Ciencia Latina
Revista Multidisciplinar

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.3754

Efecto de la inclusión de diatomeas (*bacillariophyceae sp.*) en las primeras etapas de desarrollo vegetal del cultivo de nabo chino (*brassica rapa*)

Danilo Alfredo-Moreira
https://orcid.org/0000-0001-9768-8523
dmoreirah@uteq.edu.ec
Universidad Técnica Estatal de Quevedo,
Unidad de Posgrado, Maestría en groecología y Desarrollo Sostenible.
Quevedo, Ecuador.

Ana Ruth Álvarez-Sánchez
aalvarezs@uteq.edu.ec
https://orcid.org/0000-0003-2780-8600
Universidad Técnica Estatal de Quevedo,
Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas,
Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

Juan José Reyes-Pérez
jreyes@uteq.edu.ec
https://orcid.org/0000-0001-5372-2523
Universidad Técnica Estatal de Quevedo,
Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas,
Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

Abel Guillermo Muñoz-Pinela
abel.munoz2014@uteq.edu.ec
https://orcid.org/0000-0003-1060-7714
Universidad Técnica Estatal de Quevedo,
Unidad de Posgrado, Maestría en groecología y Desarrollo Sostenible.
Quevedo, Ecuador

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la inclusión de Diatomeas en la emergencia, crecimiento y producción en el cultivo de nabo chino. Teniendo en cuenta la eficiencia de las diatomeas en cultivos hortícolas. La presente investigación se llevó a cabo en el Campus "La María" de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, provincia de los Ríos, Ecuador. La metodología: se empleó un Diseño completamente al azar (DCA), conformado por 6 tratamientos aplicando diatomeas al T1: 25%, T2: 50%, T3 75%, T4: 100%, T5: Testigo experimental. Las semillas de nabo fueron embebidas con los tratamientos por 2 horas antes de la siembra. Para la comparación entre medias se empleó la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). Se utilizó un total de 500 plantas de nabo por todo el experimento. Los resultados indicaron que, la tasa de emergencia de las semillas de nabo no tuvo un efecto significativo ($p \geq 0.05$) al embeber la semilla con las diversas concentraciones de Diatomeas. Los parámetros obtenidos a los 15 días del desarrollo inicial indicaron que el tratamiento (T3) donde se utilizó el 75% de Diatomeas (Bacillariophyceae sp.) como biofertilizante presentó los mejores resultados en el promedio de: número de hojas (3.46); longitud de la hoja, (17.54 cm), ancho de la hoja (8.71cm), altura de la planta (18.34 cm), longitud radicular (4.42 cm), biomasa fresca de la plántula (98.35 g), biomasa seca de la plántula (10.16 g), biomasa fresca del fruto (20.54g) y biomasa seca del fruto (1.99 g) resultados estadísticamente significativos ($P \leq 0,05$). Llegando a la conclusión que el uso de Diatomeas (Bacillariophyceae sp.) otorga beneficios en la mejora de las variables agronómicas en etapas iniciales del cultivo del nabo.

Palabras clave: *algas; bioestimulantes; diatomeas; tubérculo; nabo*

Correspondencia: arturo_barbosa_o@hotmail.com
Artículo recibido 11 octubre 2022 Aceptado para publicación: 11 noviembre 2022
Conflictos de Interés: Ninguna que declarar
Todo el contenido de **Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar**, publicados en este sitio están disponibles bajo Licencia Creative Commons (cc) BY.
Cómo citar: Moreira , D. A., Álvarez-Sánchez, A. R., Reyes-Pérez, J. J., & Muñoz-Pinela, A. G. (2022). Efecto de la inclusión de diatomeas (bacillariophyceae sp.) en las primeras etapas de desarrollo vegetal del cultivo de nabo chino (brassica rapa). Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 6(6), 3088-4000. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.3754

Effect of the inclusion of diatoms (*bacillariophyceae sp.)* in the early stages of plant development of the chinese turnip (*brassica rapa*) crop

