

Fertilización orgánica y su efecto en el crecimiento y rendimiento de haba (*Vicia Faba L.*)

Organic fertilization and its effect on the growth and yield of broad bean (*Vicia Faba L.*)

Jonathan López Bósquez¹, Wellington Pincay Ronquillo¹, Kleber Espinosa Cunuhay¹, Wendy Jiménez Jaramillo²,
Yorman Martínez Ibarra³, Heidi Yépez Arauz³

¹Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, La Maná – Ecuador

²Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia, El Pital #2 km 3,5 Av. Valencia, Quevedo Los Ríos Ecuador

³Profesional Independiente, La Maná, Ecuador.

Correo de correspondencia: jonathan.lopez9292@utc.edu.ec, wellington.pincay4586@utc.edu.ec,
kleber.espinosa@utc.edu.ec, wendy.jimenez@istcv.edu.ec, yomairam@gmail.com, heidyye@gmail.com

Información del artículo

Tipo de artículo:
Artículo original

Recibido:
21/03/2023

Aceptado:
18/04/2023

Publicado:
30/05/2023

Revista:
DATEH



Resumen

Se llevó a cabo un estudio en el cantón La Maná, provincia de Cotopaxi, Ecuador, para evaluar el efecto de los fertilizantes orgánicos en el crecimiento y rendimiento del cultivo de haba (*Vicia faba L.*). El estudio se realizó desde abril hasta agosto del 2022 y se utilizaron 360 plantas de haba de la variedad INIAP Portoviejo-491, el factor estudiado fue los fertilizantes orgánicos; compost y humus de lombriz fraccionada en dos aplicaciones. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con tres tratamientos y ocho repeticiones. Los resultados obtenidos indicaron que los fertilizantes orgánicos utilizados, compost y humus de lombriz, mostraron mejores resultados en la mayoría de las variables evaluadas en comparación al tratamiento testigo. El humus de lombriz en particular demostró ser beneficioso, ya que permitió incrementar los rendimientos del cultivo de haba, alcanzando un rendimiento adicional de 1.851 kg ha⁻¹. Esto indica que el uso de fertilizantes orgánicos puede ser una alternativa viable a la fertilización tradicional en esta zona subtropical, mejorando la estructura del suelo y proporcionando un mejor medio de crecimiento para las raíces de las plantas. Es importante tener en cuenta que estos resultados se obtuvieron en un estudio específico y pueden variar dependiendo de las condiciones locales, las características del suelo y otros factores. Sin embargo, la investigación proporciona evidencia de que el uso de fertilizantes orgánicos puede tener beneficios significativos en la producción de haba en el área estudiada.

Palabras clave: *humus, compost, dosis, rendimiento*

Abstract

A study was carried out in the canton of La Maná, Cotopaxi province, Ecuador, to evaluate the effect of organic fertilizers on the growth and yield of fava bean (*Vicia faba L.*). The study was carried out from april to august 2022 and 360 bean plants of the INIAP Portoviejo-491 variety were used. The factor studied was organic fertilizers; compost and earthworm humus fractionated in two applications. A completely randomized block design with three treatments and eight replications was used. The results obtained indicated that the organic fertilizers used, compost and worm castings, showed better results in most of the variables evaluated compared to the control treatment. Worm humus in particular proved to be beneficial, since it allowed an increase in bean crop yields, reaching an additional yield of 1,851 kg ha⁻¹. This indicates that the use of organic fertilizers can be a viable alternative to traditional fertilization in this subtropical zone, improving soil structure and providing a better growing medium for plant roots. It is important to keep in mind that these results were obtained in a specific study and may vary depending on local conditions, soil characteristics and other factors. However, the research provides evidence that the use of organic fertilizers can have significant benefits on bean production in the area studied.

Keywords: *humus, compost, dose, yield*

Forma sugerida de citar (APA): López-Rodríguez, C. E., Sotelo-Muñoz, J. K., Muñoz-Venegas, I. J. y López-Aguas, N. F. (2024). Análisis de la multidimensionalidad del brand equity para el sector bancario: un estudio en la generación Z. Retos Revista de Ciencias de la Administración y Economía, 14(27), 9-20. <https://doi.org/10.17163/ret.n27.2024.01>.

