



Respuesta agronómica e incidencia de Mildiu en cultivo de nabo (*Brassica napus* L.) con la inoculación de *Azotobacter* sp. y *Azospirillum brasilense*

Agronomic response and incidence of Mildiu in turnip crops (*Brassica napus* L.) with the inoculation of *Azotobacter* sp. and *Azospirillum brasilense*

Euro Ignacio Torres-Torres¹, Ana Ruth Álvarez-Sánchez², Juan José Reyes-Pérez², Abel Guillermo Muñoz Pinela¹

¹Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de Posgrado, Maestría en Agroecología y Desarrollo Sostenible. Quevedo, Ecuador, etorrest2@uteq.edu.ec, abel.munoz2014@uteq.edu.ec. ²Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Quevedo, Los Ríos, Ecuador, jreyes@uteq.edu.ec.

Correspondencia para autor: aalvarezs@uteq.edu.ec

Recibido: 25/07/2022. Aceptado: 3/10/2022
Publicado el 27 de diciembre de 2022

Resumen

Los beneficios del uso de bacterias benéficas en la agricultura son numerosos, entre ellos, ayuda a mejorar el rendimiento de los cultivos, inhibe el desarrollo de fitopatógenos, induce respuestas defensivas en las plantas y aumentan su protección contra microorganismos, etc. El principal objetivo de esta investigación fue de evaluar el efecto de diferentes concentraciones bacterianas de *Azotobacter* sp. y *Azospirillum brasilense*, sobre el crecimiento, desarrollo y control de Mildius causado por *Peronospora brassicae* Gaumann. El diseño experimental que se empleó en la investigación fue un diseño completo al azar con 8 tratamientos un testigo experimental y cuatro repeticiones. Las semillas de nabo fueron embebidas por 2 horas en cada uno de los tratamientos antes de su plantación posteriormente, los tratamientos se aplicaron a los 10, 20 y 30 días. Para ver las diferencias entre los tratamientos, se implementó la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). Los resultados determinaron que, las semillas embebidas en las bacterias no representaron diferencias significativas ($p \geq 0,05$) en el parámetro de emergencia de las plantas. En lo que respecta a parámetros de crecimiento y de producción como: altura de la planta, longitud y diámetro de raíz, biomasa fresca y seca de las plántulas y radícula y rendimiento, se observó que los tratamientos inoculados con *Azotobacter* sp. y *Azospirillum brasilense* a una concentración de 1×10^9 UFC mL⁻¹ presentaron los mejores promedios siendo estos significativos ($p \leq 0,05$) con respecto al testigo experimental. La incidencia de Mildiu fue menor en tratamientos con la aplicación de *Azospirillum brasilense* en dosis de 1×10^9 UFC mL⁻¹.

Palabras claves: bacterias, bioestimulantes, biofertilizantes, bioproductos

Abstract

The benefits of using beneficial bacteria in agriculture are numerous, including helping to improve crop yields, inhibiting the development of phytopathogens, inducing defensive responses in plants, and increasing their protection against microorganisms, etc. The main objective of this research was to evaluate the effect of different bacterial concentrations of *Azotobacter* sp. and *Azospirillum brasilense*, on the growth, development, and phytosanitary control of turnip plants. The experimental design used in the investigation was a completely randomized design with 8 treatments, an experimental control and five repetitions. The turnip seeds were soaked for 2 hours in each of the treatments before their subsequent planting, the treatments were applied at 10, 20 and 30 days. To see the differences between treatments, Tukey's test ($p \leq 0.05$) was implemented. The results determined that the seeds embedded in the bacteria did not represent significant differences ($p \geq 0.05$) in the emergence parameter of the plants. Regarding growth and production parameters such as: plant height, root length and diameter, fresh and dry biomass of seedlings and radicle and yield, it was observed that the treatments inoculated with *Azotobacter* sp. and *Azospirillum brasilense* at a concentration of 1×10^9 CFU mL⁻¹ presented the best averages, these being significant ($p \leq 0.05$) with respect to the experimental control. The incidence of Mildew was lower in treatments with the application of *Azospirillum brasilense* in doses of 1×10^9 CFU mL⁻¹.