ABSTRACT

The objective of the present work was to evaluate the effect of the inclusion of diatoms on the emergence, growth, and production in the Chinese turnip crop. Considering the efficiency of diatoms in horticultural crops. The present research was carried out at the "La María" Campus of the State Technical University of Quevedo, Los Ríos province, Ecuador. The methodology: a completely random Design (DCA) was used, consisting of 6 treatments applying diatoms at T1: 25%, T2: 50%, T3 75%, T4: 100%, T5: Experimental control. The turnip seeds were soaked with the treatments for 2 hours before sowing. For the comparison between means, the Tukey test was used ($p \leq 0.05$). A total of 500 turnip plants were used throughout the experiment. The results indicated that the emergence rate of turnip seeds did not have a significant effect ($p \geq 0.05$) when imbibing the seed with the various concentrations of Diatoms. The parameters obtained 15 days after the initial development indicated that the treatment (T3) where 75% of Diatoms (Bacillariophyceae sp.) as a biofertilizer presented the best results in the average of: number of leaves (3.46); leaf length, (17.54 cm), leaf width (8.71cm), plant height (18.34 cm), root length (4.42 cm), fresh biomass of the seedling (98.35 g), dry biomass of the seedling (10.16 g), fresh biomass of the fruit (20.54g) and dry biomass of the fruit (1.99 g) statistically significant results ($P \leq 0.05$). Concluding that the use of Diatoms (Bacillariophyceae sp.) provides benefits in the improvement of agronomic variables in the initial stages of turnip cultivation.

Keywords: *algae; biostimulants; diatoms; tuber; turnip*

INTRODUCCIÓN

El nabo (*Brassica rapa*) es una hortaliza que pertenece a la familia de las Brassicaceae, entre otros cultivos pertenecientes a esta familia está la col y el berro, es implementada en la alimentación humana por sus propiedades tanto nutritivas como medicinales (Abasolo-Pacheco et al., 2020). Es una planta ampliamente cultivada como verdura de hoja, verdura de raíz y semilla oleaginosa (Aisha et al., 2014). A nivel mundial las hortalizas son la principal fuente alimenticia que aporta nutrientes a la población cerca de 87 millones de toneladas es el promedio mundial de producción de hortalizas y solo del cultivo de nabo (*Brassica rapa*) su producción mundial es de 41.1 millones de toneladas, destacando a países como China por ser uno de los mayores productores de esta hortaliza (Velasco et al., 2013).

En países como Ecuador este tipo de cultivos son cultivados más en Regiones como la Sierra ecuatoriana donde posee un clima apto para cultivar hortalizas y vegetales específicamente en Provincias como Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, en Regiones como la Costa este tipo de cultivos son más usados con fines investigativos y son encontrados más en los mercados para el consumo (Álvarez-Sánchez et al., 2021).

La agricultura convencional depende de la aplicación de fertilizantes minerales solubles, con el fin de lograr mayor rendimiento en los cultivos. Pero la aplicación excesiva ha producido: eutrofización, toxicidad de las aguas, contaminación de aguas subterráneas, contaminación del aire, degradación del suelo y de los ecosistemas, desequilibrios biológicos y reducción de la biodiversidad (González, 2019). conllevando a agrandes impactos negativos al ambiente ya que éstos se utilizan en mayor cantidad de la que pueden absorber los cultivos, o cuando se eliminan por acción del agua o del viento de la superficie del suelo antes de que puedan ser absorbidos (Torres-Moreno, 2017). La producción de alimentos orgánicos ha retomado importancia en los últimos años, debido a los daños que causa el uso excesivo de productos químicos en la producción agrícola, tanto a la salud humana como al ambiente en el componente suelo.

Una de las alternativas para frenar el uso de abonos químicos son los biofertilizantes a base de microorganimos y algas como son Las diatomeas (*Bacillariophyceae*), las cuales son microorganismos unicelulares, algas eucariotas, diploides y fotosintéticos, que pueden vivir en ambientes muy diferentes con diverso tenor salino (aguas dulces a

hipersalinas), estado trófico, pH (ácido a alcalino) y temperatura (condición de hielo a aguas termales) (Grana, 2018). Su componente principal es sílice amorfo y pequeñas cantidades de minerales como Al, FeO, Ca(OH)2, Mg y Na, entre otros (Fabila-Martínez et al., 2013).

