la prevención y el tratamiento por *B. subtilis* XF-1 en una etapa temprana es la mejor manera de reducir el daño causado por la enfermedad.

*Trichoderma*, continúa siendo por lo tanto un candidato importante para el manejo de la enfermedad por su capacidad para producir secreciones enzimáticas tóxicas extracelulares que causan desintegración y muerte en hongos fitopatógenos (Villegas, 2015) y también de nemátodos (Pérez et al., 2011), lo cual se puso en evidencia en los presentes resultados por la tendencia a ser relativamente mejores, aunque sin diferencia estadística, las variables para este antagonista. Sin embargo, por los resultados de Pengjie (2019) se hace necesario enfatizar en el control de la enfermedad en etapas tempranas del cultivo.

Con *B. subtilis*, teniendo en cuenta que es una bacteria antagonista la cual produce metabolitos secundarios, con propiedades antifúngicas, supresores efectivos contra diversos fitopatógenos (Ariza y Sánchez, 2012) y los resultados obtenidos en China (Pengjie, 2019) y teniendo en cuenta que existen en Colombia biopreparados comerciales a partir de varias cepas, pues se hace necesario continuar las investigaciones.

Por lo anterior es que se recomienda profundizar y realizar más investigaciones tratando las posturas y no comenzar los tratamientos en campos los 8 días del trasplante sino antes de realizar este. Por los resultados promisorios obtenidos con A.N.A. sería recomendable también mantenerlo en las futuras investigaciones, aplicándolo en etapas tempranas del cultivo, y tal vez en mezcla con los antagonistas.

También se hace necesario realizar estudios de laboratorio y en condiciones semi controladas con posturas, para precisar los mecanismos de acción de las diferentes cepas de los antagonistas, incluso no solo con productos comerciales, sino incluyendo cepas nativas de la localidad adaptadas a estas condiciones edafoclimáticas, y verificar su eficacia bajo el sistema de manejo agronómico de los agricultores, las especies y variedades de crucíferas y el potencial de inóculo del fitopatógeno en el suelo.

## Conclusiones

Los tratamientos de *Trichoderma harzianum* y *B. subtilis*, ni el enraizador Hormonagro aplicados a partir de los 8 días del trasplante no ejercieron buen control sobre la hernia de la col en el cultivo de coliflor, ni tampoco influyeron sobre la incidencia y severidad de la enfermedad en el follaje y las raíces, ni sobre el número de hojas, solo se observó superioridad estadística a la quinta semana para la altura de las plantas en los tratamientos con cal, *Trichoderma harzianum* dosis normal y A.N.A. al 150% de la dosis recomendada, lo que impone la necesidad de seguir las investigaciones con tratamientos a las posturas y al suelo antes del trasplante, probando la mezcla de los antagonistas con el enraizante.

## Agradecimientos

Los autores quieren agradecer al agricultor de la finca Las Tiendas y su familia por permitir realizar la investigación y por el apoyo prestado en todo momento.

## Referencias

- Ariza, Y, L. Sanchez, L. (2012). *Determinación de metabolitos secundarios a partir de Bacillus subtilis con efecto biocontrolador sobre Fusarium sp.* Nova - Publicación Científica en Ciencias Biomédicas vol.10 no. 18 pp.135 – 250, 2012. [https://www.researchgate.net/publication/316651734\\_Determinacion\\_de\\_metabolitos\\_secundarios\\_a\\_partir\\_de\\_Bacillus\\_subtilis\\_con\\_efecto\\_biocontrolador\\_sobre\\_Fusarium\\_sp](https://www.researchgate.net/publication/316651734_Determinacion_de_metabolitos_secundarios_a_partir_de_Bacillus_subtilis_con_efecto_biocontrolador_sobre_Fusarium_sp).
- Botero, A. (2016). *Effect of three Trichoderma species on clubroot disease in cabbage.* Universidad Nacional de Colombia Tesis para obtener el grado de magíster en Ciencias agrarias. Faculty of Agricultural Sciences, Agronomy Department. Universidad Nacional de Colombia.
- Cotrina, F. (2003). *Cultivo de la coliflor.* Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura y Pesca. Núm. 21181 HD Madrid. España. [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1981\\_21.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1981_21.pdf)
- Mutiscua, A. (2018). *Plan De Desarrollo Municipal 2016 – 2019.* Obtenido de [http://www.sisubregionalns.gov.co:8080/sis/files/sid\\_Desarrollo\\_territorial/PMD/SurOccidental/PDM\\_MUTISCU\\_A\\_2016-2019.pdf](http://www.sisubregionalns.gov.co:8080/sis/files/sid_Desarrollo_territorial/PMD/SurOccidental/PDM_MUTISCU_A_2016-2019.pdf)
- Niwa, R., Kumei, T., Nomura, Y., Yoshida, S. Osaki M., Ezawa, T. (2007). *Increase in soil pH due Ca-rich organic matter application causes suppression of the clubroot disease of crucifers.* Soil Biology & Biochemistry, 39 (3): 778-785.
- Pengjie, H., Wenyan, C., Shahzad, M., Xingyu, L., Yixin, W., Xumang, Y., Yueqiu, H. (2019). *Plasmodiophora brassicae root hair interaction and control by Bacillus subtilis XF-1 in Chinese cabbage.* Biological Control, 128, 56-63. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964418304456#!>
- Pérez, Y., Castellanos, L., y Almarales, M. (2010). *Manejo Integrado de nemátodos (Meloidogyne spp.) para hortalizas en casas de cultivos protegidos.* Tesis para obtener el grado de Máster en Agricultura sostenible: Universidad de Cienfuegos.
- Villegas, M. A. (2015). *Trichoderma Pers. Características generales y su potencial biológico en la agricultura sostenible. Soluciones con Biotecnología, Asociados con la Vida.* Orius Biotec SA. Lima. Perú. <https://www.oriusbiotech.com/escrito?nom=Trichoderma>

[pers. Características generales y su potencial biológico en la agricultura sostenible](#)

Zamora, E. (2016). *El cultivo de la coliflor. Serie guías - producción de hortalizas DAG/HORT-013*. Universidad de Sonora. México.  
<http://www.dagus.uson.mx/Zamora/COLIFLOR-DAG-HORT->

[013.pdf?fbclid=IwAR1AbRyFzUagntfg9umehJBwrxE1DRbEN6WAWNgCGVcThZqoBCPaP6-JI](#)

Zhang, F., Zou, Y. y Wu, Q. (2018). *Quantitative estimation of water uptake by mycorrhizal extraradical hyphae in citrus under drought stress*. *Scientia Horticulturae*, 229, 132-136.

Ciencia y Tecnología Agropecuaria es una revista publicada por la Universidad de Pamplona bajo la licencia: [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](#) (CC BY-NC-SA 4.0)