Key words: bacteria, biostimulants, biofertilizers, bioproducts

Introducción

El nabo es una hortaliza que se adapta muy bien a los climas fríos, pertenece a la familia de las Crucíferas, que engloba 380 géneros y unas 3,000 especies propias de regiones templadas y frías del hemisferio norte. La importancia de esta familia de hortalizas, a la que también pertenecen las coles y los berros, reside en que contienen compuestos de azufre considerados como potentes antioxidantes que ayudan a prevenir enfermedades (Conversa *et al.*, 2020).

En Ecuador se cultiva en Saquisilí, Ambato, Pillaro, Quero, Cevallos y demás zonas de la región interandina. Mientras que, en la región costa son escasos los registros que indiquen el establecimiento de este cultivo con fines comerciales; esto debido a las condiciones presentes en el litoral que predisponen a las hortalizas a diversos tipos de enfermedades fúngicas, bacterianas y víricas que afectan el rendimiento y la calidad de la producción (Vásconez *et al.*, 2020).

En el país existen sectores agrícolas muy contaminados por el uso frecuente de agroquímicos mismos que afectan de manera significativa en la producción de alimentos, no obstante, los bioproductos a base de bacterias benéficas para el crecimiento vegetal como *Azotobacter* sp. y *Azospirillum brasilense* es una alternativa para utilizar menos agroquímicos) las cuales, pueden ayudar en el crecimiento, producción además de ser una alternativa para reducir la incidencia de fitopatógenos como logrando producciones sostenibles y amigables con el medio ambiente (Martínez *et al.*, 2020).

Uno de los patógenos que ataca el follaje de diferentes miembros de la familia de cultivos Brassica es el mildiú vellosa en los nabos el cual, es una enfermedad fúngica causada por (*Peronospora brassicae* Gaumann) (Runno *et al.*, 2019). Este hongo produce manchas amarillentas en el margen del haz y un micelio grisáceo en el envés. El daño a los nabos maduros se limita a las hojas más cercanas al suelo, pero las plántulas jóvenes pueden morir a causa del mildiú vellosa (Mohammed *et al.*, 2018).

A pesar de, conocen los beneficios óptimos que se obtiene con aplicar bacterias benéficas en la agricultura sus efectos pueden variar según la especie de bacteriana y del cultivo que se va analizar. Por lo tanto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes concentraciones bacterianas de *Azotobacter* sp. y *Azospirillum brasilense*, sobre el crecimiento, desarrollo e incidencia de Mildiú en cultivo de nabo. La importancia de este estudio radica en dar alternativas viables y agroecológicas a los productores de este sector agrícola.

Materiales y métodos

Localización

La investigación se llevó a cabo en el campo experimental “La María”, perteneciente a la Universidad Técnica Estatal

de Quevedo. Situado geográficamente a 01°06' de latitud Sur y 79°27' longitud Oeste, a una altitud de 73 msnm. El sitio presenta un clima tropical húmedo, con temperatura anual de 24.8°C; humedad relativa de 84 %; precipitación anual de 2252.5 mm y heliofanía de 894 horas. El suelo se considera franco limoso, con pH de 6.5 y topografía irregular en los meses de agosto a noviembre del 2021.

Semillas de nabo

Se utilizaron semillas de nabo las cuales, fueron desinfectadas con hipoclorito de sodio al 2% por 2 minutos y lavadas 3 veces con agua destilada estéril. Posteriormente, fueron sembradas en bandejas de polietileno, una semilla por orificio. Para mantener la humedad ideal del suelo se aplicó riego diario, agua destilada estéril. A los 10 días se realizó el trasplante.

Preparación del inóculo para pruebas de cultivo

Los microorganismos (*Azotobacter* sp. y *Azospirillum brasilense*) empleados en esta investigación fueron obtenidos de la colección privada del laboratorio de microbiología de la UTEQ, Ecuador. Para la activación de *Azotobacter* sp. se sembraron en matraz con 50 mL de caldo libre de nitrógeno y se incubó a 30°C por un periodo de 48 horas. Para la activación de *Azospirillum brasilense* se utilizó un matraz de Erlenmeyer con 50 mL de medio de cultivo NFB líquido, se añadió 2-3 asadas de la bacteria y se puso en agitación constante a 35°C durante 24 h a 180 rpm. Los cultivos obtenidos se emplearon como tratamiento para la inoculación en plántulas de arroz.

