

Microorganismos de montaña, *Azospirillum brasilensis* y fertilización foliar en parámetros productivos del repollo (*Brassica oleracea L. var. Capitata*)

Microorganisms of mountain, *Azospirillum brasilensis* and foliar fertilization in productive parameters of cabbage (*Brassica oleracea L. var. Capitata*)

MEDINA-SAAVEDRA, Tarsicio*†, ARROYO-FIGUEROA, Gabriela, HERRERA-MÉNDEZ, Carlos H. y ABUNDIS-CARREÑO, Claudia

Universidad de Guanajuato, Campus Celaya-Salvatierra, División de Ciencias de la Salud e Ingenierías, Departamento de Ingeniería Agroindustrial

ID 1^{er} Autor: Tarsicio, Medina-Saavedra / ORC ID: 60033291, Researcher ID Thomson: 355510

ID 1^{er} Coautor: Gabriela, Arroyo-Figueroa / ORC ID: 36738781500, Researcher ID Thomson: 57295

ID 2^{do} Coautor: Carlos H., Herrera-Méndez / ORC ID: 8527359600, Researcher ID Thomson: 44363

ID 3^{er} Coautor: Claudia, Abundis-Carreño

Recibido Junio 15, 2018, Aceptado Septiembre 30, 2018

Resumen

La producción intensiva del repollo requiere de suelos con buena cantidad de materia orgánica, el uso de microorganismos benéficos es una alternativa. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el uso de microorganismos de montaña, *Azospirillum brasilensis* y fertilización foliar en parámetros productivos del repollo. Los tratamientos fueron: testigo (T1), *Azospirillum brasilensis* y fertilizante foliar comercial (T2) y microorganismos de montaña (MM) y biofertilizante elaborado a base del excremento de becerro (T3). Los parámetros medidos fueron diámetro foliar, diámetro del fruto y peso del fruto, los resultados fueron expresados como la media \pm la desviación estándar, además se sometieron a un análisis de varianza. Se observó que los tratamientos con *A. brasilensis* (T2) y con MM (T3) lograron diferencias significativas con el tratamiento testigo (T1) ($p < 0.05$) y entre T2 y T3 no hubo diferencias significativas ($p \geq 0.05$) en los parámetros medidos de diámetro foliar, diámetro del fruto y peso del fruto. El uso de *A. brasilensis*, los MM y biofertilizantes representan una alternativa en la producción agrícola al mejorar la conservación y fertilidad de los suelos, aportando microorganismos que ayudan a fijar carbono y nitrógeno, solubilizando hierro y fósforo, y la producción de enzimas que estimulan el desarrollo.

Azospirillum brasilensis, Microorganismos benéficos, biofertilizante, Fertilizantes inorgánicos

Abstract

The intensive production of cabbage requires soils with a good amount of organic matter, the use of beneficial microorganisms is an alternative. The objective of the present investigation was to evaluate mountain microorganisms, *Azospirillum brasilensis* and foliar fertilization in productive parameters of cabbage. The treatments were: control (T1), *Azospirillum brasilensis* and commercial foliar fertilizer (T2) and mountain microorganisms (MM) with a biofertilizer made from calf excrement (T3). The parameters measured were leaf diameter, fruit diameter and fruit weight, the results were expressed as the mean \pm the standard deviation, and they were also subjected to an analysis of variance. It was observed that the treatments with *A. brasilensis* (T2) and with MM (T3) achieved significant differences with the control treatment (T1) ($p < 0.05$) and between T2 and T3 there were no significant differences ($p \geq 0.05$) in the parameters measured of leaf diameter, diameter of the fruit and weight of the fruit. The use of *A. brasilensis*, MM and biofertilizers represent an alternative in agricultural production to improve the conservation and fertility of soils, providing microorganisms that help fix carbon and nitrogen, solubilizing iron and phosphorus, and the production of enzymes that stimulate the development.

Azospirillum brasilensis, Beneficial microorganisms, biofertilizer, Inorganic fertilizers

Citación: MEDINA-SAAVEDRA, Tarsicio, ARROYO-FIGUEROA, Gabriela, HERRERA-MÉNDEZ, Carlos H. y ABUNDIS-CARREÑO, Claudia. Microorganismos de montaña, *Azospirillum brasilensis* y fertilización foliar en parámetros productivos del repollo (*Brassica oleracea L. var. Capitata*). Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales. 2018, 4-13: 21-25.