Las diatomeas son empleadas en la postcosecha de granos para prevenir perdida de granos, sirve además como agente insecticida, ayuda a incrementar el control de insectos, posee baja toxicidad ya que estudios demostraron que en animales mamíferos su ingestión no era tan excesiva y no existían pérdidas económicas (Marrero et al., 2020), sin embargo, a pesar de sus propiedades químicas y su alto contenido en micronutrientes esenciales (oligoelementos), su acción como fertilizante en la producción de alimentos no ha sido estudiada (Fabila-Martínez et al., 2013).

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue el evaluar el efecto de la inclusión de Diatomeas (*Bacillariophyceae sp.)* en la emergencia, crecimiento y producción en el cultivo de nabo chino (*Brassica rapa*). La importancia de este articulo radica en la falta de investigaciones acerca del uso de la Diatomea (*Bacillariophyceae sp*.) como biofertilizante en hortalizas.

METODOLOGÍA

La investigación se realizará en la finca experimental “La María”, el mes de julio a octubre del 2022 en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el km 7 de la Vía Quevedo–El Empalme. Recinto San Felipe, cantón Mocache, provincia de Los Ríos, entre las coordenadas geográficas de 01º 06’ de latitud Sur y 79º 29’ de longitud Oeste, a una altitud de 120 msnm con una temperatura media de 25.8 °C.

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con cinco tratamientos T1: 25%, T2: 50%, T3 75%, T4: 100%, T5: Testigo Experimental, cada uno con 5 unidades experimentales, con un total de 500 plantas. La toma de datos se llevó a cabo a los 15 días.

El porcentaje de emergencia se realizó en bandejas germinadoras de poliestireno expandido de 220 celdas, utilizando sustrato a base de: humus, tamo de arroz, aserrín, arena y suelo tamizado, contabilizando el número de semillas emergidas. Las semillas se embebieron por 2 horas en cada uno de los tratamientos posteriormente, se plantaron a una profundidad de 2 mm dentro de las bandejas germinadoras bajo una cubierta con fácil acceso del sol para facilitar la germinación.

El trasplante se llevó a cabo a los 8 días después de la siembra, en las primeras horas de la mañana para evitar el estrés. En campo, las plántulas se colocaron a una distancia de 0,20 m entre plantas y 0,40 m entre hileras. Se tomaron variables de crecimiento, como Longitud de la hoja (cm), ancho de la hoja, altura de la planta, longitud radicular, biomasa fresca de la plántula, biomasa seca de la plántula, biomasa fresca del fruto y biomasa seca del fruto para estos últimos parámetros se utilizó una balanza analítica (Mettler Toledo®, modelo AG204-USA). Para obtener biomasa seca, la biomasa fresca correspondiente se colocó en bolsas de papel en muestras por separado, mismas que se introdujeron en una estufa de secado a temperatura de 85 °C hasta obtener su deshidratación completa en alrededor de 72 h.

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 tasa de emergencia indicó que, la acción de embeber las semillas por un tiempo de 2 hrs. No tuvo un efecto positivo ya que el porcentaje de emergencia fue mayor en el tratamiento experimental (T5) siendo estas diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$) Figura 1. Resultados muy diferentes a los arrojados con otros bioestimulantes como el Quitosano en semillas de calabacín (*Cucurbita pepo*) (Lárez et al. 2012), algodón americano (*Gossypium Irsutum*), trigo (*Triticum Aestivum*) (Bhaskara et al.,1999), pepino (*Cucumis Sativus*), pimiento (*Capsicum Annuum*), calabaza (Cucúrbita sp.) (Chandrkrachang, 2002) y alcachofa (*Cynara ScolymusL.)* (Ziani et al., 2010) donde la tasa de emergencia fue superior al tratar la semilla con este bioestimulante. Otros trabajos donde al hacer de medicamentos homeopáticos se bioestimula la emergencia de las plantas los reportan Meneses y González (2003) en semillas de café, Panda et al. (2013) en semillas de la arveja (*Pisum sativum L.*) y Abasolo et al., 2020 quien al usar Silicea terra (SiT-6CH y SiT-30CH), *Natrum muriaticum* (NaM-6CH y NaM-30CH) y *Phosphoricum acidum* (PhA-6CH y PhA-30CH) encontraron valores superiores al 85% de emergencia. Es importante destacar que estos resultados se deben posiblemente a que factores como la temperatura, la humedad y la luminosidad pueden influenciar a la