Métodos de inoculación

La inoculación se realizó antes del trasplante, excepto en el tratamiento control (T0) que las plántulas fueron remojadas con agua destilada estéril, mientras que, para el resto de tratamientos las raíces fueron sumergidas en suspensiones bacterianas por 120 minutos: T1 (*Azotobacter* sp. 1×10^3 UFC mL⁻¹), T2 (*Azotobacter* sp. 1×10^6 UFC mL⁻¹), T3 (*Azotobacter* sp. 1×10^9 UFC mL⁻¹), T4 (*Azotobacter* sp. 1×10^{12} UFC mL⁻¹), T5 (*Azospirillum brasilense* 1×10^3 UFC mL⁻¹), T6 (*Azospirillum brasilense* 1×10^6 UFC mL⁻¹), T7 (*Azospirillum brasilense* 1×10^9 UFC mL⁻¹), T8 (*Azospirillum brasilense* 1×10^{12} UFC mL⁻¹).

Experimento

El ensayo correspondió a un diseño completamente al azar (DCA), conformado por 8 tratamientos y un testigo experimental con 25 plantas por unidad experimental con cuatro repeticiones con un total de 900 plantas. La aplicación de los tratamientos bacterianos de *Azotobacter* sp. y *Azospirillum brasilense* se llevó a cabo a los 10, 20 y 30 días después del trasplante respectivamente. Se realizaron controles manuales de malezas en el cultivo a fin de causar el mínimo impacto posible sobre el mismo. Referente al control de plagas y enfermedades, no se adicionó ningún producto

químico para su control o prevención con el fin de no alterar los resultados de los bioproductos añadidos. La cosecha se realizó pasado los 60 días de edad del cultivo, verificando que este haya alcanzado su madurez fisiológica.

VARIABLES ANALIZADAS

Las variables cuantificadas en este experimento fueron porcentaje de emergencia, esta se registró diariamente y el porcentaje final se determinó a los 6 días, se calculó mediante la ecuación descrita por Reyes *et al.* (2020) donde n1, n2, n20 son el número de semillas germinadas en los tiempos t1, t2, t10 (en días) este proceso se realizó durante la etapa de vivero. Se tomaron variables de crecimiento, como Longitud de la hoja (cm), Altura de planta (cm) y Longitud radicular (cm). Los indicadores de producción se obtuvieron por medio del peso total de la parcela útil transformándolo a kg ha⁻¹, para ello se empleó la siguiente ecuación:

$$\text{kg ha}^{-1} = \frac{\text{Rendimiento por parcela útil (kg)} * 10000 \text{ m}^2}{\text{Área de parcela útil (m}^2\text{)}}$$

Se evaluó la incidencia de Mildiu causado por *Peronospora brassicae* Gaumann en los distintos tratamientos durante todo el ciclo productivo este parámetro se evaluó a los 10, 20, 30 y 45 DDT de acuerdo con la siguiente fórmula (Henríquez-Díaz *et al.*, 2020):

$$\text{Incidencia (\%)} = \frac{\text{Numero de plantas infectadas}}{\text{Numero de plantas evaluadas}} * 100$$

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los resultados expresados en porcentaje se transformaron para su procesamiento estadístico por la fórmula sin -1 $\sqrt{\%}$ que garantizó que cumplieran una distribución normal. Todos los resultados se analizaron por análisis de varianza y las

medias de los tratamientos se compararon por Pruebas de Rangos Múltiples de Tukey; estos análisis se realizaron con una confianza del 95% (0.05). El software estadístico utilizado fue el Minitab 17 (Minitab Inc., Filadelfia, Pensilvania, EE. UU., 2010).

Resultados y discusión

La inoculación de bacterianas de *Azotobacter* sp. y *Azospirillum brasilense* con diferentes concentraciones en el cultivo de nabo no generó significancias estadísticas entre los tratamientos ($p \geq 0.05$). En general, la emergencia, se visualizó en un lapso de 5 días excepto el testigo experimental (T0) (Cuadro 1). Nuestros resultados son similares a los reportados por Sánchez *et al.* (2021) donde al usar una combinación de quitosano y *Bradyrhizobium japonicum* tuvieron una tasa de emergencia (%) del 45.34 - 47.39. Además de Reyes *et al.* (2018) quienes al evaluar la emergencia en plántulas de maíz (*Zea mays* L.) al ser inoculadas con *Azospirillum brasilense* y *Chromobacterium violácea* no encontraron diferencia estadística significativa, sin embargo, los tratamientos inoculados con estas bacterias los valores promedio eran superiores al tratamiento control. No obstante, nuestros resultados son diferentes a los reportados por Roy Chowdhury *et al.* (2016) quienes obtuvieron un mayor porcentaje de emergencia de plántulas de acelgas en semillas inoculadas con bacterias promotoras del crecimiento vegetal en comparación de semillas no inoculadas.

