

**Efecto de tres sustratos y fuentes orgánicas en la morfología del ajo (*Allium sativum*)
en la Comunidad de Puñutani, Región Puno**

**Effect of different substrates and organic sources on garlic (*Allium sativum*)
morphology in the Puñutani Community, Puno Region**

**Efeito de três substratos e fontes orgânicas na morfologia do alho (*Allium sativum*)
na Comunidade de Puñutani, Região de Puno**

Víctor Cipriano Huanacuni Ajrota¹  Edwaldo Villanueva Pedraza¹  María Foraquita Quispe¹ 

DOI: <https://doi.org/10.55996/dekamuagropec.v4i2.197>

RESUMEN

El objetivo del estudio fue investigar el efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos sobre el desarrollo de la altura de la planta, diámetro de bulbo y dientes germinados del ajo (*Allium sativum*). Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con un total de 4 tratamientos con 3 repeticiones. Los tratamientos fueron T0: Testigo absoluto sin sustrato, T1: Tierra agrícola proporción 1:1 con vermicompost con estiércol de ovino, T2: Tierra agrícola más Biol al 10% en dilución acuosa, T3: Tierra agrícola más 10% de ceniza de desechos orgánicos y sin adición actuó como control. Los datos se analizaron con el procedimiento GLM de SAS y las medias de los tratamientos se compararon con la prueba de Tukey. Los resultados mostraron que la adición del Biol al 10% en dilución acuosa y Vermicompost con estiércol de ovino al cultivo de ajo (*Allium sativum*), tuvieron el efecto más beneficioso en la germinación, diámetro y altura de la planta. Los valores más bajos para las características analizadas del cultivo de ajo (*Allium sativum*) se encontraron en el grupo control. Concluimos que el uso de Biol resultó en mayores rendimientos en la germinación de bulbos, altura de planta y diámetro de bulbo.

Palabra clave: Germinación, fenología, cultivo de ajo.

ABSTRACT

The objective of the study was to investigate the effect of the application of different organic fertilizers on the development of plant height, bulb diameter and germinated cloves of garlic (*Allium sativum*). A completely randomized design (DCA) was used with a total of 4 treatments with 3 repetitions. The treatments were T0: Absolute control without substrate, T1: Agricultural land proportion 1:1 with vermicompost with sheep manure, T2: Agricultural land plus Biol at 10% in aqueous dilution, T3: Agricultural land plus 10% ash from organic waste and without addition it acted as a control. Data were analyzed with the SAS GLM procedure and treatment means were compared with Tukey's test. The results

¹ Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua, Perú. correo: vhuanacuni@unibagua.edu.pe, evillanueva@unibagua.edu.pe, foraquitamay@hotmail.com

showed that the addition of Biol at 10% in aqueous dilution and Vermicompost with sheep manure to the garlic crop (*Allium sativum*) had the most beneficial effect on germination, diameter and height of the plant. The lowest values for the analyzed characteristics of the garlic crop (*Allium sativum*) were found in the control group. We conclude that the use of Biol resulted in higher yields in bulb germination, plant height and bulb diameter.

Keyword: Germination, phenology, garlic cultivation.

RESUMO

O objetivo do estudo foi investigar o efeito da aplicação de diferentes fertilizantes orgânicos no desenvolvimento da altura das plantas, no diâmetro do bulbo e na germinação de dentes de alho (*Allium sativum*). Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (DCA) com um total de 4 tratamentos com 3 repetições. Os tratamentos foram T0: Controle absoluto sem substrato, T1: Terra agrícola na proporção 1:1 com vermicomposto com esterco ovino, T2: Terra agrícola mais Biol a 10% em diluição aquosa, T3: Terra agrícola mais 10% de cinza de resíduo orgânico e sem além disso, funcionou como um controle. Os dados foram analisados pelo procedimento SAS GLM e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey. Os resultados mostraram que a adição de Biol a 10% em diluição aquosa e Vermicomposto com esterco ovino à cultura do alho (*Allium sativum*) teve o efeito mais benéfico na germinação, diâmetro e altura da planta. Os menores valores para as características analisadas da cultura do alho (*Allium sativum*) foram encontrados no grupo controle. Concluímos que o uso do Biol resultou em maiores rendimentos na germinação dos bulbos, altura das plantas e diâmetro do bulbo.

Palavra-chave: germinação, fenologia, cultivo de alho.

