



Crecimiento y rendimiento del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) bajo la acción de dos bioles

Growth and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) under the action of two bioles

Autores: José Leonardo Montoya Bazán¹
Eduardo Fidel Héctor Ardisana²
Antonio Torres García³
Osvaldo Fosado Téllez⁴

Dirección para correspondencia: ehectorardisana@gmail.com

Recibido: 2018-12-04

Aceptado: 2019-03-09

Resumen

Los estudios sobre alternativas orgánicas de fertilización son una tendencia mundial, por su incidencia favorable en el consumo saludable de alimentos y la preservación del ambiente. En ese contexto se produce esta investigación, cuyo objetivo fue evaluar las respuestas del crecimiento y el rendimiento del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) a la aplicación de dos bioles. Para ello se empleó un diseño de bloques al azar con tres réplicas y cuatro tratamientos: Biol 1 (estiércol bovino y residuos diversos), Biol 2 (microorganismos eficientes), fertilización química (urea, superfosfato triple y cloruro de potasio 50-25-50) y suelo sin fertilizar. Se evaluaron dos variables del crecimiento (altura de carga y altura de la planta) y cuatro variables del rendimiento (longitud de las cápsulas, cápsulas por planta, semillas por cápsula y rendimiento en t.ha⁻¹). No se obtuvieron diferencias significativas debidas a los tratamientos en las variables del crecimiento. En las variables del rendimiento, la fertilización química produjo rendimientos significativamente superiores a los bioles, y los rendimientos alcanzados con estos fueron siempre superiores a los obtenidos

¹ Estudiante de la Maestría en Agronomía, mención Producción Agrícola Sostenible, Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí. Ecuador.

² Instituto de Posgrado, Facultad de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador.

³ Facultad de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador.

⁴ Instituto de Posgrado, Facultad de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador.

de las plantas no fertilizadas. Se recomienda estudiar el efecto de otras dosis de los bioles y combinarlos con fertilizantes químicos como alternativa orgánica que permita obtener rendimientos similares a un menor costo ambiental.

Palabras clave: bioles; ajonjolí; *Sesamum indicum* L.; bioestimulantes.

Abstract

Studies on organic fertilization alternatives are a global trend, due to their favorable impact on the healthy consumption of food and the preservation of the environment. In this context, this research is carried out, whose objective was to evaluate the growth and yield responses of sesame (*Sesamum indicum* L.) to the application of two bioles. For this, a randomized block design with three replications and four treatments was used: Biol 1 (bovine manure and various wastes), Biol 2 (efficient microorganisms), chemical fertilization (urea, triple superphosphate and potassium chloride 50-25-50) and soil without fertilizing. Two variables of the growth (height of load and height of the plant) and four variables of the yield were evaluated (length of the capsules, capsules by plant, seeds by capsule and yield in t.ha⁻¹). No significant differences were obtained due to the treatments in the growth variables. In the yield variables, chemical fertilization produced yields significantly higher than bioles, and the yields achieved with them were always higher than those obtained from unfertilized plants. It is recommended to study the effect of other doses of bioles and combine them with chemical fertilizers as an organic alternative that allows to obtain similar yields at a lower environmental cost.

Keywords: bioles; sesame; *Sesamum indicum* L.; biostimulants

Introducción

El ajonjolí o sésamo (*Sesamum indicum* L.) es originario de la India y África; llegó a América como consecuencia del comercio de esclavos, quienes utilizaban sus semillas como condimento para sus comidas, y en la actualidad se cultiva en las más variadas latitudes. En Ecuador ocupa pequeñas extensiones a nivel de agricultura familiar; en 2017 se cosecharon 16 toneladas en 21 hectáreas, con un rendimiento de 0.76 t.ha⁻¹ (FAO, 2018). En este país hace varias décadas se desarrollaron programas de mejoramiento para obtener variedades más productivas y resistentes a los hongos *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. y *Cercospora sesami* Zimm. (Calero et al., 1974).

Las semillas de ajonjolí poseen alto contenido de fibra, proteínas, vitaminas y minerales, además de propiedades antioxidantes (Rodríguez *et al.*, 2018) lo que las convierte en un excelente alimento. De las semillas y del aceite que contienen se obtiene el sesamol, un compuesto fenólico al que se le reconocen propiedades anticancerígenas (Majdalawieh y Mansour, 2019).