Es importante destacar que el tiempo de emergencia puede ser influenciado por factores como la temperatura, la humedad y la luminosidad (Ojeda-Silvera *et al.*, 2015). Otras condiciones que influyen en la tasa de germinación es las condiciones físicas del suelo, así como los factores ambientales durante el desarrollo de las plántulas (Llanos-Macha *et al.*, 2017).

Cuadro 1. Efecto de la inoculación de bacterianas de *Azotobacter* sp. y *Azospirillum brasilense* en semillas de nabo.

Tratamientos	Descripción	#días a la emergencia	Tasa de emergencia (%)
T0	Sin bioproductos	6	45.37 ± 2.16 ^a
T1	<i>Azotobacter</i> sp. 1x10 ³ UFC mL ⁻¹	5	47.61 ± 2.23 ^a
T2	<i>Azotobacter</i> sp. 1x10 ⁶ UFC mL ⁻¹	5	47.88 ± 1.99 ^a
T3	<i>Azotobacter</i> sp. 1x10 ⁹ UFC mL ⁻¹	5	48.33 ± 2.04 ^a
T4	<i>Azotobacter</i> sp. 1x10 ¹² UFC mL ⁻¹	5	48.66 ± 1.97 ^a
T5	<i>Azospirillum brasilense</i> 1x10 ³ UFC mL ⁻¹	5	47.41 ± 2.13 ^a
T6	<i>Azospirillum brasilense</i> 1x10 ⁶ UFC mL ⁻¹	5	47.89 ± 1.99 ^a
T7	<i>Azospirillum brasilense</i> 1x10 ⁹ UFC mL ⁻¹	5	48.63 ± 2.44 ^a
T8	<i>Azospirillum brasilense</i> 1x10 ¹² UFC mL ⁻¹	5	48.81 ± 2.03 ^a

Letras iguales no difieren estadísticamente en la prueba de Tukey para $p \leq 0.05$.

La mayor altura de las plantas de nabo se registró en los tratamientos donde se inoculó con *Azotobacter* sp. y *Azospirillum brasilense* en la concentración 1×10^9 UFC mL^{-1} (T3 y T7) observando un incremento en la altura con significancia estadística significativa ($p \leq 0.05$) en todos los tratamientos inoculados con las bacterias en comparación del tratamiento control (T0) (Figura 1) incremento que representa un 14%.

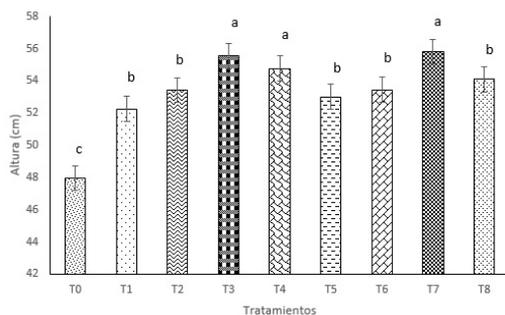


Figura 1. Altura de las plantas tomate con aplicación de bacterianas de *Azotobacter* sp. y *Azospirillum brasilense* en cultivo de nabo. Donde: *Azotobacter* sp. T1= (1×10^3 UFC mL^{-1}), T2= (1×10^6 UFC mL^{-1}), T3= (1×10^9 UFC mL^{-1}), T4= (1×10^{12} UFC mL^{-1}). *Azospirillum brasilense* T5= (1×10^3 UFC mL^{-1}), T6= (1×10^6 UFC mL^{-1}), T7= (1×10^9 UFC mL^{-1}), T8= (1×10^{12} UFC mL^{-1}). T0= Testigo experimental (sin bacterias). Letras iguales no difieren estadísticamente en la prueba de Tukey para $p \leq 0,05$.

