

## ARTÍCULO ORIGINAL

### Efecto del producto biofertmex (*Glomus sp*) en el desarrollo y producción de un cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea*) en Zipaquirá, Cundinamarca

### Effect of the biofertmex product (*Glomus sp*) on the development and production of a spinach crop (*Spinacia oleracea*) in Zipaquirá, Cundinamarca

Deisy Katherine Fonseca<sup>1</sup>  Carlos Alberto Calderón Ricardo<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Programa de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias agropecuarias. Universidad de Cundinamarca, sede Facatativá.

Recibido: 04/09/2021

Aceptado: 22/12/2021

#### Como citar este artículo:

Fonseca D.K., Calderón-Ricardo C. A. (2021). Efecto del producto biofertmex (*Glomus sp*) en el desarrollo y producción de un cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea*) en Zipaquirá, Cundinamarca. Revista Ciencias Agropecuarias 7(2): 45-58

#### Resumen

La espinaca (*Spinacia oleracea*) es un cultivo con un ciclo aproximado de 55 a 75 días, forma un sistema aéreo (hojas y tallo), que es utilizado dentro de la cadena de comercialización para diferentes usos. Sin embargo, en algunos casos esta producción disminuye debido a factores como el tipo de suelo, programas de fertilización mal planificados, ataques de plagas y enfermedades, problemas hídricos, principalmente deficiencia o mala calidad del agua, debido a parámetros como el pH y la dureza, entre otros.

Por ello, es importante generar en la planta una estimulación que le permita principalmente una elongación en el sistema radicular y pueda absorber más nutrientes y así mejorar el área foliar, lo que conlleva un mayor número de hojas y, por tanto, un aumento del peso del producto final. En este sentido, el objetivo del artículo es presentar los resultados de la evaluación de la aplicación del hongo micorrizógeno en presentación comercial (Biofertmex), tomando como variables el desarrollo vegetativo (número, longitud de hojas y raíz), y los rendimientos

en la producción. Se establecieron tres tratamientos: testigo con 0,0 metros de micelio, 3 Lt/Ha: 9.900 metros de micelio (*Glomus sp*), 4 Lt/Ha con 13.200 metros de hongo. La aplicación de 4 Lt/Ha mostró los mejores resultados y aumentó el rendimiento de las plantas tratadas.

**Palabras clave:** desarrollo, hortaliza, peso, producción, producto.

## Abstract

Spinach (*Spinacia oleracea*) is a crop with a cycle of approximately 55 to 75 days, it forms an aerial system (leaves and stem), which is used within the commercialization chain for different uses; however, in some cases this production decreases due to factors such as soil type, poorly planned fertilization programs, pest and disease attacks, water problems, among others. For this reason, it is important to stimulate the plant to elongate the root system so that it can take in more nutrients and thus improve the leaf area, which leads to a greater number of leaves and therefore an increase in the weight of the final product.

In this sense, the purpose of the article is to present the results of the evaluation of the application of mycorrhizal fungus in commercial presentation (Biofertmex), having as variables the vegetative development (number, length of leaves, and root), production yields. Three treatments were established: control with 0.0 meters of mycelium, 3Lt/Ha: 9900 meters of mycelium of (*Glomus sp*), 4Lt/Ha with 13200 meters of fungus. The application of 4Lt/Ha showed the best results and increased the yield of the treated plants.

**Keywords:** development, vegetable, weight, production, product.

## Introducción

El cultivo de la espinaca (*Spinacia oleracea*) aporta beneficios al sector primario de la economía colombiana, generando ingresos principalmente para los pequeños y medianos productores; además, se ha convertido en una de las alternativas de empleo para los habitantes de las zonas donde se realiza este cultivo.

En Colombia, los departamentos productores son: Antioquia, Norte de Santander y Cundinamarca principalmente, que para el año 2013, según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, este último departamento contaba con 330 hectáreas sembradas y una producción de 7.074 toneladas, por lo que es importante implementar técnicas que permitan aumentar las cifras mencionadas y fomentar el establecimiento de cultivos de alto rendimiento.

Esta hortaliza requiere suelos con buen drenaje, aireación, porosidad y retención de humedad, ya que estos factores garantizan a la planta un óptimo desarrollo y crecimiento dentro del tiempo de producción, logrando los rendimientos establecidos para el cultivo [1]. Por otra parte, los suelos con texturas arcillosas impiden que las raíces tengan una elongación óptima, provocando una disminución longitudinal y limitando la captura de elementos inmóviles en el suelo, como el fósforo, que interviene en los procesos metabólicos de la planta para que pueda realizar todas sus funciones [1].

Lo anterior permite brindar apoyo a los productores en las diferentes zonas donde se siembra este producto, reduciendo así las importaciones y desarrollando estrategias para aumentar la producción.