En Ecuador, como en otros países de Latinoamérica, las necesidades nutricionales de los cultivos se suplen a partir de la fertilización química. Esta fertilización se realiza por lo general de manera indiscriminada, sin tener en

cuenta las necesidades reales de las plantas ni los requerimientos de fertilidad química del suelo, y a costa de una elevada contaminación ambiental, sobre todo por las elevadas cantidades de nitrógeno y fósforo que se incorporan al suelo (Brusseau y Artiola, 2019). Entre las alternativas orgánicas para estimular los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas se encuentran el reciclaje de los desechos agrícolas (Weiland, 2006), el uso de vermicompost, sus lixiviados y los microorganismos eficientes (Canellas et al., 2015; Pazos et al., 2016; Torres et al., 2017; Cabrera et al., 2018).

Esta investigación se propuso como objetivo evaluar las respuestas del crecimiento y el rendimiento del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) a la aplicación de dos bioles, como una posible alternativa de bioestimulación orgánica a la fertilización química en este cultivo.

Metodología

La investigación se llevó a cabo en una finca ubicada en la Parroquia Lorenzo de Garaycoa del Cantón Simón Bolívar de la provincia del Guayas. Las coordenadas del predio son 2° 9' 24" S, 79° 53' 15" W y su altitud es de 20 msnm. El suelo del área experimental es franco arcilloso.

Se emplearon semillas de *Sesamum indicum* L. var. Portoviejo1, las que se sembraron en un vivero en una mezcla de suelo/turba 50/50 (v/v). A los 20 días de germinadas, se seleccionaron las plantas más vigorosas y se trasplantaron al área del ensayo, garantizando su distribución aleatoria. El marco de plantación fue de 0.20 m entre plantas y 0.60 m entre hileras. Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Cada repetición (unidad experimental) constaba de cuatro hileras (20 plantas/hilera).

El Biol 1 se preparó con productos orgánicos y residuos de cosecha en las siguientes proporciones: 18 kg de estiércol bovino, 13.5 kg de residuos de cosecha de alfalfa y arvejas, 0.9 kg de levadura, 9 kg de melaza, 13.5 kg de cascarilla de arroz y 4 litros de suero de leche bovina. Todos los componentes se homogeneizaron en un tanque plástico hasta 200 l con agua. Posteriormente se tapó el tanque y se dejó fermentar la mezcla por 45 días a la sombra, a temperatura ambiente. Al cabo de este tiempo el contenido del tanque se filtró a través de una tela fina y el biol líquido se utilizó para los ensayos.

El Biol 2 fue suministrado por Bbo Agro, S. A., y es un biopreparado líquido a base de *Saccharomyces* sp., *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp. y actinomicetos con el nombre comercial "Bioactivado". Su composición, según lo informado por la empresa fabricante, se muestra en la Tabla 1.

El fertilizante químico consistió en una mezcla de nitrógeno, fósforo y potasio suministrado a través de la aplicación de una mezcla de urea (50 g), superfosfato triple (25 g) y cloruro de potasio (50 g) en cada parcela experimental (7.2 m²) en dos momentos del ciclo vegetativo. De acuerdo con la composición de cada fertilizante (urea: 46% de nitrógeno; superfosfato triple:

46% de P₂O₅; cloruro de potasio: 60% de KCl) esto representa un aporte total de 63.88 kg.ha⁻¹ de nitrógeno, 63.88 kg.ha⁻¹ de fósforo y 83.32 kg.ha⁻¹ de potasio.

Tabla 1. Composición del Biol 2.

Tipo de microorganismo	Concentración
Levaduras	7.7 x 10 ⁶ UFC.g ⁻¹
Hongos filamentosos	< 10 UFC.g ⁻¹
Coliformes totales	< 10 UFC.g ⁻¹
Coliformes fecales	< 10 UFC.g ⁻¹
Total aerobios	2.9 x 10 ⁷ UFC.g ⁻¹
Bacilos filamentosos y esporulados	Positivo
<i>Bacillus sp.</i>	Positivo
<i>Actinomyces</i>	Positivo
<i>Lactobacillus sp.</i>	Positivo
<i>Saccaromyces sp.</i>	Positivo
<i>Salmonella sp.</i>	Ausente

UFC: unidades formadoras de colonias

Se ensayaron cuatro tratamientos experimentales, que se describen en la Tabla 2.

Tabla 2. Tratamientos experimentales.