INTRODUCCIÓN

El haba (*Vicia faba* L.) se cultiva a nivel mundial, el mayor productor es el continente africano con cerca del 37% de la superficie sembrada, es considerada la séptima leguminosa de grano más importante en el mundo, se estima una superficie estimada de 2.7 millones de hectáreas y una producción de 1.7 millones de toneladas (FAO, 2022). Las semillas se encuentran dentro de las vainas pudiendo ser consumida en estado verde en vaina y como grano seco, posee un contenido proteico elevado que varía entre el 16% y el 35%, dependiendo de la variedad y las condiciones ambientales, es una importante fuente de aminoácidos esenciales y contienen niveles significativos de potasio, calcio, magnesio, hierro y zinc (Pérez et al., 2015; Karkanis et al., 2018; Khazaei & Vandenberg, 2020). Posteriormente que se cultiva en verde estas plantas se las utiliza como abono verde, sus hojas y flores tienen usos en la medicina natural, y también se emplea en la alimentación de animales (Duc et al. 2015).

En Ecuador, el cultivo de haba es de gran importancia social y económica, se base en un sistema, donde los agricultores destinan la cosecha, para el consumo local. Se registra un promedio de producción de 27.872 toneladas de haba tierna en vaina, en un área sembrada de 5.995 hectáreas, siendo la región sierra el principal productor, a nivel nacional, con una concentración del 90 % de la cosecha del país (INEC, 2020). Es un cultivo habitual de la sierra ecuatoriana, generalmente se cultiva solo o en asociación con otros cultivos como papa, maíz, quinua, melloco, el cual se reduce la incidencia al nivel de plagas, (Román, 2021). Las provincias que se encuentran en la producción y comercialización de haba son: Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Carchi y Cotopaxi, cultivando diferentes variedades como: chaucha, común, verde, machete, nuya, morada, michca, chuncheña, entre otros, (Rosero, 2015)

La agricultura puede tener un impacto significativo en la fertilidad de los suelos, siendo este recurso natural especialmente vulnerable. Uno de los efectos perjudiciales más destacados es la disminución de la fertilidad de los suelos, lo cual se traduce en una reducción en el rendimiento de los cultivos, especialmente en aquellos que requieren altos niveles de nutrientes (Abagale et. al, 2019; Pradhan et, al, 2020). En este contexto el haba tiene la capacidad para formar asociaciones simbióticas con las bacterias *Rhizobium leguminosarum* y los hongos micorrízicos vesículo-arbusculares, pudiendo ser utilizada para conservar la fertilidad del suelo y promover una mayor actividad biológica al permitir la fijación de nitrógeno atmosférico (Karkanis et al., 2018; Khazaei & Vandenberg, 2020).

La agricultura consume hasta el 85% de la producción mundial en cuanto se refiere al uso de plaguicidas, con el fin de mantener un control sobre las plagas que afectan los cultivos. La calidad del suelo está siendo afectada debido al incremento de los agroquímicos, los mismos que se aplican sin control y este uso indiscriminado influye en la reducción de la fertilidad del suelo. El uso indiscriminado de fertilizantes sintéticos ha generado cuantiosos problemas ambientales a nivel mundial como la destrucción de ecosistemas naturales, la infertilidad de los suelos, pérdidas del cultivo y la contaminación de agua, (Araya, 2010). No obstante, el empleo constante de fertilizantes sintéticos con el propósito de satisfacer las necesidades nutricionales de las plantas conlleva a su deterioro. Por lo tanto, es crucial emplear enmiendas orgánicas para aumentar la retención de agua, mejorar la disponibilidad de nutrientes y potenciar la actividad biológica en el suelo (Villaseñor et. al, 2020).

La aplicación de fertilizantes de origen orgánico, como el estiércol de animales, es una práctica agrícola tradicional que busca preservar la salud del suelo antes de la introducción de los fertilizantes sintéticos utilizados para maximizar la producción de cultivos. La fertilización orgánica como una alternativa de fertilización, esto se debe a que los abonos orgánicos no solo proveen nutrientes, sino que también tienen efectos beneficiosos en las propiedades del suelo debido a su contenido de materia orgánica, la cual desempeña un papel fundamental en los procesos biológicos y el ciclo de nutrientes entre el suelo y las plantas (Paungfoo-Lonhienne et. al, 2019).