Por otra parte, Biofertmex es un bioinsumo de uso agrícola tipo inoculante biológico a base de hongos micorrizogenos con el ingrediente activo micelio externo de MVA (*Glomus sp*) 3.300 metros/Lt y los ingredientes aditivos agua y arcilla; aumenta el sistema radicular y lo protege contra algunas enfermedades fúngicas. Su acción aumenta el rendimiento de los cultivos. También reduce el costo de adición de fertilizantes de síntesis química. Finalmente, aumenta la absorción de agua por el sistema radicular y mejora la absorción de nutrientes en el suelo como K, P, N, Cu, Zn, B, entre otros [13].

En este sentido, el objetivo de este artículo es documentar la evaluación de la aplicación del hongo micorriza (*Glomus sp*) en el desarrollo y producción de un cultivo de espinaca, ubicado en el municipio de Zipaquirá, departamento de Cundinamarca.

## Materiales y Métodos

### Diseño experimental

El cultivo de espinacas cuenta con 16.200 plantas, con un día de trasplante (plantas con 2 hojas verdaderas), sembradas a una distancia de 30 cm entre plantas, hongo micorrizógeno, biofertmex comercial, venturi y bomba de riego estacionaria.

Preparación de mezclas: T1: 10.8 CC, T2 14.4 CC de biofertmex en 10 litros de agua. El T0 no conto con aplicación de hongo micorrizógeno.

Las respectivas mezclas se aplicaron en riego directo al suelo (*drench*) utilizando un venturi y asegurando la aplicación en la base de la plántula trasplantada.

Se establecieron dos tratamientos y el testigo, dispuestos en la siguiente distribución y número de plantas: **T0** tratamiento control o testigo con 5.400 plantas, **T1** tratamiento de 3 Lt/Ha de hongo micorrizógeno biofertmex en una concentración de 9.900 metros de micelio de (*Glomus sp*) con 5.400 plantas y **T2** tratamiento de 4 Lt/Ha a una concentra-

ción de 13.200 metros de hongo micorrizógeno biofertmex con 5.400 plantas, para un total de 16.200 plantas de espinaca.

### VARIABLES Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

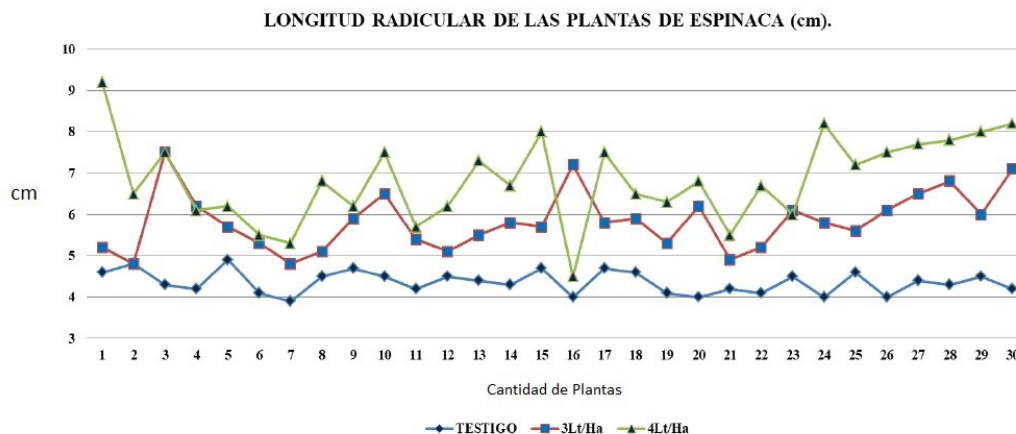
Se establecieron seis parámetros para la recolección de datos. Para los parámetros 1: longitud radicular, 2: número de hojas y 3: longitud foliar, se muestrearon 30 plantas por tratamiento a los 17 días del ciclo; para el parámetro 4: longitud foliar, se tomaron 30 plantas por cada uno de los tratamientos en el momento de la cosecha; para el parámetro 5: peso fresco (muestreo destructivo), se tomaron 4 plantas por cada tratamiento y se pesaron la raíz, el tallo y las hojas por separado; y, por último, el parámetro 6: peso fresco en cosecha, se pesaron 30 plantas por tratamiento en el momento de la cosecha para pesar toda la planta. El tratamiento de los datos obtenidos en los parámetros 1, 2,

3, 4 y 5 se realizó mediante estadística descriptiva. El parámetro 6 se analizó mediante la prueba ANOVA de una línea y se correlacionó con las pruebas TUKEY y DUNNETT, con el programa minitab software statistics.

## Resultados

### Desarrollo radicular

Con el muestreo realizado a los 17 días después de la siembra de las plantas de espinaca (*Spinacia oleracea*), se identificó el crecimiento radicular en las plantas que comprenden los tres tratamientos establecidos (ver Figura 1); obteniendo que el tratamiento testigo (T0) presentó un promedio de 4,4 cm, seguido del tratamiento (T1) de 3 Lt/ha de biofertmex con 5,8 cm y, finalmente, el mayor crecimiento radicular se observó en las plantas del tratamiento (T2) de 4 Lt/ha de biofertmex con 6,8 cm.