Nuestros resultados coinciden con lo reportado por Devi *et al.* (2018), quienes reportaron los tratamientos con inoculados con bacterias promotoras del crecimiento vegetal (BPCV)

combinada con fertilización química moderada en cultivos de *Brassica oleracea* var. *Botrytis* promovieron el crecimiento vegetal. Así mismo, Yildirim *et al.* (2016) observaron que la inoculación con BPCV y la fertilización nitrogenada de 160 kg N ha^{-1} , mejoraron el crecimiento de plantas en cultivos de *Brassica oleracea* var. *capitata* L. De igual manera, con Sánchez *et al.* (2021) quienes reportaron un incremento en el crecimiento vegetal de 7.7%.

Para las variables de longitud de raíz y diámetro de raíz se presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos, destacándose como mejores tratamientos los inoculados con *Azospirillum brasilense* y *Azotobacter* sp. (T7 y T3) con una concentración de 1×10^9 UFC mL^{-1} para la longitud (30.01 ± 1.92 y 29.99 ± 2.44 cm), diámetro (5.56 ± 0.54 y 5.51 ± 0.67 cm). Este mismo comportamiento se observó en las demás variables registradas como: biomasa fresca (888.21 ± 44.57 y 781.06 ± 32.31 g), biomasa seca de las plántulas de nabo (55.35 ± 2.35 y 54.62 ± 2.11 g). Además de, la biomasa seca de radícula (10.03 ± 1.17 y 9.93 ± 1.24 g) y biomasa fresca de radícula (2.34 ± 0.71 y 2.27 ± 0.48 g).

Nuestros resultados son similares a los indicado por Batista *et al.* (2011) quien indica que el nabo genera una raíz promedio de 25 cm de longitud. No obstante, son superiores a lo descrito por Alonso & Dãaz, (2019) quien describen que la longitud radicular depende de la variedad y varía entre 5 a 15 centímetros, el cambio de temperatura bajo cero y que la humedad relativa incide sobre esta variable. Nuestros resultados sobre diámetro de raíz, biomasa fresca plántula y biomasa seca plántula están dentro del rango reportado por Aisha *et al.* (2014) evaluó el efecto de varios niveles de fertilizante orgánico y ácido húmico en el crecimiento y las raíces de las plantas de nabo (*Brassica rapa*)

Cuadro 2. Efecto de la inoculación de bacterianas de *Azotobacter* sp. y *Azospirillum brasilense* sobre componentes de crecimiento en plantas de nabo.

Tratamientos	Descripción	Longitud de raíz (cm)	Diámetro de raíz (cm)	biomasa fresca plántula (g)	biomasa seca plántula (g)	biomasa seca de radícula (g)	biomasa fresca de radícula (g)
T0	Sin bioproductos	24.53 ± 1.92^c	4.88 ± 0.62^{ab}	677.08 ± 24.55^c	36.25 ± 2.01^c	6.58 ± 0.99^c	1.93 ± 0.55^{ab}
T1	<i>Azotobacter</i> sp. 1×10^3 UFC mL^{-1}	27.64 ± 1.83^b	5.16 ± 0.51^a	719.64 ± 11.63^{bc}	40.42 ± 3.15^b	7.93 ± 0.93^{bc}	2.01 ± 0.67^a
T2	<i>Azotobacter</i> sp. 1×10^6 UFC mL^{-1}	28.19 ± 2.01^b	5.23 ± 0.35^a	731.55 ± 28.88^{bc}	43.25 ± 2.45^b	8.55 ± 1.13^b	2.11 ± 0.22^a
T3	<i>Azotobacter</i> sp. 1×10^9 UFC mL^{-1}	29.99 ± 2.44^a	5.51 ± 0.67^a	781.06 ± 32.31^b	54.62 ± 2.11^a	9.93 ± 1.24^a	2.27 ± 0.48^a
T4	<i>Azotobacter</i> sp. 1×10^{12} UFC mL^{-1}	29.53 ± 2.21^{ab}	5.44 ± 0.49^a	836.72 ± 44.22^{ab}	50.01 ± 2.43^a	8.98 ± 1.16^{ab}	2.21 ± 0.56^a
T5	<i>Azospirillum brasilense</i> 1×10^3 UFC mL^{-1}	27.67 ± 1.77^b	5.22 ± 0.63^a	816.04 ± 21.76^{ab}	42.5 ± 1.83^{ab}	8.13 ± 1.11^{bc}	2.03 ± 0.57^a
T6	<i>Azospirillum brasilense</i> 1×10^6 UFC mL^{-1}	28.22 ± 1.85^b	5.41 ± 0.49^a	796.99 ± 40.16^b	47.43 ± 2.26^{ab}	9.45 ± 1.01^{ab}	2.03 ± 0.58^a
T7	<i>Azospirillum brasilense</i> 1×10^9 UFC mL^{-1}	30.01 ± 1.92^a	5.56 ± 0.54^a	888.21 ± 44.57^a	55.35 ± 2.35^a	10.03 ± 1.17^a	2.34 ± 0.71^a
T8	<i>Azospirillum brasilense</i> 1×10^{12} UFC mL^{-1}	28.55 ± 2.1^b	5.42 ± 0.98^a	823.11 ± 50.04^{ab}	52.29 ± 2.58^a	9.86 ± 1.08^a	2.21 ± 0.69^a