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: tarsicioms@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer Autor.

Introducción

El repollo o col (*Brassica oleracea* L. var. Capitata) es originario de Europa (2000 y 2500 a.c.), los egipcios la utilizaban como planta medicinal, es la más antigua de las de las crucíferas, presenta más de 380 géneros y cerca de 3000 especies entre las que se destacan también la coliflor y el brócoli (Foroughbakhch *et al.*, 2010).

El repollo es una planta perene, de tallo corto y raíz pivotante profunda y gruesa pero no dominante, sus hojas de color verde azulado, verdes o moradas según la variedad surgen del tallo y se compactan para formar la cabeza, bola o pella (Fuentes y Pérez, 2003), con un adecuado aporte de vitaminas A, B₆, C, potasio, fibra y es baja en grasas (Foroughbakhch *et al.*, 2010).

La producción intensiva del repollo (*B. oleracea* L. var. capitata) se puede establecer tanto en temporadas de otoño-invierno como primavera-verano, es posible incrementar los niveles productivos como consecuencia directa al rigor de los cuidados y mejoras de las condiciones del medio físico, mejorando la calidad comercial de las cosechas, con una mayor seguridad de cosecha debido a la protección que ejercen los invernaderos hacia los cultivos.

La producción de repollo requiere un rango óptimo de temperatura es de 15 y 18 °C., sin embargo, existen variedades híbridas que soportan temperaturas de entre 22 a 35 °C. El cultivo del repollo se adapta a una amplia variedad de suelos, pero los mejores resultados se dan en una textura franca, ligeramente ácidos y buena cantidad de materia orgánica (Fuentes y Pérez, 2003; López, 2005; Zamora, 2016).

La productividad de los suelos se ha visto afectada en forma importante con el uso de fertilizantes químicos y el manejo insostenible de prácticas agrícolas convencionales con repercusiones económicas y ambientales negativas debido al empobrecimiento en los contenidos de materia orgánica (Díaz *et al.*, 2017), parámetro directamente relacionado con densidad aparente, porosidad, infiltración de agua y capacidad de retención de agua (Hudson, 1994).

El empleo de microorganismos benéficos representa una técnica alternativa para mejorar la fertilidad de los suelos, optimizando la productividad en los sistemas agrícolas (Hungria *et al.*, 2010), para mejorar la absorción de nutrimentos, producir estimulantes de crecimiento para las plantas, mejorar la estabilidad del suelo, biodegradar sustancias, reciclar nutrimentos y favorecer sinergias microbianas, entre otros aspectos (Díaz *et al.*, 2017).

Existen microorganismos nativos capturados de sistemas naturales que coexisten en forma simbiótica entre sí, lo cual ha generado efectos positivos para un ambiente en equilibrio (Campo *et al.*, 2014) formados por colonias de hongos, bacterias y levaduras benéficas que se encuentran de manera natural en diferentes ecosistemas, poco afectados por actividad antrópica, en los cuales se genera descomposición de material orgánico (Higa, 2013) es el caso de *Azospirillum brasilensis*, un producto benéfico que favorece el fijando de nitrógeno atmosférico, lo que provoca un mayor rendimiento económicos sin contaminar, ni causar daño al suelo, representando una alternativa al uso de los fertilizantes químicos tradicionales (Martínez, 2011). La presente investigación tiene como objetivo usar microorganismos de montaña, *A. brasilensis* y fertilización foliar durante la producción del repollo (*B. oleracea* L. var. Capitata) y la medición parámetros productivos.

Material y método

El estudio fue realizado en el invernadero del Departamento de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad de Guanajuato Sede Salvatierra (20°12'45.51"N y 100°52'30.09"O), donde se eligieron al azar tres bancales, se trasplantaron 10 plántulas de repollo con tres repeticiones por bancal, en arreglo o distribución en forma de triángulos denominado sistema de tresbolillo. Se realizaron tres tratamientos en donde el tratamiento uno (T1) se utilizó como testigo y solamente se aplicaron los riegos correspondientes. En el tratamiento dos (T2) se aplicó un producto comercial a base de *Azospirillum brasilensis*, de donde se tomó 180 gr para ser diluidos en 4 litros de agua aplicados en el riego y un fertilizante foliar comercial, ambos se emplearon de manera semanal.