**Fig. 1.** Desarrollo radicular en plantas de espinaca tratadas con diferentes concentraciones de biofertmex

Fuente: Autores

### Número y longitud de hojas

El número de hojas presentes en las plantas de espinaca (*Spinacia oleracea*), que conforman los tres tratamientos, se identificó con el muestreo realizado a los 17 días después de la siembra de las plantas (ver Figura 2). En este se encontró que el promedio de hojas para el tratamiento testigo (T0) es de 14, seguido del tratamiento (T1) de 3 Lt/Ha de biofertmex con 12 hojas y, finalmente, el tratamiento (T2) de 4 Lt/Ha donde las plantas desarrollaron la menor cantidad de hojas con un promedio de 10.

En el muestreo realizado al momento de la cosecha, la variable (número de hojas) presentó diferencias en sus promedios a los 17 días, debido a que la planta de espinaca en su fase fenológica realiza el desarrollo de la cantidad definitiva de hojas en los primeros 7 y 15 días, para luego hacer elongación de estas y generar la altura esperada entre los 40 y 55 días [2].

En los datos obtenidos para la variable longitud foliar durante el primer muestreo (17 días después de sembrar las plantas), se obtuvo que el tratamiento que presentó mayor longitud fue el de 4 Lt/Ha con un promedio de 15,2 cm, seguido por el de 3 Lt/Ha con 14,4 cm y finalizando con el tratamiento testigo con 14 cm. Esto permite sugerir que la dosis de 4 Lt/Ha permitió a las plantas una mayor elongación foliar en comparación con

las que no presentaron la aplicación del micelio del hongo (ver Figura 3).

De igual forma, en el muestreo realizado en la cosecha, se obtuvo un comportamiento similar de los datos, en el que el tratamiento 4 Lt/Ha obtuvo la mayor longitud con 30,6 cm, seguido del tratamiento 3 Lt/Ha con un promedio de 28,1 cm y finalizando con el tratamiento testigo en el que las plantas presentaron una altura de 27 cm (ver Figuras 4 y 5).

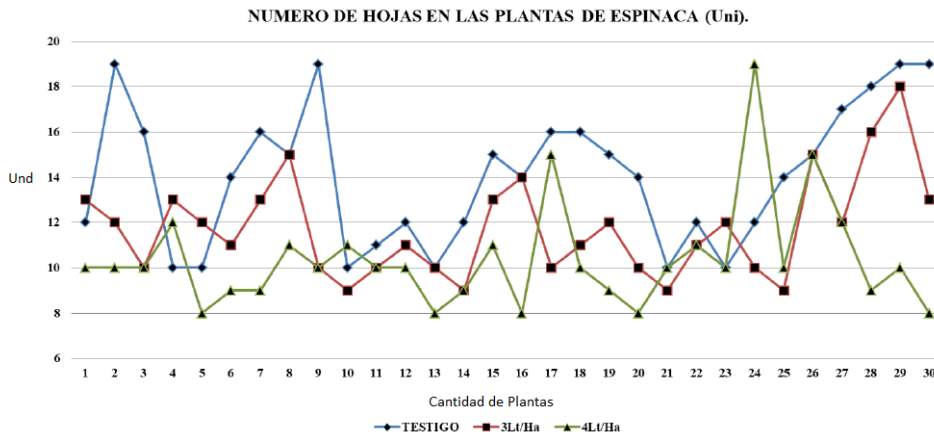
Aunque las diferencias encontradas no son significativas, hay que tener en cuenta que se trataba de la primera aplicación del producto y, sin embargo, se encontraron resultados positivos en el crecimiento de las plantas y en el desarrollo foliar en los tratamientos con biofertmex.

### Peso fresco al momento de cosechar

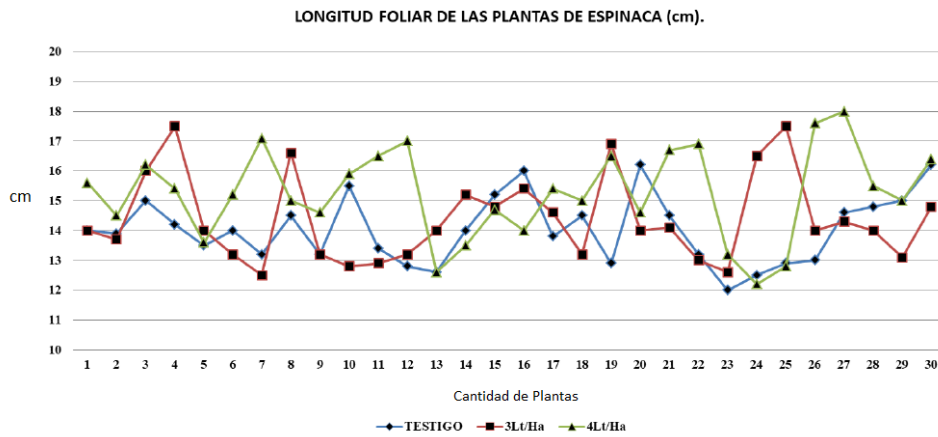
El muestreo destructivo en el momento de la cosecha de las plantas tuvo en cuenta las dos presentaciones de comercialización.