En el cantón La Maná se producen una diversidad de cultivos que son para el consumo interno y de exportación como se destaca el cacao y banano, gracias a sus condiciones edafoclimáticas favorables estos y otros cultivos se desarrollan muy bien, en este sentido es relevante estudiar alternativas de cultivos agrícolas con prácticas que conlleven a la conservación de la fertilidad de los suelos, en la búsqueda de alternativas para mejorar el potencial productivo de los cultivos. Por lo anterior motivo el desarrollo de este estudio, con el objetivo de conocer la producción del cultivo de haba con alternativas amigables con el suelo como es el uso de fertilizantes de origen orgánico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en el sector Chipe Hamburgo, cantón La Maná Provincia de Cotopaxi. De acuerdo con la estación meteorología del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, Ecuador), la temperatura promedio es de 23.15 °C, una precipitación media anual de 242 mm, altitud de 240 msnm, heliofanía de 570 horas/luz/año, y una humedad

relativa del 82 %. La fase de campo desde la preparación del terreno, siembra directa y cosecha tuvo una duración de 120 días. Se utilizó la semilla de haba variedad INIAP Portoviejo-491 cuyas características agronómicas son: crecimiento trepador indeterminado, hojas trifoliada de color verde oscuro, flores de color blanco aparecen alrededor de los 50 días después de la siembra, las vainas son de color verde claro de 16 cm de longitud aproximadamente, las semillas se agrupan de 4 a 5 por vaina son de color blanco con pico ligeramente crema, el peso de 10 semillas secas tiene alrededor de 110 gramos, su rendimiento por hectárea puede llegar a los 1.400 kg ha⁻¹ de grano seco (Mendoza y Linzan, 1993).

Diseño experimental

Este experimento se distribuyó en un diseño de bloques completamente al azar con tres tratamientos y ocho repeticiones, dando un total de veinte y cuatro unidades experimentales (Tabla 1), cada uno con tres hileras de cinco plantas con quince plantas por unidad experimental de las cuales fueron seleccionadas cinco plantas centrales para las evaluaciones, dejando las plantas restantes como borde.. El uso de las citas debe ser preciso y específico.

Fuente de variación	Grados de libertad
Repeticiones (r-1)	7
Tratamientos (t-1)	2
Error experimental (r-1)(t-1)	14
Total	23

Tabla 1. Esquema del análisis de la varianza (ADEVA)

Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza y para determinar las diferencias estadísticas entre las medias de cada tratamiento, se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey a la probabilidad ($P \leq 0.05$).

Manejo del experimento

La investigación fue desarrollada entre los meses de abril a agosto, efectuando una siembra directa en un marco de plantación de 0.50 m entre plantas y 0.75 m entre hileras, colocando dos semillas por sitio. El área de experimento estuvo conformada por un metro y medio de ancho por tres metros de largo con un área de 144 m² para todo el experimento. También se realizó labores como tutorado este fue realizado con piola de polipropileno, con el que fueron amarradas las plantas desde el tallo, control de insectos chupadores, con una mezcla de ajo con cebolla, el deshierbe fue realizado de manera manual.

Fertilización

Con los resultados del análisis de suelo se ajustó la cantidad de fertilizante orgánico aplicado a 5 t ha⁻¹, la clase textural de suelo es franco limoso, con materia orgánica de

3,7%, así como, un pH de 6,4, NH₄ 36ppm, P 11ppm y K 0,86 meq/100mL. La aplicación de los fertilizantes orgánicos, humus de lombriz y compost fueron fraccionados en dos aplicaciones la primera a los 15 días después de la emergencia de las plantas, se colocó el 50% del fertilizante y el restante fue aplicado a los 30 días posteriores, destacando que la dosis de 5 t ha⁻¹ fue igual para los dos fertilizantes orgánicos (Tabla 2).