Tratamiento	Descripción	Momento y forma de aplicación
1	Biol 1	20, 30 y 40 días después del trasplante (DDT) al suelo, junto a la planta, diluido 1:20 (v/v)
2	Biol 2	20, 30 y 40 días después del trasplante (DDT) al suelo, junto a la planta, diluido 1:20 (v/v)
3	Suelo sin fertilizar	---
4	Fertilización química	20 y 45 días después del trasplante (DDT), al suelo, distribuido en la parcela experimental

Las variables evaluadas fueron:

Variables del crecimiento:

Altura de carga (m): Se determinó la altura a la que se encontraba la cápsula más baja en 20 plantas fisiológicamente maduras, seleccionadas al azar de las dos hileras centrales de cada unidad experimental, a los 65 días después del trasplante (DDT).

Altura de la planta (m): Se midió a los 110 DDT desde la base del tallo hasta la cápsula más alta en las 20 plantas seleccionadas en cada unidad experimental, con una cinta métrica.

Variables del rendimiento:

Longitud de las cápsulas (cm): Se midieron con una cinta métrica 20 cápsulas fisiológicamente maduras de cada una de las 20 plantas seleccionadas en cada unidad experimental; posteriormente se calculó la longitud promedio del fruto para cada planta.

Cápsulas por planta: Se contaron las cápsulas de las 20 plantas seleccionadas al azar en cada unidad experimental.

Semillas por cápsula: Se determinó (por separado) la cantidad de semillas contenidas en 20 cápsulas provenientes de cada una de las 20 plantas muestreadas. Se calculó un valor promedio para cada cápsula.

Rendimiento ($t\cdot ha^{-1}$): El peso de la cosecha de las 20 plantas seleccionadas al azar se transformó en $t\cdot ha^{-1}$ sobre la base del área ocupada por cada planta ($0,12 m^2$).

Todas las variables del rendimiento se determinaron a los 130 DDT.

Después de la comprobación de la normalidad y homocedasticidad de los datos (a través de las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y de Levene, respectivamente) los datos de las variables se procesaron con un análisis de varianza simple. Las medias de los tratamientos se compararon con la prueba de Tukey ($p<0,05$). Se utilizó el software IBM SPSS Statistic v.21.

Resultados

La Tabla 3 muestra los resultados obtenidos de la aplicación de los tratamientos en las variables del crecimiento. No se observaron diferencias resultantes de la aplicación de los bioles, la fertilización química y la no fertilización del suelo.

Tabla 3. Efectos de la aplicación de dos bioles, fertilización química y no fertilización en las variables del crecimiento en ajonjolí. Letras similares indican que no hay diferencias significativas para la prueba de Tukey ($p<0.05$).

Tratamiento	Altura de carga (m)	Altura de la planta (m)
Biol 1	1,26± 0,008 a	2,56± 0,033 a
Biol 2	1,30± 0,076 a	2,66± 0,033 a
Suelo sin fertilizar	1,23± 0,061 a	2,52± 0,120 a
Fertilización química	1,30± 0,016 a	2,59± 0,033 a
CV (%)	6,90	3,59

En la Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de los tratamientos en las variables del rendimiento.

Tabla 4. Efectos de la aplicación de dos bioles, fertilización química y no fertilización en las variables del rendimiento en ajonjolí. Letras similares indican que no hay diferencias significativas para la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Tratamiento	Longitud de las cápsulas (cm)	Cápsulas por planta	Semillas por cápsula	Rendimiento (t.ha ⁻¹)
Biol 1	2,70± 0,088 b	86,58± 1,202 c	57,93± 1,155 b	0,687± 0,006 c
Biol 2	3,00± 0,033 b	103,55± 1,453 b	61,02± 0,577 b	0,796± 0,012 b
Suelo sin fertilizar	1,84± 0,152 c	43,73± 1,667 d	42,67± 1,202 c	0,617± 0,016 d
Fertilización química	4,13± 0,066 a	119,68± 0,882 a	81,55± 0,667 a	1,012± 0,010 a
CV (%)	5,97	2,33	3,29	2,21

Se observaron diferencias significativas en todas las variables como resultado de los tratamientos empleados.

Discusión

Las variables del crecimiento (altura de carga y altura de la planta) no fueron influidas por ninguno de los tratamientos experimentales ensayados, entre ellos la no fertilización.

