

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Efecto de harinas de *Gossypium hirsutum* y *Ricinus comunis* sobre el crecimiento y rendimiento de *Brassica oleracea* var. *italica* Plenck

Effect of *Gossypium hirsutum* and *Ricinus comunis* meals in growth and yield of *Brassica oleracea* var. *italica* Plenck

Juan Francisco Avendaño Mora¹, Ligia Catalina Guerrero Cadena¹, Luis Hidalgo Gallegos² y Michel Leiva-Mora³

¹ Vivero Madre Tierra. Riobamba, Chimborazo, Ecuador, CP 060150

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Departamento de Horticultura, Facultad de Recursos Naturales, Riobamba, Chimborazo, Ecuador; CP 060150

³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Laboratorio de Fitopatología, Facultad de Recursos Naturales, Riobamba, Chimborazo, Ecuador; CP 060150

E-mail: michel.leiva@epoch.edu.ec; leivamoramichelcelin@gmail.com

RESUMEN

El cultivo de brócoli en Ecuador utiliza dosis elevadas de fertilizantes nitrogenados inorgánicos los que ocasionan problemas en el suelo, el medioambiente y al propio cultivo. En el presente trabajo se utilizaron enmiendas orgánicas en suelos tipo inceptisol mediante la implementación de los tratamientos: harina de higuera (270 kg N ha⁻¹, 202,5 kg N ha⁻¹, 152 kg N ha⁻¹), harina de algodón (270 kg N ha⁻¹, 202,5 kg N ha⁻¹, 152 kg N ha⁻¹) y un control sin fertilización orgánica. Los resultados confirmaron que las aplicaciones de harinas preparadas a partir de semillas de algodón e higuera tuvieron un efecto favorable sobre el crecimiento y el rendimiento agrícola de la Brócoli en el cantón Riobamba, provincia Chimborazo, Ecuador. Con estos resultados se pone en manos de los productores de brócoli, alternativas de fertilización orgánica para reponer las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos e incrementar el rendimiento agrícola y la preservación del medioambiente.

Palabras clave: abonos orgánicos, brócoli, horticultura, inceptisol, sostenibilidad, permacultura

ABSTRACT

Cultivation of broccoli in Ecuador uses high doses of inorganic nitrogen fertilizers, which cause problems in the soil, the environment and the crop yield itself. In this work organic amendments were applied to Haplustolls soil by implementing the following trial treatments: castor bean meal (270 kg N ha⁻¹, 202.5 kg N ha⁻¹, 152 kg N ha⁻¹), cotton seed meal (270 kg N ha⁻¹, 202.5 kg N ha⁻¹, 152 kg N ha⁻¹), and control without organic fertilization. Results confirmed that applications of organic meals made from cotton seed and castor bean had a favorable effect on growth and yield of Broccoli in the canton Riobamba, Chimborazo

province, Ecuador. Result gets into the hands of broccoli farmers give new alternatives of organic fertilization to restore physical, chemical and biological properties of the soil and will increase crop yields and help environmental preservation.

Keywords: organic fertilizer, broccoli, horticulture, inceptisol, sustainability, permaculture

INTRODUCCIÓN

El cultivo de Brócoli se vende y consume como ensalada fresca y alimento cocinado en diferentes países. Este alimento en Ecuador es altamente demandado y los mercados requieren un producto cada vez más fresco, lavado, beneficiado y correctamente empacado en recipientes plásticos. También se puede elaborar ensaladas mixtas con otros vegetales, se puede deshidratar y secar mediante un procesamiento industrial y suele mezclarse con pasta de arroz o preparar harinas (Houtart y Yumba, 2013).

Ecuador para cultivar Brócoli utiliza altas dosis de fertilizantes nitrogenados inorgánicos (superiores a 350 kg ha⁻¹), los cuales ocasionan problemas al suelo, al medioambiente y al propio cultivo e incluso a largo plazo podrían ser una grave amenaza para la salud humana. El uso de fertilizantes orgánicos en la actualidad surge como una alternativa agroecológica que permite utilizar racionalmente restos de cultivos que comúnmente constituyen una carga contaminante para el medioambiente (Cifuentes-Ochoa, 2014).