INTRODUCCIÓN

El ajo (*Allium sativum* L.), es una planta hortícola considerada el segundo cultivo de *Allium* más importante del mundo después de la cebolla (Abdel-Razzak & El-Sharkawy, 2013). Los países de China, India, Corea del Sur, España, la Federación Rusa, Egipto, Myanmar, Tailandia y Estados Unidos son los mayores productores del mundo (Aguilar Rocha, 2019). La producción mundial es de unos 30,7 millones de toneladas, y la superficie cosechada es de 1,6 millones de hectáreas. El rendimiento medio mundial es de unas 19 t/ha (FAO, 2022).

En Perú, debido al continuo aumento en el uso de diversas formas y medios, la demanda de ajo (*Allium sativum* L.) ha aumentado continuamente y se ha triplicado en los últimos 10 años. Las exportaciones en 2021 aumentaron un 40% y alcanzaron un total de 9747 toneladas por un valor de US\$ 13 millones (MIDAGRI, 2022). Sin embargo, debido a las áreas limitadas, no es posible aumentar el área cultivada. Entonces, la solución a este problema es aumentar el rendimiento por hectárea de tierra, y esto se puede lograr de muchas maneras. Lo más importante es la cantidad correcta de fertilizantes. No obstante, el uso indiscriminado de fertilizantes químicos en la agricultura ha causado muchos problemas, como la contaminación, la fuga de divisas, el aumento de los costos de producción y la contaminación salina del suelo (Chávez et al., 2017).

La agroecología se caracteriza por el uso de procesos naturales interactivos en la agricultura para reducir los insumos externos y aumentar la eficiencia biológica de los sistemas agrícolas (Sarandón et al., 2014). En este sentido, el fertilizante orgánico es un producto natural que contiene microorganismos vivos que se originan

a partir de raíces cultivadas o suelo. Por lo tanto, no tienen un efecto nocivo sobre la salud del suelo y el medio ambiente (Carlos Neri Chávez et al., 2017; Paterlini et al., 2019; Sarandón et al., 2014). Recientemente, numerosos estudios han demostrado la posibilidad de obtener abonos orgánicos a partir de residuos orgánicos, por ejemplo, a partir de la fracción orgánica de los residuos de la cría de cerdos, compost, residuos sólidos de ovino y bovino, y de residuos agrícolas (Campuzano & González-Martínez, 2017; Głodniok et al., 2021; Nasreen et al., 1970; Smol et al., 2020; Szögi et al., 2015). Los fertilizantes orgánicos más utilizados son Vermicompost y Biol, que se caracterizan por una lenta distribución de macronutrientes y micronutrientes en el medio ambiente del suelo (Paterlini et al., 2019; Rodríguez Guerra et al., 2016). El vermicompost también tiene un gran potencial para mantener la fertilidad del suelo, ya que es una fuente de hormonas vegetales como auxinas, giberelinas y citoquininas (Grappelli et al., 1985).

El manejo del estiércol en áreas de ganadería concentrada puede involucrar nuevas tecnologías para extraer fósforo del estiércol de forma concentrada y utilizable (Paterlini et al., 2019; Szögi et al., 2015). A su vez, Shafeek et al. (2015) mostró el efecto beneficioso del compost de estiércol en características seleccionadas del ajo por ejemplo: longitud de la planta, número de hojas, peso del bulbo, número de semillas y peso de la semilla. Por otra parte, Zaller (2007), mostró un efecto positivo de vermicompost en características seleccionadas de tomate, por ejemplo: en la firmeza de la fruta, glucosa y fructosa. Atiyeh et al. (2001), demostraron que la adición de vermicompost al sustrato tuvo un efecto positivo en la germinación de semillas, crecimiento y desarrollo de plántulas de plantas

hortalizas. Además, en el marco de la economía circular, es posible utilizar los productos de la combustión de la biomasa animal con fines fertilizantes, ya que son ricos en nutrientes para las plantas (Maj et al., 2022). En ese sentido, el objetivo de estudio fue investigar el efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos sobre el desarrollo de la altura de la planta, diámetro de bulbo, dientes germinados del ajo (*Allium sativum*).

MÉTODOLÓGÍA

Ubicación

El estudio se realizó en la Comunidad Puñutani, Distrito de Ilave, Provincia de El Collao, Región Puno. Con coordenadas geográficas (N16°06'10"/ W 69°36' 22") y una altitud de 3862 msnm, la temperatura varía entre 8 °C y 15 °C, y la precipitación media anual ronda los 725 mm.