Los reportes sobre el efecto de los nutrientes y los bioestimulantes en el crecimiento del ajonjolí son contradictorios. Indu y Savithri (2003) compararon la aplicación de nitrógeno (30 kg.ha⁻¹) con el empleo de los microorganismos benéficos *Azotobacter* sp. y *Azospirillum* sp., y obtuvieron mayores resultados con el fertilizante químico para la altura de la planta y la cantidad de ramas por planta. Muhamman et al. (2009) aplicaron nitrógeno (0, 30, 60 y 90 kg.ha⁻¹) y fósforo (0, 15, 30 y 45 kg.ha⁻¹) en dos ciclos del cultivo y encontraron diferencias significativas solamente con la dosis mayor de nitrógeno en el segundo ciclo. Haruna (2011) empleó dosis de 0, 50 y 100 kg.ha⁻¹ de nitrógeno y observó que sólo la mayor de ellas incrementó los valores de las variables del crecimiento estudiadas. En cambio, Babajide y Fagbola (2014) lograron incrementos en la altura de las plantas, la circunferencia del tallo y la cantidad de hojas y ramas al emplear *Azospirillum* sp. con respecto a las plantas fertilizadas con urea, que contiene 46% de nitrógeno.

Por lo que se puede generalizar de estos informes, sólo altas dosis de nitrógeno son capaces de aumentar significativamente los valores de las variables del crecimiento en el sésamo. La información obtenida en la presente investigación, en la que no se observaron diferencias para las variables estudiadas en ninguno de los tratamientos experimentales, que incluyen uno sin fertilización, sugiere sin embargo que no sería necesario aplicar ningún tipo de fertilizantes en este cultivo. No obstante, los resultados obtenidos para las variables del rendimiento, que se discuten a continuación, plantean otro escenario.

En las cuatro variables medidas (longitud de las cápsulas, cápsulas por planta, semillas por cápsula y rendimiento) la fertilización química condujo a valores significativamente superiores. En la longitud de las cápsulas y en la cantidad

de semillas por cápsula los dos bioles produjeron resultados similares y superaron al testigo sin fertilizar. En la cantidad de cápsulas por planta, el biol 2 (Bioactivado de Bbo Agro, S. A.) superó al biol 1. Al parecer la cantidad de cápsulas fue la de mayor influencia en el rendimiento, pues el comportamiento de ambas variables fue similar en cuanto al orden que ocuparon los tratamientos en estudio. Finalmente, la no fertilización condujo a los resultados más bajos en todas las variables.

La fertilización química (y especialmente el aporte de nitrógeno y fósforo) tiene una influencia significativa en el rendimiento. Malik et al. (2003) al aplicar 0, 40 y 80 kg.ha⁻¹ de nitrógeno obtuvieron incrementos en la cantidad de cápsulas formadas, la cantidad de semillas por cápsula y el peso de las semillas con la dosis más alta; resultados similares obtuvieron Cristaldo y Paredes (2003) con 73 kg.ha⁻¹ de nitrógeno y Haruna (2011) con 100 kg.ha⁻¹. Jara y Ruiz-Díaz (2005) alcanzaron los mayores rendimientos al combinar 60 kg.ha⁻¹ de nitrógeno y 120 kg.ha⁻¹ de fósforo; mientras, Muhamman et al. (2009) encontraron que los mayores rendimientos de semilla de ajonjolí se obtuvieron con 90 kg.ha⁻¹ de nitrógeno y 45 kg.ha⁻¹ de fósforo.

No obstante, se sabe que todo el nitrógeno no es aprovechable por la planta de sésamo; González y Causarano (2014) demostraron en Paraguay que sólo el 20% de la cantidad aplicada de este elemento fue aprovechado por la planta, mientras el 42% permaneció en el suelo y el 38% restante se perdió por lixiviación o se volatilizó a la atmósfera. Esto a su vez influye en la absorción de fósforo, que se incrementa con la dosis de nitrógeno aplicada y la absorción de este elemento (Shehu, 2014).

Los rendimientos obtenidos en la presente investigación se ubicaron en el rango obtenido para esta especie en países como Paraguay (entre 0,3 y 1,06 t.ha⁻¹, informado por Zárate et al., 2011) y Ecuador, donde se consigue un promedio de 0,76 t.ha⁻¹ (FAO, 2018) y Rodríguez et al. (2018) reportan entre 0,5 y 1,45 t.ha⁻¹.

Los rendimientos obtenidos con los tratamientos orgánicos (bioles) no lograron igualar a los alcanzados con la fertilización química; sin embargo, su aplicación permitió alcanzar el 67.88% (biol 1) y el 78.65% (biol 2) del rendimiento obtenido con fertilizante químico. Esto puede estar relacionado con las bajas dosis de bioles empleadas y con su procedencia; en otros tipos de bioestimulante se ha demostrado que estos son factores determinantes en los resultados obtenidos (Cardoso et al., 2006; Roberts et al., 2007). Aunque desde el punto de vista económico la fertilización química continúa siendo recomendable, los bioles se perfilan como una alternativa a esta práctica. En este sentido, otros autores como Babajide y Fagbola (2014), Mahrous et al. (2015) y Fernandes et al. (2016) han logrado incrementos significativos en el rendimiento de esta especie por la acción de bioestimulantes, en particular con microorganismos benéficos.