El algodón (*Gossypium hirsutum* L.) y la higuera (*Ricinus communis* L.) pueden ser usados como abonos orgánicos (Lima et al., 2011; Fine y Cole, 2013). Ambos constituyen una fuente muy importante y versátil para la obtención de fibra la cual se puede combinar con otras fibras y sostener la industria textil y de manufacturas. En la alimentación humana también son útiles pues sus semillas se usan para la extracción de aceites, fabricación de jabones, lubricantes, aceites sulfurados y en la elaboración de cubiertas protectoras y medicamentos (Baudhd et al., 2015).

Sin embargo, durante los procesos de extracción de aceite a escala industrial, la mayor parte de las veces la torta residual se desecha a pesar de constituir una fuente de proteínas de gran valor nutricional para la alimentación animal en particular del

ganado (Uddin et al., 2013). Otros la utilizan como enmiendas orgánicas del suelo y como combustible en el hogar, sobretodo sus tallos secos (Sumbul et al., 2015). Asimismo en Ecuador su uso como abono orgánico en la producción agrícola de Brócoli no ha sido investigado, particularmente en el cantón Riobamba, provincia Chimborazo, Ecuador.

En relación con la problemática anterior el presente trabajo se propuso como objetivo determinar el efecto de harinas preparadas a partir de semillas de algodón e higuera sobre el crecimiento y el rendimiento agrícola de Brócoli variedad Legacy en el cantón Riobamba, provincia Chimborazo, Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en la Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, en el departamento de horticultura, Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (ESPOCH) en el período comprendido entre febrero-mayo del 2008. El sitio donde se llevaron a cabo los ensayos, se situó a una altitud de 2778 msnm, latitud: 1° 41'05" S y una longitud de 78° 40' 20" W.

Las parcelas experimentales se ubicaron en un suelo tipo inceptisol caracterizado por tener uno o más horizontes donde los materiales minerales han sido alterados o removido pero no acumulado hasta un grado significativo (Bates y Jackson, 1984). Con una textura franco arenosa, de estructura suelta y pendiente plana.

Se sembraron en bandejas de polietileno de 150 alveolos de 4 cm² cada uno donde se colocó una semilla de Brócoli, variedad Legacy, en cada alveolo. Las posturas se mantuvieron bajo condiciones de casa de cultivo similar a Casierra-Posada (2009). A los 30 días de germinadas cuando tenían 3-4 hojas verdaderas fueron trasplantadas

utilizando un marco de plantación de 65 cm entre hileras y 30 cm entre plantas.

El área total del experimento fue de 906,88 m² mientras el área de las parcelas fue de 20,16 m². Para las evaluaciones de las variables asociadas con el crecimiento y el rendimiento solo se utilizaron plantas de las dos hileras centrales de los canteros y las plantas que se ubicaban en otras hileras no fueron tomadas en cuenta en las evaluaciones.

La harina de semillas de algodón e higuera se obtuvieron similar a lo referido por Cifuentes-Ochoa (2014). Ambos productos se aplicaron antes del trasplante, a los 21 días y a los 42 días posteriores al trasplante. Se utilizó un diseño de bloques completamente aleatorizados con 10 réplicas por tratamiento (Tabla 1).

Para los análisis estadísticos, se utilizó el paquete estadístico SPSS ver 22.0 sobre Windows. Se efectuó la comprobación de los supuestos de distribución normal acorde con las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro y Wilk. Al compararlas se utilizaron pruebas paramétricas y no paramétricas según correspondió con la naturaleza de cada variable evaluada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de la planta

A los 14 dpt los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 fueron los que mayor influencia tuvieron sobre la altura de las plantas con diferencias significativas respecto al control sin fertilización orgánica. Similarmente a los 28 dpt los tratamientos T1, T2, T4 y T5

favorecieron el incremento en la altura de las plantas que fue significativamente superior al control. Sin embargo, solo la harina de algodón (270 kg ha⁻¹) mostró diferencias con los tratamientos T3 y T6 (Tabla 2).

Asimismo a los 46 dpt la harina de higuera (152 kg ha⁻¹) estimuló en mayor medida la altura de las plantas con diferencias significativas con la mayoría de los tratamientos a excepción de los tratamientos 1, 5 y 6. La mayor reducción de la altura de las plantas se observó en el control sin fertilización orgánica.