### Presentación tierna

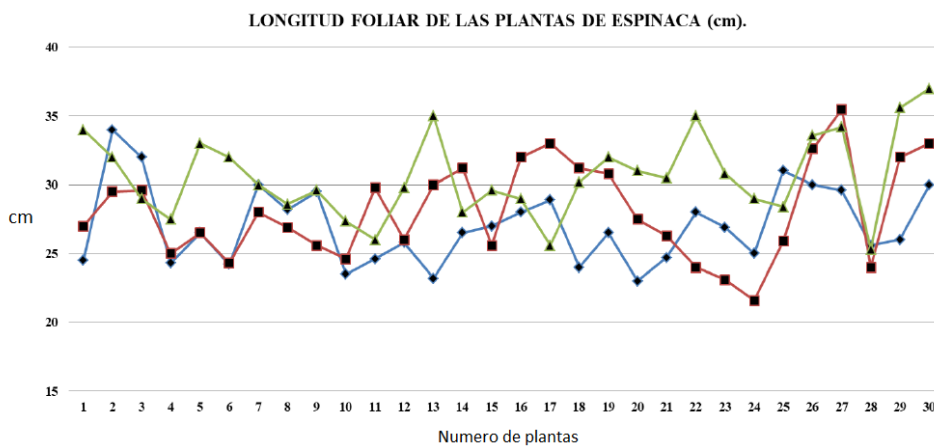
Los datos obtenidos muestran que los mayores pesos correspondieron al tratamiento 4 Lt/Ha; sin embargo, es importante destacar el aumento de peso en comparación con las plantas no tratadas (3 g), lo que confirma que las micorrizas tuvieron realmente un efecto sobre el desarrollo y el crecimiento de las plantas (ver Figura 6 y Tabla 1).



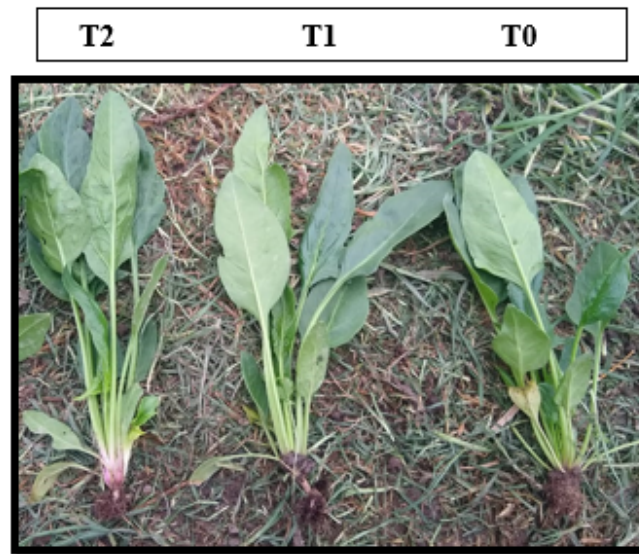
**Fig. 2. Número de hojas en las plantas de espinaca con diferentes concentraciones de biofertiex**  
Fuente: Autores



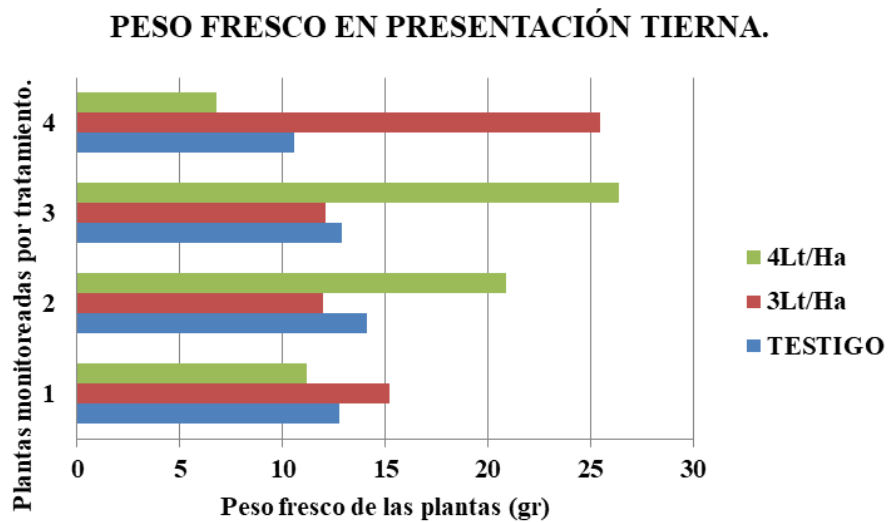
**Fig. 3. Longitud foliar de las plantas de espinaca a los 17 días de sembradas con diferentes concentraciones de biofertiex**  
Fuente: Autores