Estos antecedentes, junto al conocimiento existente sobre el no aprovechamiento total de los nutrientes de origen inorgánico, sugieren investigar los efectos de dosis superiores a las empleadas en este estudio, y también la combinación de los fertilizantes químicos con bioestimulantes. Es posible que ello contribuya a la reducción de la aplicación de fertilizantes químicos sintéticos en el ajonjolí, con rendimientos adecuados y una disminución considerable de la aportación de contaminantes al entorno.

Conclusiones

El crecimiento del ajonjolí fue independiente de la no fertilización, la utilización de fertilizantes químicos o de bioles. En cambio, la fertilización química condujo a la obtención de valores significativamente superiores en todas las variables del rendimiento, seguidos por el empleo de los bioles. De acuerdo con los resultados obtenidos, se demuestra la posibilidad de usar los bioles como sustitutos parciales de los fertilizantes químicos en la nutrición del ajonjolí, para lo cual se recomienda estudiar otras dosis de bioles y la combinación de estos con fertilizantes químicos.

Referencias bibliográficas

- Babajide, P. A. & Fagbola, O. (2014). Growth, yield and nutrient uptakes of sesame (*Sesamum indicum* Linn.) as influenced by biofertilizer inoculants. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 3 (8): 859-879. <https://www.ijcmas.com/vol-3-8/P.A.Babajide%20and%20O.Fagbola.pdf>
- Brusseau, M. L. & Artiola, J. F. (2019). Chemical Contaminants. *Env. Pollut. Sci.* (3rd Ed.): 175-190.
- Cabrera, C. A., Cabrera, R. P., Morán, J. J., Terán, J. S., Molina, H. M., Meza, G. A. & Tamayo, C. L. (2018). Evaluación de dos abonos orgánicos líquidos en la producción del cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*) en el litoral ecuatoriano. *La Técnica* 20: 29-39. <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/738>
- Calero, E., Guamán, R. & Palma, A. (1974). "Portoviejo 2", una nueva variedad de ajonjolí de mayor rendimiento y resistencia a enfermedades. Estación Experimental Boliche (INIAP). *Boletín Técnico* 16, 26 pp. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2019>
- Canellas, P., Olivares, F., Aguiar, O., Jones, D., Nebbioso, A., Mazzei, P. & Piccolo, A. (2015). Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scien. Horticult.* 196: 15-27. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423815301771>
- Cardoso, M. R., Canellas, L. P., Rocha, A., Zandonadi, D. B., Guerra, J. G. M., Lopes de Almeida, D. & de Araújo, G. (2006). Improving lettuce seedling root growth and ATP hydrolysis with humates from Vermicompost. II- Effect of Vermicompost source. *Rev. Brasil. de Ciência do Solo* 30 (4): 657-664. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832006000400006&script=sci_abstract
- Cristaldo, M. & Paredes, J. Q. (2003). Producción de *Sesamum indicum* L. influenciada por dosis de diferentes fertilizantes en suelo franco arcilloso. *Inv. Agr.* 5 (2): 25-29.

<https://docplayer.es/67546483-Produccion-de-sesamum-indicum-l-influenciada-por-dosis-de-dife-rentes-fertilizantes-en-suelo-franco-arcilloso-1.html>

FAO (2018). Área cosechada y producción de cultivos por países. Recuperado de: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

Fernandes, A., Feitosa, T. A., Façanha, L., Silva, J. & Pereira, W. (2016). Agricultural management practices: effects on soil properties, root growth and sesame yield. *Russian Agricultural Sciences* 42 (5): 321-327. <https://link.springer.com/article/10.3103/S1068367416050165>

González, A. L. & Causarano, H. J. (2014). Destino del nitrógeno aplicado en un cultivo de sésamo (*Sesamum indicum* L.) en un suelo degradado de Paraguay. *Acta Agronómica* 63 (2): 253-261. http://www.scielo.org/co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122014000300008