germinación (Ojeda-Silvera et al., 2015). Otros aspectos que influyen en el porcentaje de germinación son las condiciones físicas del suelo, así como los factores ambientales durante el desarrollo de las plántulas (Bedoya et al., 2018).

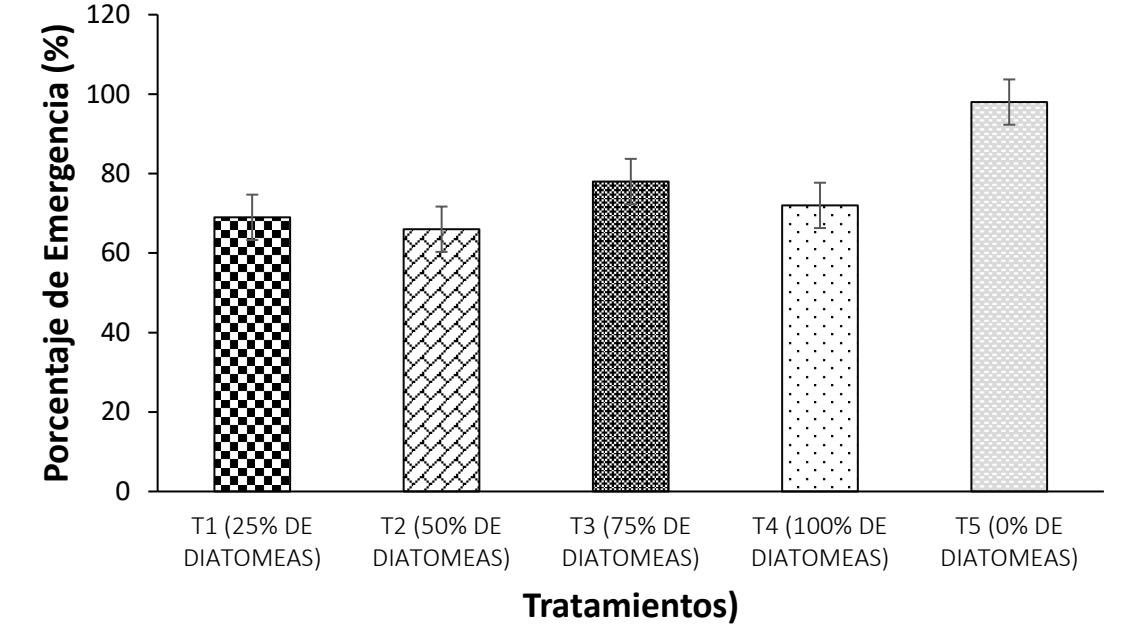

Figura 1. Porcentaje de germinación de semillas de nabo (*Brassica rapa*) tratadas con cuatro diferentes dosis de diatomeas (25, 50, 75 y 100%). Los valores con letras similares no presentan diferencias estadísticas significativas para $P < 0.05$, según el procedimiento Pruebas de Rangos Múltiples de Tukey.

Para las variables agronómica tomadas a los 15 días de crecimiento vegetal en los diferentes tratamientos biofertilizados con diferentes dosis de diatomeas en cultivos de nabo a los 15 días de desarrollo inicial se observó que, el promedio del número de hojas observadas fue de 3.46, no se observó diferencias significativas entre los tratamientos (P≥0,05). En la longitud de la hoja, el tratamiento con el 75% de diatomeas (T4) obtuvo el mejor promedio entre los tratamientos (17.54) valores estadísticamente significativos (P≤0,05). El promedio del ancho de la hoja (cm) y el diámetro del tallo fue de 8.71 y 2.23 respectivamente observando una mayor tendencia en los tratamientos biofertilizados con Diatomeas en comparación al tratamiento control, datos estadísticamente significativos (P≤0,05). La altura de la planta se observó un promedio general de, 18.34 cm siendo el tratamiento T3 quien presento los valores más altos 19.26 cm resultados