Tratamientos	Dosis (g/m ²)	Dosis (t/ha)
Testigo	0	0
Humus de lombriz	50	5
Compost	50	5

Tabla 2. Detalle de los tratamientos

1ra aplicación 50% y 2da aplicación 50%

Variables evaluadas

Se evaluaron variables de desarrollo vegetativo y producción, como altura de planta, se midió con una cinta desde la parte basal hasta el ápice de la rama apical (cm), a los 30, 45 y 60 días después de la emergencia. Días a la floración, resulta de cuantificar el periodo transcurrido desde la emergencia hasta cuando el 50 % de las plantas que conforman la parcela hayan florecido, conteo de vainas por planta y granos por vaina, peso fresco y peso seco de 100 vainas, para finalmente registrar el rendimiento expresado en kg ha⁻¹.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tratamientos evaluados influyeron significativamente ($P \leq 0.05$) sobre el crecimiento y rendimiento de las plantas de haba. Los efectos más notables sobre la variable altura de planta se observaron a los 45 y 60 días después de la fertilización orgánica, en estas etapas la estimulación causada por tratamientos con humus de lombriz y compost provocó diferencias significativas con respecto al testigo. En este contexto en un trabajo realizado en zanahoria por Moreno *et al* (2022), en el que comparan el efecto de los fertilizantes orgánicos entre ellos humus de lombriz con una fuente química 10-30-10, obtuvieron alturas de planta semejantes al químico y superiores al tratamiento que no aplicaron nada con una diferencia en altura del 14%. En este mismo sentido Milanés *et al.*, (2005) sostiene que el humus de lombriz es materia orgánica en estado avanzado de descomposición, con una consistencia de masa amorfa, homogénea y de color oscuro que influye en las propiedades biológicas del suelo, aportando ácidos húmicos, potasio, enzimas, nitrógeno, fósforo, hormonas, contribuye a la retención de humedad y mantener fauna y

el equilibrio biológico del suelo que favorece el crecimiento de los cultivos. Por lo que los resultados muestran el efecto de los fertilizantes orgánicos (Tabla 3).

En la misma tabla, se evidencia que la aplicación de fertilizantes orgánicos no mostro diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) en la variable días a la floración, al respecto Borroel *et. al* (2018) sostienen que la emergencia floral es una característica que está influenciada por una característica genética de la planta, por otra parte Barragán

Tratamientos	Altura de planta (cm)			Días a la floración
	DDF			
	30	45	60	
Testigo	41,0 5 a	137, 88 b	197, 33 b	49,83 a
Humus de lombriz	41,5 0 a	171, 18 a	202, 20 a	47,20 a
Compost	42,3 0 a	168, 58 a	203, 68 a	47,75 a
Valor - P	0,0984	<0,000 1	0,0101	0,058
CV	2,60	5,24	1,83	4,33

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$)

DDF: Días después de la fertilización

Tabla 3. Efecto de fertilizantes orgánicos sobre la altura de planta y días a la floración, en el cultivo de haba sembrado en el subtrópico de La Maná, Ecuador.

De forma similar se observó en las variables, peso de vainas por planta, número de semillas por vaina y peso de 100 semillas en relación al tratamiento testigo. Los resultados obtenidos probablemente se deben a la concentración de nutrientes presentes en el material sólido de los fertilizantes orgánicos, en este mismo sentido en su estudio realizado por López *et al.* (2019), aplicando humus de lombriz de forma foliar en *Allium sativum* en los componentes productivos manifestaron resultados superiores al tratamiento control, por su parte el fisiólogo Evans (1984) sostiene que la formación de vainas y el llenado de semillas es sumamente dependiente de la fotosíntesis y condiciones ambientales imperantes después de la floración, pero la capacidad de almacenamiento está determinada por las condiciones que se dan antes de la floración, siendo éstas las que puedan ejercer una influencia dominante sobre el rendimiento. Por otra parte la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO 2011), indica que los fertilizantes de origen orgánico, actúan aumentando las condiciones nutritivas de la tierra y también mejoran su

et. al (2018) manifiesta que la aplicación de fertilizantes foliares acelera el proceso de formación de órganos florales, estimulando los días a la floración de una planta.