En el tratamiento tres (T3) se usaron microorganismos de montaña (MM) en su fase líquida diluido al 5%, aplicados durante el riego y un biofertilizante elaborado a base del excremento de becerro de días de nacido, aplicado de manera foliar a temprana hora del día y diluido al 5%, ambos se usaron semanalmente. La elaboración de los MM se inicia con la fase sólida anaerobia donde se recolecta materia orgánica en descomposición de un ecosistema de montaña cercano y se procede a mezclar 1 kg de harina de maíz y 1.5 litros de melaza para completar el volumen de una cubeta de 19 litros donde fue compactada y sellada la mezcla, dejando en reposo durante 30 días.

Para la fase líquida aerobia fueron tomados 500 gr de producto anterior para colocarlo en un saco de tela y dejarlo flotar en 20 litros de agua mezclada con el 1 % de melaza durante 48 horas, agitando dos veces al día para facilitar la oxigenación.

El biofertilizante se preparó en un garrafón de 20 litros, al menos 30 días antes del establecimiento del cultivo del repollo y de acuerdo con recomendaciones de Restrepo (2007) con algunas modificaciones, utilizando los siguientes ingredientes: 5 kg de estiércol fresco de becerros lactantes, 250 ml de melaza, 250 ml de leche, 200 g de harina de rocas, 200 g de harina de hueso calcinado y un manojito pequeño de alfalfa tierna picada.

Los datos obtenidos en los parámetros medidos de diámetro foliar, diámetro del fruto y peso del fruto fueron expresados como la media \pm la desviación estándar, además se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA).

Resultados y discusión

El diámetro foliar representa el espacio circular que abarcan las primeras hojas de los repollos. El tratamiento con un mayor diámetro foliar se obtuvo con el uso de *Azospirillum brasilensis* con un fertilizante foliar comercial (T2), siendo el de menor dimensión el tratamiento testigo (T1) (Gráfico 1).

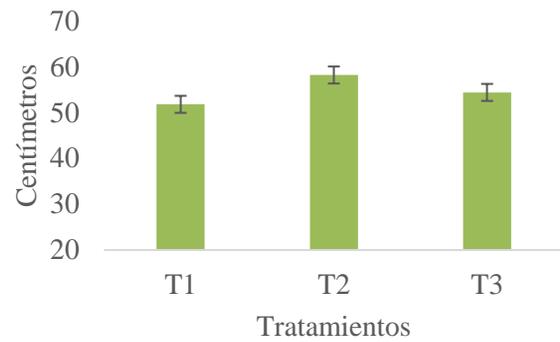


Gráfico 1 Diámetro foliar en los repollos de los tratamientos: testigo (T1), *Azospirillum brasilensis* (T2) y microorganismos de montaña (T3)

El diámetro de los repollos representa las hojas que se compactan para formar su cabeza. Los repollos con un mayor diámetro del fruto se alcanzaron con el uso *Azospirillum brasilensis* con un fertilizante foliar comercial (T2), seguido de los que se aplicaron los MM y el biofertilizante (T3) y la menor dimensión se dio en el testigo (T1) (Gráfico 2).

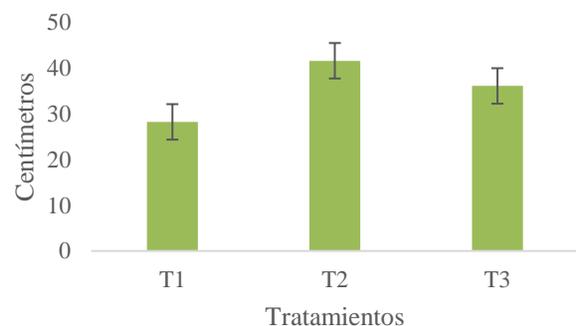


Gráfico 2 Diámetro de los repollos en los tratamientos: testigo (T1), *Azospirillum brasilensis* (T2) y microorganismos de montaña (T3)

El peso de los repollos tiene una relación con el diámetro del fruto y la compactación de sus hojas al formar la cabeza. Los repollos más pesados y más compactos se encontraron con el uso *Azospirillum brasilensis* con un fertilizante foliar comercial (T2) y el tratamiento con menor peso en sus frutos y menos compactos fueron los del testigo (T1) (Gráfico 3).