**Fig. 4. Longitud foliar de las plantas de espinaca al momento de la cosecha con diferentes concentraciones de biofertiex**  
Fuente: Autores



**Fig. 5.** Diferencias en longitud foliar en las plantas de los tratamientos  
Fuente: Autores



**Fig. 6.** Peso plantas muestreadas en presentación de comercialización tierna  
Fuente: Autores

**Tabla 1.**

Pesos frescos en presentación tierna

Tratamiento	Peso fresco en presentación tierna (gr).				Promedio
TESTIGO (T0)	12,8	14,1	12,9	10,6	12,6
3Lt/Ha (T1)	15,2	12	12,1	25,5	16,2
4Lt/Ha (T2)	11,2	20,9	26,4	6,8	16,3

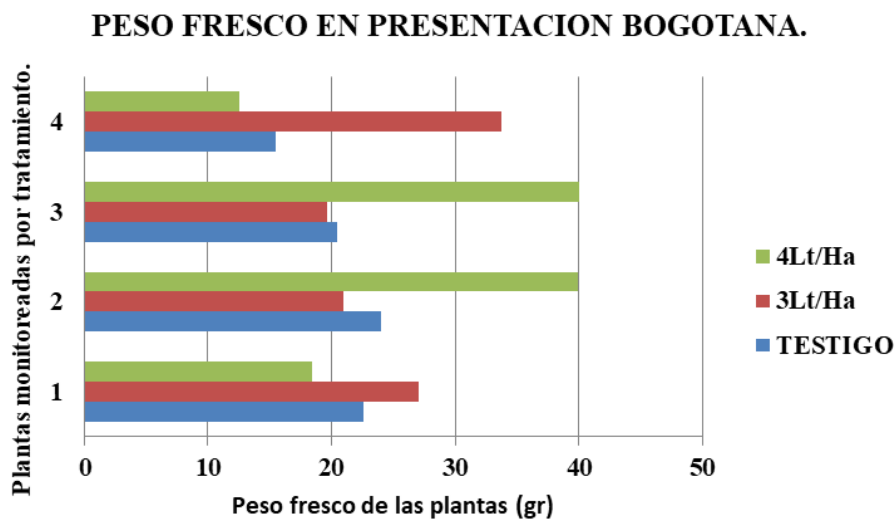
Fuente: Autores



### Presentación bogotana

Las mismas cuatro plantas muestreadas anteriormente fueron utilizadas para tomar el peso fresco en la presentación bogotana; en

la que se encontraron diferencias de 7 g en el aumento de peso en el tratamiento 4 Lt/ Ha frente al tratamiento testigo (Ver Figura 7 y Tabla 2).



**Fig. 7.** Peso plantas muestreadas en presentación bogotana

Fuente: Autores

**Tabla 2.**

Pesos frescos en presentación bogotana

Tratamiento	Peso fresco en presentación bogotana (g)				Promedio
TESTIGO (T0)	22,6	24	20,5	15,5	20,7
3 Lt/Ha (T1)	27,1	21	19,6	33,8	25,4
4 Lt/Ha (T2)	18,4	39,9	40	12,5	27,7

Fuente: Autores

**Tabla 3.**

Prueba ANOVA con los datos del peso fresco en presentación bogotana.

ANOVA PESO Vs TRATAMIENTOS			
Variable	CM *	F**	p***
Tratamientos	806,60	13,37	0,0003

\*Cuadrados Medios

\*\*Valor F

\*\*\*Diferencia significativa (p<0,05).

Fuente: Autores



**Tabla 4.**

Resultados prueba de Tukey y Dunnett

Tratamientos	Medias Tukey	Medias Dunnett
T0 (Testigo o control)	18.60 b**	18.60 A***
T1 (3Lt/Ha de biofertmex)	24,91 a*	24,91
T2 (4Lt/Ha de biofertmex)	28,89 a*	28,89

\*Agrupación a de las medias

\*\*Agrupación b de las medias

\*\*\*Agrupación

Fuente: Autores

Sin embargo, para identificar que efectivamente hay diferencias significativas entre los tratamientos, se realizó una prueba ANOVA con los datos de peso fresco de los tres tratamientos en presentación bogotana (ver Tabla 3).

Los resultados muestran que existe una diferencia entre los tres tratamientos establecidos ( $p < 0,0003^*$ ), por lo que se realizan dos pruebas estadísticas *post test* (prueba de Tukey y Dunnett) (ver Tabla 4).