estadísticamente significativos (P≤0,05). El promedio de la longitud radicular fue de 4.42 no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos biofertilizados con Diatomeas y el tratamiento control (P≥0,05). El tratamiento con mayor biomasa fresca y seca de la plántula fue el T3 (75%) de Diatomeas con valores de 98.35 y 10.16 valores que son estadísticamente significativos (P≤0,05). Finalmente, para la biomasa fresca y seca del fruto, se observó que también fue el tratamiento T3 quien presento los promedios más altos 20.54 y 1.99 respectivamente, valores que fueron estadísticamente significativos (P≤0,05). Nuestros resultados son consistentes con los informados por Devi et al. (2018) quienes reportaron un tratamiento inoculado con bacterias promotoras del crecimiento vegetal (BPCV) combinado con fertilización química moderada en *Brassica oleracea var.* Botrytis promueve el crecimiento de las plantas. Además, Yildirim et al. (2016) observaron que la inoculación con BPCV y la fertilización nitrogenada a 160 kg N ha-1 mejoraron *Brassica oleracea var.* yo capitán De manera similar informan Sánchez et al. Aumento del 7,7% en el crecimiento de las plantas en 2021.

Tabla 1. *Efectos en los parámetros agronómicos del cultivo de nabo tratadas con cuatro diferentes dosis de diatomeas (25, 50, 75 y 100%) con 15 días de desarrollo vegetal.*

15 días										
Tratamientos	Numero de Hojas	Longitud de la Hoja (cm)	Ancho de la hoja (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Altura de la Planta (cm)	Longitud radicular (cm)	Biomasa fresca plántula (g)	Biomasa seca plántula (g)	Biomasa fresca Fruto (g)	Biomasa seca Fruto (g)
T1 (25% DE DIATOMEAS)	3.26^{a}	14.08^{b}	8.24^{a}	2.11^{a}	18.04^{ab}	4.56^{a}	76.64^{c}	7.71^{c}	19.41^{ab}	1.74^{c}
T2 (50% DE DIATOMEAS)	3.52^{a}	14.34^{b}	8.74^{a}	2.26^{a}	18.53^{ab}	4.38^{a}	84.55^{b}	8.64^{b}	19.65^{ab}	1.89^{ab}
T3 (75% DE DIATOMEAS)	3.88^{a}	17.54^{a}	9.00^{a}	2.35^{a}	19.26^{a}	4.57^{a}	98.35^{a}	10.16^{a}	20.54^{a}	1.99^{a}
T4 (100% DE DIATOMEAS)	3.41^{a}	16.85^{ab}	8.88^{a}	2.23^{a}	18.72^{ab}	4.21^{a}	84.67^{b}	8.77^{b}	19.88^{ab}	1.81^{b}
T5 (0% DE DIATOMEAS)	3.22^{a}	13.23^{c}	7.12^{b}	2.22	17.16^{b}	4.39^{a}	74.28^{c}	7.43^{c}	17.44^{b}	1.72^{c}
CV (%)	1.52	3.25	1.33	0.75	3.21	1.14	7.22	6.16	2.11	0.57

CONCLUSIONES

Las diatomeas con aplicaciones al 75% tuvo mejor aceptación por el cultivo de Nabo siendo el tratamiento con mejores resultados en los parámetros de crecimiento; ancho de hoja, longitud de hoja, numero de hojas, altura de planta y producción; diámetro de furto y peso de fruto, en comparación con el control experimental.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por el apoyo otorgado a través del Fondo Competitivo de Investigación Científica y Tecnológica (FOCICYT) 9na Convocatoria, a través del proyecto “Efecto agronómico de la biofertilización edáfica a base de algas y microalgas en cultivos de hortalizas”.