Al analizar los componentes de rendimiento fue significativamente ($P \leq 0.05$) influenciado por los fertilizantes orgánicos humus de lombriz y compost (Tabla 4). Se aprecia que la producción de vainas por planta con la aplicación de fertilizantes orgánicos se aumenta el número de vainas en comparación en tratamiento testigo. condición física, bacterias beneficiosas, en ocasiones hormonas y por supuesto también fertilizan.

En este mismo contexto estudios realizados por Reyes *et. al.* (2021), sostienen que las aplicaciones de sustancias húmicas tienen un impacto significativo en varias respuestas fisiológicas de los cultivos, lo que a su vez puede mejorar la calidad de las cosechas. Esto sugiere que el uso de sustancias húmicas tiene el potencial de reducir la dependencia de la fertilización sintética en la agricultura, al mismo tiempo que aumenta la tolerancia de los cultivos al estrés biótico, se puede lograr una mayor estabilidad y resiliencia en los sistemas agrícolas.

Tratamientos	Vainas por planta	Peso de vainas planta (g)	Semillas por vaina	Peso de 100 semillas (g)
Testigo	25,13 b	159,59 b	3,35 b	53, 73 b
Humus de lombriz	29,75 a	202,28 a	3,53 ab	55, 29 a
Compost	30,73 a	224,76 a	3,63 a	55, 15 a
Valor - P	0,0008	0,0004	0,0424	0,002 3
CV	8,37	12,72	5,69	1,44

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$)

Tabla 4. Efecto de fertilizantes orgánicos sobre el No de vainas por planta, peso de vainas por planta, No de granos por vaina y peso de 100 granos, en el cultivo de haba sembrado en el subtrópico de La Maná, Ecuador.

En la figura 1, se muestra los promedios de rendimiento por hectárea, el análisis de varianza realizado para esta variable muestra que los tratamientos con fertilización orgánica presentaron significancia estadística ($P \leq 0.05$), en comparación al testigo. Según el test de rango Tukey.

El tratamiento compuesto por humus de lombriz alcanzo un rendimiento adicional de 1.851 kg ha⁻¹ en comparación al tratamiento testigo, lo que significó el doble de incremento, igual tendencia se produjo con el tratamiento a base de compost donde la diferencia en el rendimiento con el tratamiento testigo fue de 1.023 kg ha⁻¹. Estos datos superan a los reportados por Mendoza & Linzán (1993),

quienes describen que es una variedad veranera para el litoral ecuatoriano con rendimiento promedio por hectárea del cultivo de haba esta entre 1.400 a 1.800 kg ha⁻¹. Por su parte Conde, Huaycho, & Cruz (2017), manifiestan que la aplicación de fertilizantes orgánicos provenientes de lombrices ayuda a la estimulación de los cultivos, potenciando el crecimiento y desarrollo de los mismos, que a su vez traen consigo mejores beneficios económicos para los productores. En este sentido Villegas & Laines, (2017), mencionan que la composición orgánica está basada en el contenido de ácidos húmicos, producto de la descomposición regulada del estiércol de bovino por parte de la lombriz y está integrada por ácidos húmicos, fúlvicos. Además, allí se encuentran aminoácidos y fitohormonas, los cuales están presentes en la misma composición de los desechos orgánicos minerales en el proceso de compostaje el humus de lombriz está compuesto por CO₂, N, así como macro y micro nutrimentos en diferentes proporciones. Bajo este contexto se justifica la aplicación del estiércol por los variados beneficios, promueve el crecimiento de las plantas, proporciona alimentos nutritivos a los organismos del suelo, agrega diversidad genética y funcional a los suelos y mejora las propiedades químicas y físicas del suelo (Köninger et. al, 2021).

Numerosos estudios realizados por investigadores alrededor del mundo han observado que el tratamiento de las plantas con sustancias húmicas de diversos orígenes puede inducir al crecimiento celular. Este fenómeno ha sido relacionado con la activación de vías de señalización que involucran fitohormonas, especialmente la auxina y el óxido nítrico. Estos hallazgos sugieren que las sustancias húmicas podrían influir en el equilibrio del estado vegetal al modular la respuesta hormonal y promover el crecimiento y desarrollo de las raíces. Este descubrimiento tiene implicaciones significativas para la agricultura, ya que el uso de sustancias húmicas podría mejorar la absorción de nutrientes y la resistencia al estrés de las plantas, lo que a su vez podría aumentar el rendimiento de los cultivos y la salud de los ecosistemas vegetales (Zanin et. al, 2019).