## Discusión

### Desarrollo radicular

El tratamiento (**T3**) de 4 Lt/Ha de biofertmex favoreció el aumento longitudinal de las raíces de la planta, es decir, a mayor dosis, mejores resultados en el crecimiento y desarrollo de este órgano; también es notable la diferencia que se presentó en relación al tratamiento testigo, lo que permite destacar la actividad desarrollada por las micorrizas en la elongación de este sistema radicular.

Además [3] afirma que cuando las plantas alcanzan un crecimiento y desarrollo ideal de las raíces, se lleva a cabo el transporte y la producción de hormonas vegetales como las citoquininas, responsables de favorecer la división, la diferenciación celular y el crecimiento de las raíces y los brotes, y el ácido abscísico, que permite a la planta adaptarse a las condiciones de escasez de agua (ver Figura 8).



**Fig. 8.** Crecimiento y desarrollo de las raíces de los tres tratamientos establecidos

Fuente: Autores

Este comportamiento se debe a la asociación simbiótica que se produce entre el hongo (*Glomus sp*) y la raíz de la planta, en la que este microorganismo es el que ayuda al organismo huésped a captar los nutrientes que se encuentran en el suelo. Por ejemplo, el fósforo (P), uno de los elementos esenciales en la nutrición vegetal, es captado por las raíces de la planta y también puede ser absorbido a través de las micorrizas. Cuando este elemento es absorbido por la planta, es transportado y participa en procesos en los que se necesita energía, como la fotosíntesis, uno de los procesos vitales que permite al organismo formar fotoasimilados para obtener finalmente la producción esperada [4].

En un estudio realizado por Faggioli, Freytes y Galarza en 2009 [5], se afirma que las plantas con presencia de micorrizas absorben y acumulan más fósforo que aquellas plantas que no lo tienen, esto se debe a la inmovilidad de este elemento en el suelo y son estas raíces las que son más eficientes en el acceso, absorción y uso por parte de la planta.

Por otra parte, Valdés en 2013 [6], en su estudio sobre los aspectos ecofisiológicos de las micorrizas, explica que, en suelos intensamente cultivados, la colonización por parte de las micorrizas es mínima; asimismo, existen plantas como la cebolla y la yuca que se benefician de esta simbiosis independientemente del contenido de fósforo presente en el suelo. También es importante entender

que la respuesta a las micorrizas varía entre las diferentes plantas; sin embargo, la mayoría de ellas tienen la capacidad de formar esta asociación con los diferentes hongos y se observan mejores resultados cuando el organismo tiene raíces ramificadas en comparación con las que tienen raíces gruesas y pelos absorbentes escasos [6].

Otro de los beneficios que proporcionan las micorrizas, según Garzón en 2015 [7], es el aporte que brindan en la regeneración de aquellos microorganismos benéficos del suelo que han sido eliminados por la presión de los cultivos comerciales y el uso intensivo que se hace al suelo con las aplicaciones de plaguicidas utilizados en el manejo de los diferentes cultivos; es por ello que se adopta el uso de las micorrizas como una herramienta, buscando evitar aquellos mecanismos que afectan al suelo y al medioambiente.

En el mismo estudio [7], se evidencia la importancia de las micorrizas en el uso sostenible de los suelos amazónicos, donde se han convertido en un elemento primordial para el crecimiento de las poblaciones vegetales tanto en los agroecosistemas como en los sistemas naturales, lo que ha permitido aumentar la producción y mantener el equilibrio del ecosistema. Así mismo, para el control de fitopatógenos y la estimulación del crecimiento vegetal, puede producirse una asociación mutualista entre los diferentes hongos micorrícicos y otras especies de

hongos y bacterias, lo que genera aportes en el aumento de microorganismos del suelo con propiedades benéficas para las plantas y la implementación de una agricultura orgánica con beneficios para el medioambiente y la salud.

En estudios realizados en diferentes especies de pastos tropicales, también se obtuvieron resultados positivos en la evaluación del crecimiento, variando los resultados según la especie, el pH, la temperatura y la humedad del suelo, concluyendo que las especies *Glomus manihotis* y *Entrophospora* son las más efectivas en los pastos para la formación de esta simbiosis. Esto presenta mejores resultados cuando hay una combinación de aplicaciones de fósforo frente a aquellos suelos que tienen bajo contenido de P por la dependencia que se genera para las micorrizas [8].

Otro estudio realizado con cebolla (*Allium cepa*), en el que se establecieron 6 tratamientos (T1 micorrizas, T2 humus de lombriz, T3 micorrizas más humus de lombriz, T4 micorrizas más gallinazas, T5 micorrizas más humus de lombriz más gallinaza y T6 testigo), mostró que las micorrizas muestran efectos positivos cuando se mezclan con abonos orgánicos. Por ejemplo, en términos de crecimiento radical, los tratamientos T1, T4 y T5 mostraron los mejores resultados (11,2 cm, 11 y 12 cm, respectivamente) en comparación con el testigo que alcanzó una

longitud de 6,7 cm, igualmente, en relación con el grosor del tallo, los valores más bajos se obtuvieron en T6 (1,24 cm) respecto a T5 (2,01 cm) [9].