Letras iguales no difieren estadísticamente en la prueba de Tukey para $p \leq 0,05$.

y Chong-Qui (2019) quien evaluó tres tipos de compost.

El rendimiento por hectárea kg ha⁻¹ indicó que, el tratamiento inoculado con *Azospirillum brasilense* (T7) fue el más sobresaliente con 49,559.90 kg ha⁻¹, seguido del tratamiento T3 (*Azotobacter* sp.) con 48,172.60 kg ha⁻¹ (Cuadro, 3).

Cuadro 3. Efecto de la inoculación de bacterianas de *Azotobacter* sp. y *Azospirillum brasilense* en el rendimiento del nabo.

Tratamientos	Descripción	Rendimiento por hectárea kg/ha ⁻¹
T0	Sin bioproductos	32,285.11 ^c
T1	<i>Azotobacter</i> sp. 1x10 ³ UFC mL ⁻¹	39,893.42 ^{bc}
T2	<i>Azotobacter</i> sp. 1x10 ⁶ UFC mL ⁻¹	45,743.79 ^b
T3	<i>Azotobacter</i> sp. 1x10 ⁹ UFC mL ⁻¹	48,172.60 ^a
T4	<i>Azotobacter</i> sp. 1x10 ¹² UFC mL ⁻¹	48,096.05 ^a
T5	<i>Azospirillum brasilense</i> 1x10 ³ UFC mL ⁻¹	40,846.83 ^{bc}
T6	<i>Azospirillum brasilense</i> 1x10 ⁶ UFC mL ⁻¹	43,117.66 ^b
T7	<i>Azospirillum brasilense</i> 1x10 ⁹ UFC mL ⁻¹	49,559.90 ^a
T8	<i>Azospirillum brasilense</i> 1x10 ¹² UFC mL ⁻¹	45,453.44 ^b

Letras iguales no difieren estadísticamente en la prueba de Tukey para p≤0,05.

Nuestros rendimientos con la inoculación de *Azotobacter* sp. y *Azospirillum brasilense* en diferentes dosis son superiores a los obtenidos por Abasolo *et al.* (2020) quien reporta un rendimiento de 34,250.00 kg ha⁻¹ con una rentabilidad del 71%. Y superiores a los reportados por Chong-Qui (2019) quien reportó valores de 22,916.7, 21,666.7 y 19,983.3 kg ha⁻¹. Estas diferencias se deben posiblemente a elementos como el cultivar, época de siembra, la vegetación del cultivo (el suelo, humedad, pH y en especial la calidad de la semilla (Barahona y Torres, 2011).

Finalmente, la evaluación de la incidencia de Mildiu causado por *Peronospora brassicae* Gaumann en plantas de nabo evidencio que, los tratamientos inoculados con *Azotobacter* sp. y *Azospirillum brasilense* en diferentes dosis presentaron menor incidencia respecto al control (T0) siendo el tratamiento (T7) el que mejor resultados presentó, datos estadísticamente significativos (p≤0.05) (Figura 2).

La incidencia de Mildiu en el presente trabajo fue mayor a la encontrada por Henríquez-Díaz *et al.* (2020) a los 40 DDT donde utilizando Quitomax encontró valores de Mildiu vellosa en plantas de pepino de 28.2% a 56.5% y menor a la reportada a los 50 DDT 31.5% a 84.5%. Valores similares fueron reportados por Sánchez *et al.* (2021) con uso de bacterias promotoras del crecimiento vegetal (*Bradyrhizobium japonicum*) encontrando incidencia de 21.33 - 63.33