Características del suelo

Se muestrearon las parcelas de suelo a una profundidad de 20-30 cm y se midieron por el método del tamiz de malla de alambre con una proporción de 40% arena, 50% arcilla y 10% limo.

Diseño experimental y tratamientos

Este experimento se realizó en un diseño completamente al azar (DCA) con un total de 4 tratamientos realizados en 3 repeticiones. El área experimental está cubierta con una infraestructura de construcción con bloquetas de concreto de 1125 m² que brinda las condiciones para la realización de los experimentos e incluye un pozo perforado para riego y un ambiente de laboratorio. El tamaño de semilla está diseñado para 45 cm entre hileras y 20 cm de distancia entre semillas, lo que corresponde a una pendiente de alrededor del 1% para un buen drenaje. Se seleccionó ajo sano, uniforme, con un peso promedio de $3,1 \pm 0,1$ g y se sembró a 6 cm

de profundidad, 25 cm entre hileras y 10 cm entre plantas. Esto fue lo mismo para cada réplica (cada cama levantada) dando como resultado 8 plantas cada una en 3 filas. Las plantas en crecimiento se regaron uniformemente según fue necesario mientras se mantenía húmedo el sustrato. No se utilizaron herbicidas, fungicidas o productos químicos durante el cultivo y se utilizaron métodos manuales de control de malezas. La siembra se realizó desde la primera semana de diciembre de 2020 (siembra) hasta el 17 de julio de 2021 (cosecha). El deshierbe se llevó a cabo después de que hayan crecido plántulas con brotes de unos 20 cm de altura. Cuando las plántulas de ajo alcanzan una altura de 40 cm, se eliminan nuevamente las malas hierbas y se trabajó a mano durante todo el día.

Los tratamientos se distribuyeron de la siguiente manera:

- T0: Testigo absoluto sin sustrato.
- T1: Tierra agrícola proporción 1:1 con vermicompost con estiércol de ovino.
- T2: Tierra agrícola más Biol al 10% en dilución acuosa
- T3: Tierra agrícola más 10% de ceniza de desechos orgánicos.

Procedimiento de recolección de datos

Para la recolección de datos se tomaron medidas biométricas de altura y diámetro de las plántulas durante el crecimiento utilizando una cinta métrica de 03 metros. Las mediciones se realizaron cada 15 días considerando el ciclo estacional vegetativo del 28 de enero al 17 de julio del 2021. Se tomaron muestras aleatoriamente de cada una de las 08 parcelas de cultivo de ajo. En cuanto a la influencia de los factores ambientales, se recopilaron los datos del SENAMHI Puno considerando la precipitación mensual, la temperatura máxima, la temperatura mínima y la temperatura media

Análisis estadístico

Durante el análisis de cuatro variables en doce muestras, se determinó la importancia de los efectos individuales (fertilización del suelo) y su interacción. Se utilizó un diseño completo al azar con un procedimiento dividido para el análisis de varianza. Se realizó la prueba de rango de Tukey ($P \leq 0.05$) utilizando el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) (Rodríguez, 2011).

RESULTADOS

Tabla 1, Los resultados revelaron que la aplicación de sustratos orgánicos influyó significativamente en el rendimiento de los parámetros de dientes germinados. La aplicación de Biol al 10% en dilución acuosa produjo significativamente ($P \leq 0,05$) el máximo rendimiento de dientes germinados de 72.99 % con respecto al testigo que alcanzó un rendimiento de 49.20 %. Los tratamientos con mayor rendimiento de dientes germinados fueron los sustratos Biol al 10% en dilución acuosa y Vermicompost con estiércol de ovino, alcanzando un 72.99 y 67.47 %, respectivamente.

Tabla 1. Valores medios y errores estándar del rendimiento de dientes germinados del ajo

Tabla 2. Valores medios y errores estándar de dos características morfo- fisiológicas y fenotípicas de ajo (*Allium sativum*), bajo diferentes fuentes de sustratos.

(*Allium sativum*), bajo diferentes fuentes de sustratos.

Trat.	Sustratos	DG (%)
T2	Biol al 10% en dilución acuosa	72.99 ^a
T1	Vermicompost con estiércol de ovino	67.47 ^{ab}
T3	Ceniza de desechos orgánicos	60.38 ^b
T0	Testigo absoluto	49.20 ^c

DG= dientes germinados. Medias identificadas con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey; $P \leq 0,05$).