### Número y longitud de hojas

Las micorrizas favorecen el crecimiento y el desarrollo foliar, ayudando a la toma de nutrientes, a la absorción de agua y a la fijación de nitrógeno cuando se realiza una asociación con hongos, como el *Rhizobium*, teniendo en cuenta que altas dosis de nitrógeno pueden afectar a la formación de micorrizas [6].

Otro de los efectos favorables de la relación simbiótica es la reducción de patógenos fúngicos y nematodos, permitiendo que la planta sea menos atacada por estos microorganismos que, al causar daños, pueden afectar los niveles de producción esperados [6].

En otro artículo, Pimienta, Zañudo y López, en 2009 [10], reportaron los resultados de un estudio con la especie *Agave tequilana*, realizando inoculaciones con dos cepas de hongos micorrícicos *Glomus fasciculatum* (Gf) y *Glomus intraradices* (Gi), en comparación con un tratamiento testigo. Se obtuvieron resultados positivos en las plantas tratadas con la cepa del hongo Gi, ya que, debido al aumento de la fotosíntesis, se produjo un mayor grosor en las hojas, una mayor asimilación neta de , pero no hubo diferencias en el crecimiento entre las plantas tratadas y las que no lo fueron.

Finalmente en este aspecto, en el estudio realizado por Rojas y Ortuño en el año 2006 [9] en cebolla (*Allium cepa*), donde se establecieron 6 tratamientos, otra de las variables a evaluar fue la cantidad de hojas donde la menor cantidad fue en el tratamiento T6 (testigo) con un promedio de 6 hojas por planta en comparación con el tratamiento T1 (micorrizas) donde las plantas alcanzaron un promedio de 9,5 hojas por planta; corroborando que es otro factor que se ve favorecido al utilizar estos hongos micorrízicos dentro del manejo de los cultivos.

### **Peso fresco al momento de cosechar**

La prueba de Tukey mostró que entre T1 y T2 no hay diferencias significativas (plantas tratadas con biofertmex) mientras que estas dos, comparadas con T0, muestran una diferencia, es decir, la aplicación de los fragmentos de micelio del hongo *Glomus sp* generó un aumento en el crecimiento y desarrollo de las plantas y, por ende, se obtuvo un aumento en el peso de estas.

Así mismo, la prueba Dunnett muestra que existen diferencias entre el tratamiento control o testigo y el resto de los tratamientos establecidos. Como se ha mencionado anteriormente, el peso alcanzado por las plantas se debe a los efectos positivos causados por las micorrizas dentro del ciclo de un determinado cultivo.

En las investigaciones realizadas con estos hongos en mezcla de abonos orgánicos, también se obtuvieron resultados favorables. Por ejemplo, en el estudio realizado por Rojas y Ortuño, en 2006 [9], en cebolla (*Allium cepa*), se evaluó la calidad de los bulbos (ancho del bulbo en cm), obteniendo que el mejor tratamiento fue el T5 (micorrizas, más humus de lombriz, más gallinaza) con 4,7 cm, frente al tratamiento testigo de 3,6 cm. Así mismo, los mayores rendimientos en el momento de la cosecha se obtuvieron con este mismo tratamiento (102 ton/Ha), T1 (micorrizas) un rendimiento de 69,9 ton/Ha y finalmente el testigo 53,9 ton/Ha.

Un estudio realizado en hortalizas (perejil, cilantro y pimiento) mostró resultados positivos, en este se realizaron inoculaciones con hongos del género *Glomus sp*. En algunas plantas la colonización fue más rápida que en otras; por ejemplo, en el perejil fue más temprana que en el cilantro. Los resultados mostraron que en los tres cultivares, el rendimiento aumentó en las plantas tratadas con estos hongos en comparación con el testigo; las plantas de pimiento también se beneficiaron en el momento del trasplante, es decir, no hubo estrés debido a la longitud radicular y a la fácil adaptación que estas plantas pudieron hacer al nuevo medio [11].

Otro estudio relacionado con la investigación realizada fue desarrollado por Díaz, Alvarado, Ortiz y Grageda en 2013 [12], en el

que se evaluó la calidad de los frutos obtenidos de plantas de pimiento en el invernadero con la aplicación de micorrizas, lo que permitió un incremento de 8 mm de longitud, 8,9 mm de diámetro y 40 g de peso del fruto en comparación con el testigo. Las plantas inoculadas alcanzaron el grado 1, mientras que las no inoculadas alcanzaron el grado 2, esto se debe a la mejora de las condiciones nutricionales creadas por la propia simbiosis, mejorando la absorción de elementos como nitrógeno, fósforo, hierro, etc.