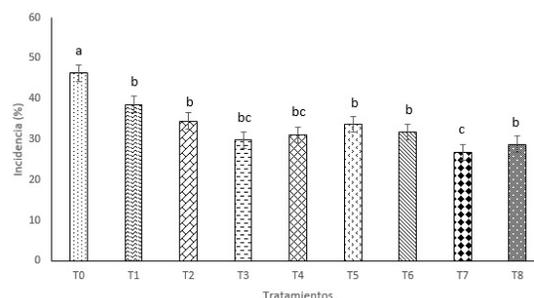


Figura 2. Incidencia de Mildius causado por *Peronospora brassicae* Gaumann en plantas de nabo inoculadas con bacterias de *Azotobacter* sp. y *Azospirillum brasilense* en diferentes dosis a los 45 días después de la inoculación. Donde: *Azotobacter* sp. T1= (1x10³ UFC mL⁻¹), T2= (1x10⁶ UFC mL⁻¹), T3= (1x10⁹ UFC mL⁻¹), T4= (1x10¹² UFC mL⁻¹). *Azospirillum brasilense* T5= (1x10³ UFC mL⁻¹), T6= (1x10⁶ UFC mL⁻¹), T7= (1x10⁹ UFC mL⁻¹), T8= (1x10¹² UFC mL⁻¹). T0= Testigo experimental (sin bacterias). Letras iguales no difieren estadísticamente en la prueba de Tukey para p≤0,05.

Conclusiones

La mejor respuesta agronómica asociadas al crecimiento vegetal en el cultivo de nabo (*Brassica napus* L.) fue con la aplicación de *Azotobacter* sp. y *Azospirillum brasilense* en la concentración 1x10⁹ UFC mL⁻¹ con los valores numéricos más altos con *Azospirillum brasilense*.

La mayor producción y rendimiento del cultivo de de nabo (*Brassica napus* L.) fue con la aplicación de *Azospirillum brasilense* en la concentración 1x10⁹ UFC mL⁻¹ incrementa la producción del cultivo de manera sostenible.

La inoculación de *Azospirillum brasilense* en la concentración 1x10⁹ UFC mL⁻¹ redujo la mayor incidencia de Mildius causado por *Peronospora brassicae* Gaumann en plantas de nabo.

Agradecimientos

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por el apoyo otorgado a través del Fondo Competitivo de Investigación Científica y Tecnológica (FOCICYT) 8va Convocatoria, a través del proyecto “Uso agrícola de biosólidos de cultivos piscícolas y su efecto en la producción de hortalizas”.

Literatura citada

Abasolo, F., Ojeda-Silvera, C., Cervantes, J., Villacreses, E., Aviles, D., Mendoza, E. y Mazón-Suástegui, J.M. (2020). Respuesta agronómica del Nabo (*Brassica napus* L.) a la aplicación de medicamentos homeopáticos. Terra Latinoamericana, 38(1), 183-198.