A los 60 y 74 dpt la mayor reducción de la altura se observó en el control sin fertilización orgánica con diferencias significativas respecto al resto de los tratamientos. Igualmente, entre los tratamientos no se observaron diferencias significativas en estas dos evaluaciones.

El uso de fertilización orgánica ha mostrado en varios cultivos su efecto favorable sobre el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo, el aporte químico de nutrientes así como el notable mejoramiento del componente biológico de los suelos, lo cual permite un mejor crecimiento y desarrollo de las plantas que crecen bajo dichas condiciones (Vanlauwe *et al.*, 2011).

La aplicación de residuos de algodón al suelo incrementó la actividad microbiana (aumento de la tasa respiratoria y de la biomasa microbiana), lo cual favorece la tasa de mineralización de N en el suelo y permitió una mayor disponibilidad de este elemento para ser utilizado por cultivos agrícolas, con lo cual se puede incrementar el crecimiento y desarrollo de las plantas y un aumento de la altura y el vigor de estas. Rendon

Tabla 1. Tratamientos experimentales basados en harina de higuera y harina de algodón en tres dosis de Nitrógeno

Tratamientos	Descripción
T1	Harina de higuera (270 kg N ha ⁻¹)
T2	Harina de higuera (202,5 kg N ha ⁻¹)
T3	Harina de higuera (152 kg N ha ⁻¹)
T4	Harina de algodón (270 kg N ha ⁻¹)
T5	Harina de algodón (202,5 kg N ha ⁻¹)
T6	Harina de algodón (152 kg N ha ⁻¹)
T7	Control sin fertilización

Las evaluaciones de la altura de las plantas se efectuaron a los 14, 28, 46, 60 y 74 días posteriores al trasplante (dpt). El rendimiento agrícola se evaluó acorde con las indicaciones sugeridas en los descriptores de *Brassica*.

Tabla 2. Influencia de la aplicación de harina de higuiereta y harina de algodón en diferentes dosis sobre la altura de plantas de Brócoli variedad Legacy

Tratamientos	Altura (cm)				
	Evaluaciones (días posterior al trasplante)				
	14	28	46	60	74
T1	10,38 a	20,06 ab	30,08 abc	42,05 a	59,18 a
T2	9,92 a	19,44 ab	30,56 ab	41,07 a	58,63 a
T3	9,63 ab	17,86 b	27,22 c	39,92 a	56,40 a
T4	10,59 ab	21,15 a	31,96 a	43,29 a	63,40 a
T5	9,50 ab	19,65 ab	28,44 bc	41,86 a	56,60 a
T6	8,44 b	18,31 b	27,62 bc	39,75 a	54,14 a
T7	7,12 c	12,45 c	18,95 d	24,98 b	30,81 b

Letras diferentes en una misma columna, difieren según la prueba de Tukey para $p < 0,05$ con $n=10$

et al. (2015) obtuvo una respuesta positiva en el vigor, longitud media del hypocótilo y la radícula y por ende en la altura de las plantas en el cultivo de frijol común, al utilizar extractos formulados a base de *R. communis*.

Sobre la base de estos resultados, es importante tener en consideración el tipo de fertilizante orgánico, la fuente, el momento de aplicación y el método de aplicación, lo cual requiere de futuros análisis y experimentación continua para incrementar el efecto beneficioso de la aplicación de enmiendas orgánicas y fertilizantes orgánicos para lograr un incremento en la productividad de los suelos y a su vez en el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Rendimiento

Los mayores rendimientos de repollos por hectárea fueron de 36,20 y 43,15 t ha⁻¹ con la aplicación de harina de higuiereta a dosis de 152 y 270 kg N ha⁻¹ respectivamente. Asimismo con el uso de harina de algodón a 152 y 270 kg N ha⁻¹ se obtuvieron rendimientos de 33,38 y 45,14 t ha⁻¹, respectivamente. En relación con los repollos procedentes de las plantas sin fertilización orgánica estos no tuvieron valor comercial por lo cual no se incluyeron en los resultados.