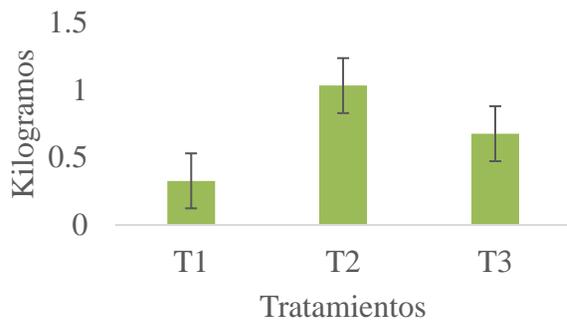


Gráfico 3 Peso del fruto de los repollos en los tratamientos: testigo (T1), *Azospirillum brasilensis* (T2) y microorganismos de montaña (T3)

De acuerdo con los resultados obtenidos para los parámetros de diámetro foliar, diámetro del fruto y peso del fruto del repollo se observa que los que fueron tratados con *A. brasilensis* (T2) y con MM (T3) lograron una mayor dimensión, foliar, tamaño de fruto y peso de fruto, encontrando diferencias significativas con el tratamiento testigo (T1) ($p < 0.05$), no obstante que T2 registró los parámetros mayores no hubo diferencias significativas con T3 ($p \geq 0.05$) en los parámetros medidos (Tabla 1).

Tratamientos	Diámetro foliar cm	Diámetro del fruto cm	Peso del fruto Kg
T1	51.8±7.5 ^a	28.2±8.5 ^a	0.3±0.2 ^a
T2	58.2±7.4 ^b	41.5±6.0 ^b	1.0±0.4 ^b
T3	54.4±7.6 ^b	36.0±6.6 ^b	0.7±0.3 ^b

Tabla 1 Los tratamientos en los repollos, testigo (T1), *Azospirillum brasilensis* (T2) y microorganismos de montaña (T3) y sus parámetros medidos

Con el uso de *A. brasilensis* (T2) se logró un incremento de 11%, 32% y 70% en relación con diámetro foliar, diámetro del fruto y peso del fruto respectivamente comparado con el testigo (T1). De acuerdo con Hungria *et al.*, (2010) se ha visto que con el uso de *A. brasilensis* se logra incrementar la producción desde 24 a 30% en comparación con cultivos no inoculados, además está demostrado que el uso de microorganismos benéficos como *A. brasilensis* y los MM representan una alternativa que contribuye a mejorar la productividad de la producción agrícola (Hungria *et al.*, 2010; Campo *et al.*, 2014), mejorado notablemente la conservación y fertilidad de los suelos (Adesemoye y Kloepper, 2009),

En el caso de la producción de repollo existe reportes de éxito cuando durante su cultivo se asocian hongos y bacterias promotoras del crecimiento (Villacis *et al.*, 2016), es el caso del uso de los MM que forman un consorcio de microorganismos benéficos, en las hortalizas tratadas con estos microorganismos se han presentado una mayor efectividad en su desarrollo y rendimiento, mejorando además las propiedades del suelo, pudiendo disminuir o suprimir el uso de fertilizantes inorgánicos (Cecílio *et al.*, 2011, Campo *et al.*, 2014), provocan además una rápida movilización los minerales (Ismail y Soliman, 2010), favoreciendo un mejor desarrollo de raíces y la absorción de nutrientes (Reyes, 2002; Higa, 2013).

Se ha demostrado que, al aplicar un biofertilizante a las plantas, al menos un 40 % cae a la zona de la rizosfera, aportando microorganismos al suelo que ayudan a fijar de carbono y nitrógeno, solubilizando hierro y fósforo, la producción de enzimas que estimulan el desarrollo de las plantas (Castellanos *et al.* 2015) y además de intervenir en procesos de compatibilidad y/o antagonismo (Villacís *et al.*, 2016).