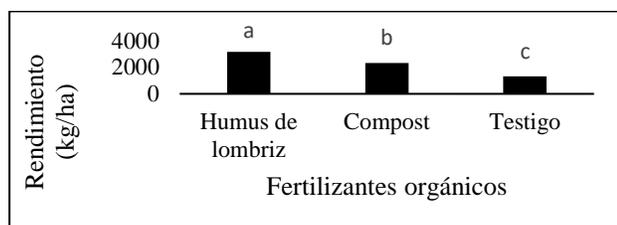


Figura 1. Efecto de fertilizantes orgánicos sobre rendimiento del grano de haba, sembrado en el subtrópico de La Maná, Ecuador

CONCLUSIONES

Los fertilizantes orgánicos utilizados en el cultivo de haba, en la zona de La Maná, Cotopaxi incrementó el número de vainas por planta, su peso y los principales componentes del rendimiento, por lo que este trabajo pone de manifiesto la importancia del uso de humus de lombriz y compost como una herramienta de manejo en los sistemas de producción agrícola.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

El trabajo realizado por cada uno de los autores fue clave en el desarrollo de esta publicación, los cuales son; Jonathan López Bósquez, Wellington Pincay Ronquillo, Kleber Espinosa Cunuhay, Wendy Jiménez Jaramillo, Yorman Martínez Ibarra y Heidi Yépez Arauz.

AGRADECIMIENTO

Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, carrera de Agronomía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abagale, S. A., Woodcock, C. M., Chamberlain, K., Osafo-Acquaah, S., van Emden, H., Birkett, M. A & Braimah, H. (2019). Attractiveness of host banana leaf materials to the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* in Ghana for development of field management strategies. *Pest management science*, 75(2), 549-555.
- Araya, C. (2010). Manual de Buenas Prácticas Agrícolas. Proyecto de Innovaciones en la Cadena de Frijol.
- Barragán, L., Rosero, C., Campi, D., Auhing, J., y Canchignia, H. (2018). Respuesta morfológica de cuatro híbridos comerciales de maíz (*Zea mays* L.) por fertilización edáfica y edáfica-foliar. *Ciencia y Tecnología* (1390-4051), 11(1).
- Borroel, V. J., Salas, L., Ramírez, M.G., López, J.D., y Luna, J. (2018). Rendimiento y componentes de producción de híbridos de maíz en la Comarca Lagunera. *Terra Latinoamericana*, 36(4), 423-429.
- Conde, K. G., Huaycho, H., & Cruz, D. (2017). Aplicación de solución de humus de lombriz en dos variedades de Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd.), en la estación experimental de Patacamaya-La Paz. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 4(1), 74-81.