Similar a los resultados anteriores, Cifuentes-Ochoa (2014) obtuvieron un incremento en el rendimiento agrícola del cultivo de Brócoli al utilizar harina de algodón y harina de higuiereta, aunque este autor aplicó dosis superiores a las del presente estudio y utilizó el *Brassica oleracea* var. *italica*. cv. Monaco. Asimismo Hewidy et al. (2015) demostraron que la aplicación de enmiendas orgánicas a los suelos donde se cultivó

Brocoli, mejoraron notablemente las propiedades del suelo, lo cual condujo a un incremento de parámetros asociados con el crecimiento y desarrollo y principalmente con el aumento del rendimiento agrícola.

Con estos resultados los agricultores tienen a su disposición alternativas de fertilización orgánica basadas en formulados de harinas preparadas a partir de semillas de algodón e higuiereta, las cuales demostraron tener un efecto bioestimulante en el crecimiento de las plantas y en el rendimiento agrícola de Brócoli variedad Legacy en el cantón Riobamba, provincia Chimborazo, Ecuador.

CONCLUSIONES

Las aplicaciones de harinas preparadas a partir de semillas de algodón e higuiereta tuvieron un efecto favorable sobre el crecimiento y el rendimiento agrícola del cultivo de Brócoli variedad Legacy en el cantón Riobamba, provincia Chimborazo, Ecuador.

BIBLIOGRAFÍA

- BATES, R.L. & J.A. Jackson. 1984. Dictionary of geological terms. 3rd edition, Anchor Books, 571 p. ISBN-13: 978-0385181013.
- BAUDDH, K., K. Singh, B. Singh, R.P. Singh. 2015. *Ricinus communis*: a robust plant for bio-energy and phytoremediation of toxic metals from contaminated soil. *Ecological Engineering*, vol. 84: 640-652.

- CASIERRA-POSADA, F., J.F. ROJAS. 2009. Efecto de la exposición del semillero a coberturas de colores sobre el desarrollo y productividad del brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). *Agronomía Colombiana*, 27 (1).
- CIFUENTES, A. G. 2014. Evaluación de tres niveles de ferthigue en el rendimiento del cultivo orgánico de brocoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica* cv. Mónaco. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba Ecuador, 75 p.
- FINE, K. E. & J. C COLE. 2013. Effect of cottonseed meal with or without soapstock, canola meal, or urea on soil fertility and growth of marigold and redbud. *Journal of plant nutrition*, 36 (13): 1982-1995.
- HEWIDY, M., A. TRAVERSA, M. BEN KHEDER, F. CEGLIE & C. COCOZZA. 2015. Short-term effects of different organic amendments on soil properties and organic brócoli growth and yield. *Compost Science & Utilization*, 23 (3): 207-215.
- HOUTART, F. & R. YUMBA. 2013. El brócoli amargo. *Ciencias Sociales*, 35: 283-300.
- LIMA, S. R., L.S. SEVERINO, L.R. SAMPAIO, V. SOFIATTI, J.A. GOMES, N.E.M. BELTRÃO. 2011. Blends of castor meal and castor husks for optimized use as organic fertilizer. *Industrial crops and products*, 33 (2): 364-368.
- RENDON, W. 2015. Respuesta Fisiológica de Tres Variedades de Semillas de Frijol Tratadas con Extracto de Higuierilla (*Ricinus communis* L.). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México, 58 p.
- SUMBUL, A., R. RIZVI, I. MAHMOOD & R.A. ANSARI. 2015. Oil-cake amendments: Useful tools for the management of phytonematodes. *Asian J. Plant Pathol.*, 9 (3): 91-111.
- HAYAZ, U., A. RAHMAN, R. KHAN, B.D. KHAN, D. MUHAMMAD, K. FARID (*et al.*). 2013. Effect of Cotton Seed Cake on Cattle Milk Yield and Composition at Livestock Research and Development Station Surezai, Peshawar, Pakistan. *Pakistan Journal of Nutrition*, 12 (5): 468-475.
- VANLAUWE, B., J. KIHARA, P. CHIVENGE, P. PYPERS, R. COE & J. SIX. 2011. Agronomic use efficiency of N fertilizer in maize-based systems in sub-Saharan Africa within the context of integrated soil fertility management. *Plant and soil*, 339 (1-2): 35-50.

Recibido el 22 de abril de 2016 y aceptado el 10 de diciembre de 2017