Conclusión

El uso de *A. brasilensis*, microorganismos de montaña y biofertilizantes son una alternativa para el desarrollo y crecimiento del repollo por los beneficios de las bacterias promotoras del crecimiento vegetal, fijadoras de nitrógeno, la producción de fitohormonas y movilización de macro y microelementos.

Referencias

- Adesemoye, A. O. y Kloepper, J. W. (2009). Plant-microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 85 (1), 1-12. doi: 10.1007/s00253-009-2196-0
- Castellanos DE, Rincón JM y Arguello A. (2015). Evaluación del efecto de un biofertilizante ligado a un soporte orgánico mineral en un cultivo de lechuga en la Sabana de Bogotá bajo condiciones de invernadero. *Rev Colomb Cienc Hortíc.* 9(1): 72-85.

- Campo, M. A., Acosta, R. y Morales, V. S., & Prado, F. (2014). Evaluación de microorganismos de montaña (mm) en la producción de acelga en la meseta de Popayán. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 12(1), 79-87 ISSN-e 1909-9959, ISSN 1692-3561.
- Cecílio, F. A., Luiz, C. R., Caetano, d. J. y Mendoza, C. J. (2011). Crecimiento y producción de repollo en función de la densidad de población y nitrógeno. *Agrociencia* 45 (5), 573-582.
- Díaz, F. A., Alvarado, C. M., Allende, F. y Ortiz, C. F. (2017). Uso de abono orgánico y micorriza arbuscular en la producción de repollo. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas* 16 (1), pp. 15-21 doi: 10.5154/r.rchsa.2017.02.003.
- Foroughbakhch, P. R., Hernández, J. P., Carrillo, P. A., López, O. J. y Villegas, T. O. (2010). *Hortalizas de Nuevo León*. México: Universidad Autónoma de Nuevo León ISBN: 978-607-433-514-9.
- Fuentes, E. F. y Pérez, J. (2003). *Guía técnica. Cultivo del repollo*. El Salvador: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal p 36.
- Higa, T. (2013). *Microorganismos Benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenibles*. Maryland (USA): Centro internacional de Investigación de Agricultura Natura, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 13 p.
- Hudson BD. (1994) Soil organic matter and available water capacity. *J Soil Water Conserv.* (49): 189–194
- Hungria, M., Campo, R., Souza, E. y Pedrosa, F. (2010). Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. *Plant Soil* (2010) 331, 413–425 DOI 10.1007/s11104-009-0262-0.
- Ismail, M. y Soliman, W. (2010). Studies on Probiotic. Effects of Lactic Acid Bacteria Against *Vibrio vulnificus* in freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *American Journal of Science*, 8(6), 2010, p. 781-787.
- López, M. J. (2005). *Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en el Cultivo de Repollo*. Managua, Nicaragua: Universidad Politecnica de Nicaragua.
- Martínez, I. I. (2011). Efecto del *Azospirillum brasilense* y micorriza INIFAP en el rendimiento de maíz en el estado de Tlaxcala. *Desplegable para Productores No. 12*, 1-2.
- Restrepo, R. J. (2007). *Manual práctico. El ABC de la agricultura orgánica y harina de rocas*. Managua Nicaragua: SIMAS 262 p ISBN: 978-99924-55-27-2.
- Reyes, J. N. (2002). *Nutrición y regulación del crecimiento de las hortalizas y frutales*. Saltillo Coah. Revisado el 29 de julio de 2018 <http://www.uaaan.mx/postgrado/images/files/hort/simposio2/Ponencia03.pdf>: U.A..A.A.N.
- Villacis Aldaz LF., Zapata Vela JJ, León Gordón OA, Vásquez Freitez CL, Mullo Sarzosa JG, Zapata Vela AC y Gutiérrez Alban AC, (2016). Compatibilidad y sobrevivencia de microorganismos benéficos de uso agrícola (*Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* y *Paecilomyces lilacinus*) en compost. *J. Selva Andina Biosph.* 4 (2): 93-99. ISSN 2308-3859
- Zamora, E. (2016). El cultivo del repollo. *Serie guías - producción de hortalizas DAG/HORT-0*, 1-15.