- Aisha, H. A., Shafeek, M. R., Mahmoud, R. A., y El Desuki, M. (2014). Effect of various levels of organic fertilizer and humic acid on the growth and roots quality of turnip plants (*Brassica rapa*). *Current Science International*, 3(1), 7-14.
- Alonso, R. U. y Díaz, E. R. (2019). Evaluación del efecto de tres tratamientos de fertilización (más un testigo DAP) en el desarrollo aéreo y radicular de colinos de café variedad castillo. *Revista Matices Tecnológicas*, 10 (1), 6-37.
- Barahona, Á. F. R., & Torres, I. D. A. (2011). Efecto del Contenido de Humedad sobre Propiedades Físicas de la Semilla de Vitabosa (*Mucuna deeringiana*). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 64(1), 5961-5971.
- Batista, C., Barros, L., Carvalho, A. M. y Ferreira, I. C. (2011). Nutritional and nutraceutical potential of rape (*Brassica napus* L. var. *napus*) and “trinchuda” cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *costata*) inflorescences. *Food and Chemical Toxicology*, 49(6), 1208-1214.
- Chong-Qui, J. P. (2019). Evaluación de tres tipos de compost en el rendimiento del cultivo de nabo (*Brassica rapa* L.) [Bachelor's thesis, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos, Ecuador].
- Conversa, G., Lazzizzera, C., Bonasia, A., La Rotonda, P., & Elia, A. (2020). Nutritional characterization of two rare landraces of turnip (*Brassica rapa* var. *rapa*) tops and their on-farm conservation in Foggia province. *Sustainability*, 12(9), 3842.
- Devi, M., R. S. Spehia, M. Sandeep, A. Mogta, and A. Verma. 2018. Influence of integrated nutrient management on growth and yield of cauliflower (*Brassica oleracea*) var. *botrytis* and soil nutrient status. *Int. J. Chem. Stud.* 6: 2988-2991.
- Henríquez Díaz, L. G., Salgado-Valle, Y., Ramírez-Arrebató, M., Reyes-Pérez, J., Rodríguez Pedroso, A. T., Ruiz Sánchez, M., y Hernández-Montiel, L. G. (2020). Efecto de Quitomax en el control del mildiú vellosa en pepino (*Cucumis sativus* L.). *Ecosistemas Recursos Agropecuarios*, 7(2), e2479.
- Martínez Blanco, B., Antonio Vejar, V., Bello-Martínez, J., et al. 2020. Bacterias promotoras de crecimiento vegetal para incrementar la producción de *Lactuca sativa* L. en campo. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(2): 449-452.
- Mohammed, A. E., You, M. P., & Barbetti, M. J. (2018). Temperature and plant age drive downy mildew disease epidemics on oilseed *Brassica napus* and *B. juncea*. *European Journal of Plant Pathology*, 151(3), 703-711.
- Ojeda-Silvera, C. M., B. Murillo-Amador, A. Nieto-Garibay, E. Troyo-Diéguez, F. H. Ruiz-Espinoza, y J. L. García-Hernández. 2015. Emergencia y crecimiento de plántulas de variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) sometidas a estrés hídrico. *Ecosistemas Recur. Agropecuarios*. 2(5):151-161.
- Reyes, L. M., Jiménez, C. E. A., Montiel, M. G. C., Galdámez, J. G., Cabrera, J. A. M., Aguilar, F. B. M., ... & Padilla, E. G. (2018). Biofertilización y fertilización química en maíz (*Zea mays* l.) en Villaflores, Chiapas, México. *Siembra*, 5(1), 26-37.
- Roy Chowdhury, A., A. Bagchi, and C. Sengupta. 2016. Isolation and characterization of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) from agricultural field and their potential role on germination and growth of spinach (*Spinacia oleracea* L.) plants. *Int. J. Curr. Agric. Sci.* 6: 128-131.
- Runno-Paurson, E., Lääniste, P., Eremeev, V., Kaurilind, E., Hörak, H., Niinemets, Ü., & Metspalu, L. (2019). Evaluation of downy mildew (*Hyaloperonospora brassicae*) infection severity on different cruciferous oilseed crops. In *Rural development 2019: research and innovation for bioeconomy (RD2019): proceedings of the 9th international scientific conference*, September 26-28, 2019, Agriculture Academy of Vytautas Magnus University, 2019, p. 329-335.
- Sánchez, A. R. Á., Álvarez, E. M. C., Reyes-Pérez, J. J., Casacó, A. R. B., Freile, M. F. M., Véliz, M. B. C., & Alvarado, W. H. S. (2021). Crecimiento, producción y estado fitosanitario de plantas de nabo (*brassica napus* l.) a la aplicación de quitosano y bacterias promotoras del crecimiento vegetal. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(6), 11392-11406.
- Sánchez, A. R. Á., Álvarez, E. M. C., Reyes-Pérez, J. J., Casacó, A. R. B., Freile, M. F. M., Véliz, M. B. C., & Alvarado, W. H. S. (2021). Crecimiento, producción y estado fitosanitario de plantas de nabo (*brassica napus* l.) a la aplicación de quitosano y bacterias promotoras del crecimiento vegetal. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(6), 11392-11406.
- Vásconez, R. D., J. E. Mossot, A. G. Shagñay, E. M. Tenorio, V. P. C. Utreras, y I. D. Suquillo. 2020. Evaluación de *Bacillus* spp. como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (RPCV) en brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) y lechuga (*Lactuca sativa*). *Cienc. Tecnol. Agropecuaria*. 21(3): 1-16.
- Yildirim, E., M. Turan, A. Dursun, M. Ekinci, R. Kul, K. F. Parlakova, D. M. Figen, and N. Kitir. 2016. Integrated use of nitrogen fertilization and microbial inoculation: change in the growth and chemical composition of white cabbage. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 47: 1-2245-2260. doi: <https://doi.org/10.1080/00103624.2016.1228955>.