- Duc, G.; Aleksic, J.; Marget, P.; Mikic, A.; Paull, J.; Redden, R.; Torres, A. 2015. Faba bean. En: De Ron, A. (Ed.). Grain legumes. Ed. Springer (UK). p.141 - 178.
- INEC – Instituto Nacional de Estadísticas y Sensos. (2020). Boletín Técnico Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Boletin%20Tecnico%20ESPAC%202020.pdf
- Evans, L.T. (1984), Fisiología de cultivos. 3ra Edición, Editorial hemisferio sur S.A. Buenos Aires. Argentina. 403 p
- FAO - Organización para la Agricultura y la Alimentación. (2022). Cultivos y productos ganaderos. Obtenido de <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>
- FAO - Organización para la Agricultura y la Alimentación. (2011). Elaboración y usos del Bocashi. Agencia española de cooperación internacional para el desarrollo (AECID). San Salvador, El Salvador. 2011. 12 p.
- Karkanis, A.; Ntatsi, G.; Lepse, L.; Fernández, J.; Vågen, I.; Rewald, B.; Savvas, D. 2018. Faba bean cultivation: revealing novel managing practices for more sustainable and competitive European cropping systems. *Frontiers in Plant Science* (Suiza). 9:1-14. 10.3389/fpls.2018.01115
- Khazaei, H.; Vandenberg, A. 2020. Seed mineral composition and protein content of faba beans (*Vicia faba* L.) with contrasting tannin contents. *Agronomy* (Suiza). 10(511):2-10. 10.3390/agronomy10040511
- Köninger, J., Lugato, E., Panagos, P., Kochupillai, M., Orgiazzi, A., & Briones, M. J. (2021). Manure management and soil biodiversity: Towards more sustainable food systems in the EU. *Agricultural Systems*, 194, 103251.
- López, Y., Sosa, R., Méndez, R., & Rodríguez, Y. (2019). Aplicación foliar de humus líquido de lombriz en *Allium sativum* en Topes de Collantes, Cuba. *Centro Agrícola*, 46(2), 13-21.
- Mendoza, H y Linzan L. (1993). Una variedad de haba veranera para el litoral ecuatoriano, Plegable 132. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP- Estación Experimental Portoviejo, Ecuador.
- Milanés, M., Rodríguez, H., Ramos, R., y Rivera, M. (2005). Efectos del compost vegetal y humus de lombriz en la producción sostenible de capítulos florales en *Calendula officinalis* L. y *Matricaria recutita* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 10(1).
- Moreno, X.J., Córdova, R.N., y Rodríguez, I. (2022). Influencia de la fertilización orgánica en el crecimiento y desarrollo del cultivo de la zanahoria. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(3), 41-50. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>
- Paungfoo-Lonhienne, C., Redding, M., Pratt, C., & Wang, W. (2019). Plant growth promoting rhizobacteria increases the efficiency of fertilisers while reducing nitrogen loss. *Journal of Environmental Management*, 233, 337–341. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.12.052>
- Pérez, D.; González, A.; Rubí, M.; Mora, F.; Pascual, J.; Padilla, A. 2015. Análisis de 35 cultivares de haba por su producción de vaina verde y otros componentes del rendimiento. *Rev. Mex. Ciencias Agrícolas (México)*. 6(7):1601-1613. 10.29312/remexca.v6i7.553
- Pradhan, S., Abdelaal, A. H., Mroue, K., Al-Ansari, T., Mackey, H. R., & McKay, G. (2020). Biochar from vegetable wastes: agro-environmental characterization. *Biochar*, 2, 439-453.
- Román, A. (2021). Evaluación de tres abonos orgánicos en la producción de dos variedades de haba (*Vicia faba* L) en el cantón Huaca”. Universidad Politécnica Estatal del Carchi - Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales carrera de Ingeniería en Desarrollo Integral Agropecuario, 15.
- Rosero, D. C. (2015). Efecto de las distancias de siembra en tres variedades del cultivo de haba (*Vicia faba* L.), bajo un sistema de agricultura limpia. Universidad Técnica de Ambato - Facultad de ciencias agropecuarias carrera de Ingeniería Agronómica, 17.
- Reyes, J., Rivero, M., Solórzano, A., Carballo, J., Lucero, G., & Ruiz, H. (2021). Aplicación de ácidos húmicos, quitosano y hongos micorrízicos como influyen en el crecimiento y desarrollo de pimiento. *Terra Latinoamericana*, 39.
- Villaseñor, D., Prado, R. D. M., Pereira da Silva, G., Carrillo, M., & Durango, W. (2020). DRIS norms and limiting nutrients in banana cultivation in the South of Ecuador. *Journal of Plant Nutrition*, 43(18), 2785-2796.
- Villegas-Cornelio, V. M., & Laines Canepa, J. R. (2017). Vermicompostaje: I avances y estrategias en el

tratamiento de residuos sólidos orgánicos.
Revista mexicana de ciencias agrícolas, 8(2),
393-406.

Zanin, L., Tomasi, N., Cesco, S., Varanini, Z., & Pinton,
R. (2019). Humic substances contribute to plant
iron nutrition acting as chelators and
biostimulants. *Frontiers in Plant Science*, 10,
675. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00675>