Haruna, I. M. (2011). Growth and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) as influenced by nitrogen and intra row spacing in Lafia, Nasarawa State of Nigeria. *Elixir Agriculture* 41: 5685-5688. [https://www.elixirpublishers.com/articles/1350125321_41%20\(2011\)%205685-5688.pdf](https://www.elixirpublishers.com/articles/1350125321_41%20(2011)%205685-5688.pdf)

Indu, P. K. & Savithri, K. E. (2003). Effect of biofertilizers vs perfected chemical fertilization for sesame grown in summer rice fallow. *Journal of Tropical Agriculture* 41: 47-49. <http://jtropag.kau.in/index.php/ojs2/article/viewFile/98/98>

Jara, M. E. & Ruiz-Díaz, R. (2005). Efecto de fósforo y nitrógeno en el rendimiento de sésamo *Sesamum indicum* L., sobre un Alfisol en el distrito de Horqueta. *Inv. Agr.* 7 (2): 42-47. <http://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/123>

Mahrous, N. M., Abu-Hagaza, N. M., Abotaleb, H. H. & Fakhry, S. M. K. (2015). Enhancement of growth and yield productivity of sesame plants by application of some biological treatments. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 15 (5): 903-912. <https://www.semanticscholar.org/paper/Enhancement-of-Growth-and-Yield-Productivity-of-by-Mahrous-Abu-Hagaza/1b860e5a2b59b0c8211396872be44f2e6e29e9ed>

Majdalawieh, A. F. & Mansour, Z. R. (2019). Sesamol, a major lignan in sesame seeds (*Sesamum indicum*): Anti-cancer properties and mechanisms of action. *European Journal of Pharmacology*, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2019.05.008>.

Malik, M. A., Saleem, M. F., Cheema, M. A. & Ahmed, S. (2003). Influence of different nitrogen levels on productivity of sesame (*Sesamum indicum* L.) under varying planting patterns. *Int. J. Agri. Biol.* 5 (4): 490-492. https://www.researchgate.net/publication/237336464_Influence_of_Different_Nitrogen Levels_on_Productivity_of_Sesame_Sesamum_indicum_L_under_Varying_Planting_Patterns

Muhamman M., Gungula, D., & Sajo, A. (2009). Phenological and yield characteristics of sesame (*Sesamum indicum* L.) as affected by nitrogen and phosphorus rates in Mubi, Northern Guinea Savanna Ecological Zone of Nigeria. *Emir. J. Food Agric* 21 (1): 1-9. <https://www.ejfa.me/index.php/journal/article/view/216>

Pazos, L. A., Marín, V., Morales, Y. E., Báez, A., Villalobos, M. A., Pérez, M. & Muñoz, J. (2016). Uso de microorganismos benéficos para reducir los daños causados por la

- revolución verde. *Revista Iberoamericana de Ciencias* 3 (7): 72-85.
<http://www.reibci.org/publicados/2016/dic/2000114.pdf>
- Roberts, P., Jones, D. L. & Edwards-Jones, G. (2007). Yield and vitamin C content of tomatoes grown in vermicomposted wastes. *J. Sci. Food & Agric.* 87 (10): 1957-1963.
<https://www.researchgate.net/publication/229530215>
[Yield and vitamin C content of tomatoes grown in vermicomposted wastes](#)
- Rodríguez, I., Pérez H. I., García, R. M. & Sánchez, Z. S. (2018). Efectos de la densidad de población en parámetros agronómicos del cultivo ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). *Revista Científica Agroecosistemas* 6 (3): 33-39.
<https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/216>
- Shehu, H. E. (2014). Uptake and agronomic efficiencies of nitrogen, phosphorus and potassium in sesame (*Sesamum indicum* L.). *Am. J. Plant Nutr. and Fert. Technol.* 4 (2): 41-56. <https://scialert.net/fulltextmobile/?doi=ajpnft.2014.41.56>
- Torres, A., Héctor, E. F., Hernández, G., Cué, J. L. & Fosado, O. A. (2017). Efectos del BIOSTAN® en los índices de crecimiento y los pigmentos fotosintéticos de *Phaseolus vulgaris* L. *La Técnica* 18: 25-35. <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/804>
- Weiland, P. (2006). Biomass digestion in agriculture: a successful pathway for the energy production and waste treatment in Germany. *Eng. Life Sci.* 6 (3): 302-309.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/elsc.200620128>
- Zárate, C. L., Oviedo, R. M. & González, D. D. (2011). Rendimiento del cultivo de sésamo (*Sesamum indicum* L.), variedad Mbarete, en diferentes épocas de siembra y poblaciones de plantas. *Inv. Agr.* 13 (2): 67-74.
<http://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/217>