LISTA DE REFERENCIAS

Abasolo-Pacheco, F., Ojeda-Silvera, C. M., Cervantes-Molina, J. E., Moran-Villacreses, E., Vera-Aviles, D., Ganchozo-Mendoza, E., & Mazón-Suástegui, J. M. (2020). Agronomic behavior of the turnip (Brassica napus L.) during the application of homeopathic medicines. Terra Latinoamericana, 38(1), 183–198. https://doi.org/10.28940/terra.v38i1.667/731

Aisha, H. A., Shafeek, M. R., Mahmoud, R. A., & 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. https://curresweb.com/csi/csi/2014/7-14.pdf

Álvarez-Sánchez, A. R., Castillo-Álvarez, E. M., Reyes-Pérez, J. J., Batista-Casacó, A. R., Monge-Freile, M. F., Culcay-Véliz, M. B., & Santana-Alvarado, W. H. (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. https://doi.org/10.37811/rcm.v5i6.1174

Bedoya-Corrales, L. I., García-Arango, D. A., Sepúlveda-Aguirre, J., EcheverriGutiérrez, C. A. y Acosta-Agudelo, L. C. (2018). Comparative study ofgermination percentage for Lactuca sativa varieties: sustainable orchards in urban environments. Producción+ Limpia, 13(1), 83-91

Bhaskara, M., J. Arul, P. Angers, y L. Couture. 1999. Chitosan treatment of seeds induces resistance to Fusarium graminearum and improves seed quality. J. Agric. Food Chem. 47: 1208-1216.

Chandrkrachang, S. 2002. The application of chitin and chitosan in agriculture in Thailand. In: Suchiva, K., Chandrkrachang S., Methacanon P. y Peter M. (eds.). Advances in Chitin Science. 5(1):458-462. Bangkok, Thailand.

Fabila-Martínez, L., Adame-Martínez, S., & Serrato-Cuevas, R. (2013). Effect of the diatomaceous earth in the soil chemical properties in corn crops (Zea mays L.). Revista de Investigación Agraria y Ambiental, 4(2), 13–26. https://doi.org/10.22490/21456453.984

González, P. (2019). Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes. Biblioteca Del Congreso Nacional de Chile, 1–5. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27059/1/Consecuencias_ambientales_de_la_aplicacion_de_fertilizantes.pdf

Grana, L. (2018). The archaeology from the microscope. Interdisciplinary contributions of diatoms to archaeological problems. Revista Del Museo de Antropología, 11(1), 3548. https://doi.org/10.31048/1852.4826.v11.n1.16902

Lárez V., C., Chirinos, A., Tacoronte, M. y Mora, A. (2012). Chitosan oligomers as bio-stimulants to Zucchini (Cucurbita pepo) sedd germination. Agriculture (Pol'nohospodárstvo), 58(3), 113-119.

Marrero, L., Torrent, J., Velásquez, N., Socorro, V., & Ramírez, M. (2020). Efficacy of Diatomaceous Earth for the control of Sitophilus zeamais Motschulsky in a metallic silo. Revista de Protección Vegetal, 35(1), 1–5. http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v35n1/2224-4697-rpv-35-01-e06.pdf

Ojeda-Silvera, C. M., Murillo Amador, B., Nieto Garibay, A., Troyo Diéguez, E. , Ruíz Espinoza, F. H., y García Hernández, J. L. (2015). Emergencia y crecimiento de plántulas de variedades de albahaca (Ocimum basilicum L.) sometidas a estrés hídrico. Ecosistemas Recursos Agropecuarios, 2(5), 151-161.

Torres-Moreno, Á. A. (2017). Organic Fertilizer Use for Sustainable Development of Agricultural in Salesian Technical School. Revista Scientific, 2(3), 99–117. https://doi.org/10.29394/scientific.issn.2542-2987.2017.2.3.5.99-117

Velasco, P., Lema, M., Francisco, M., Soengas, P., & Cartea, M. (2013). In Vivo and in Vitro Effects of Secondary Metabolites against Xanthomonas campestris pv. campestris. Molecules, 18, 11131–11143. https://doi.org/doi:10.3390/molecules180911131

Ziani, K., B. Ursúa, and J. Maté. 2010. Application of bioactive coatings based on chitosan for artichoke seed protection. Crop Protec. 29: 853-859.