Por lo anterior, se afirma el beneficio óptimo que ofrece el uso de los hongos micorrízicos dentro del plan de manejo de un cultivo en particular (para este caso la espinaca). Así mismo, los rápidos resultados que se obtienen en los rendimientos por ser el único insumo agrícola en suspensión líquida que existe, además, el costo monetario en el mercado, permite adquirirlo fácilmente considerando que la dosis mínima recomendada es de 1 Lt/Ha [13].

## Conclusiones

Se identificó un aumento en la longitud radicular de las plantas de espinaca (*Spinacia oleracea*) (2 cm comparando el tratamiento T0 con el tratamiento T2). Esto nos permite concluir la importancia de la simbiosis generada entre el hongo *Glomus sp* y la raíz de la planta, permitiendo a estas una mayor elongación para la absorción de nutrientes que la planta individual no puede absorber eficientemente, además de favorecer procesos como la resistencia a patógenos presentes en el suelo y, finalmente, la importancia de crear una relación con otros microorganismos que permitan el control biológico, la fijación de nitrógeno, etc.

El número de hojas resultó ser una variable con resultados poco significativos, mientras que el tamaño del área foliar mostró una mayor altura en las plantas T2, lo que permite conocer la importancia de suministrar a la planta estimulantes que mejoren su capacidad fotosintética, lo que conlleva un aumento de la masa de este órgano y a una mayor concentración de fotoasimilados, que finalmente se evidencia en el momento de la cosecha.

Con el diseño estadístico implementado, se conocieron las diferencias de peso de las plantas tratadas con biofertmex, en comparación con las que no lo fueron; afirmando la eficiencia de esta aplicación dentro del crecimiento y desarrollo del cultivo, ya que se obtuvo una ganancia de peso de 10 g. Por lo tanto, se garantiza el logro de resultados positivos de este producto agrícola dentro del cultivo de espinaca; además, la importancia de comenzar a utilizar productos agrícolas orgánicos para evitar principalmente impactos ambientales, tomando en cuenta que existe la posibilidad de incrementar el rendimiento de las plantas sin el uso de insumos químicos.

## Referencias

- [1] Melgarejo Choque CA. Efecto del nivel de salinidad del agua de riego en el crecimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en suelo arenoso [Internet]. [Perú]: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2018. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3609/melgarejo-choque-carolay-an-tuanett.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [2] Cámara de Comercio Bogotá. Manuel Espinaca [Internet]. Bogotá; 2015. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11520/14310>
- [3] INTAGRI. Fosforo y calcio en el crecimiento de la raíz. Artículos Técnicos de INTAGRI [Internet]. 2017;104. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/fosforo-y-calcio-en-el-crecimiento-de-la-raiz>
- [4] Potash & Phosphate Institute. Funciones del fosforo en las plantas. Inf Agron N° 36. 1999;
- [5] Faggioli V, Freytes G, Galarza C. Las micorrizas en trigo y su relación con la absorción de fósforo del suelo. INTA Estac Exp Agropecu Marcos Juárez. 2009; 7.
- [6] Valdes M. Aspectos ecofisiológicos de las micorrizas. Bot Sci. 10 de abril de 2017; (49): 19.
- [7] Garzón LP. Importancia de las micorrizas arbusculares (ma) para un uso sostenible del suelo en la amazonia colombiana. Luna Azul. 14 de diciembre de 2015; (42): 217-34.
- [8] Noda Y. Las Micorrizas: Una alternativa de fertilización ecológica en los pastos. Pastos Forrajes [Internet]. 2009; 32(2). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942009000200001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942009000200001)
- [9] Rojas Rodríguez K, Ortuño N. Evaluación de micorrizas arbusculares en interacción con abonos orgánicos como coadyuvantes del crecimiento en la producción hortícola del Valle Alto de Cochabamba, Bolivia. Acta Nova [Internet]. 2007; 3(4). Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1683-07892007000200005](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892007000200005)
- [10] Pimienta Barrios E, Zañudo Hernández J, López Alcocer E. Efecto de las micorrizas arbusculares en el crecimiento, fotosíntesis y anatomía foliar de plantas jóvenes de Agave tequilana. Acta Botánica Mex [Internet]. 2009; (89). Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-71512009000400005&lng=es&nr-m=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-71512009000400005&lng=es&nr-m=iso)
- [11] Rubio R, Cepeda M, Borie F, Contreras A. Efecto de hongos micorrizogenos arbusculares sobre el crecimiento de algunas hortalizas en almácigo y posterior transplante. Agric Téc. 1997; 57(3): 161-8.
- [12] Díaz A, Alvarado M, Ortiz F, Grageda O. Nutrición de la planta y calidad de fruto de pimiento asociado con micorriza arbuscular en invernadero. Rev Mex Cienc Agríc [Internet]. 2013; 4(2). Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342013000200011&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342013000200011&script=sci_arttext)
- [13] Minerales Exclusivos. Biofert-mex en suspensión. Bogotá 2021. Disponible en <https://mineralesexclusivos.com/biofert-mex-suspension>