Tabla 2, La aplicación del sustrato de Biol al 10% registro el máximo rendimiento en los parámetros del crecimiento de la altura de la planta y diámetro del bulbo con respecto al testigo, viéndose reflejado a los 210 días ($P \leq 0,05$). No obstante, la magnitud en el aumento del rendimiento del diámetro del bulbo a los 210 días de la cosecha resultó superiores en 1.56 y 1.45 cm² para el tratamiento Biol y Vermicompost con estiércol de ovino, respectivamente. Así mismo, el crecimiento en la altura de la planta a los 210 después del trasplante fue superiores en un 55.14 y 51.20 cm para los tratamientos del sustrato Biol y Vermicompost con estiércol, respectivamente.

Trat.	Sustratos	AP (cm)				DB (cm ²)			
		30 d	60 d	150 d	210 d	30 d	60 d	150 d	210 d
T2	Biol al 10% en dilución acuosa	20.40 ^a	45.92 ^a	15.40 ^a	55.14 ^a	0.41 ^a	0.50 ^a	1.01 ^a	1.56 ^a
T1	Vermicompost con estiércol de ovino	19.80 ^a	44.63 ^a	46.06 ^a	51.20 ^a _b	0.40 ^a	0.53 ^a	0.89 ^{ab}	1.45 ^a
T3	Ceniza de desechos orgánicos	20.23 ^a	34.34 ^a	40.39 ^{ab}	48.76 ^b	0.38 ^a	0.47 ^a	0.69 ^b	0.98 ^b
T0	Testigo absoluto	19.59 ^a	38.34 ^a	39.06 ^b	47.76 ^b	0.36 ^a	0.42 ^a	0.67 ^b	0.92 ^b

AP= altura de la planta; DT= diámetro de bulbo. Medias identificadas con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey; $P \leq 0.05$).

Figura 1, en cuanto a la altura de planta a los 150 y 210 días, se observó que el tratamiento con mayor altura de planta fue el Biol y Vermicompost con estiércol de ovino. Sin embargo, se observó un crecimiento lento de las plantas de 8 a 30 días después de la germinación, y un aumento del crecimiento a partir de los 60 días. Con relación, al uso de sustratos de ceniza este ha aumentado constantemente. Sin embargo, el estiércol de oveja no logró el mejor rendimiento de crecimiento en comparación con los sustratos Biol y Vermicompost.

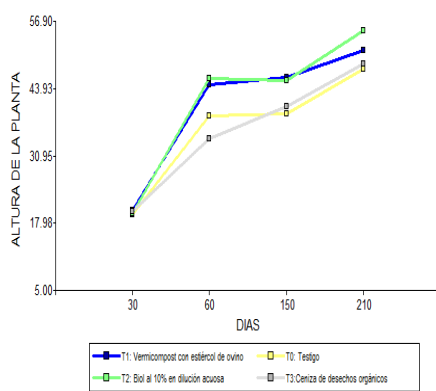


Figura 1. Crecimiento longitudinal del ajo (*Allium sativum* L.) evaluados a 30, 60, 90 y 150 d y su eficacia en la aplicación de fuentes de sustratos

DISCUSIÓN

Como resultados obtenidos en el trabajo de investigación con la aplicación de los diferentes sustratos orgánicos con contenido de macronutrientes se expresa un máximo rendimiento en las características morfo-fisiológicas y fenotípicas de ajo (*Allium sativum*). El efecto positivo en el crecimiento de la altura de la planta, el diámetro y el alto porcentaje de germinación puede deberse al suministro óptimo de nutrientes, lo que conduce a la acumulación de carbohidratos en el producto final a través de la fotosíntesis suficiente en las hojas (Paczka et al., 2021). La aplicación de Biol (fertilizante líquido)

en este estudio tuvo efectos más positivos en las características morfo-fisiológicas y fenotípicas de ajo (*Allium sativum*). Cando & Malca, (2017), demostraron que los fertilizantes orgánicos Biol son extremadamente eficientes como fuente única de nutrientes para el suelo y la planta utiliza mejor los nutrientes. Además, los mismos autores también demostraron que la suplementación con Biol se puede utilizar en una amplia gama de cultivos, independientemente de la vida útil del cultivo, pero se debe aplicar con cuidado en las hojas o raíces. Rivera Contreras, (2022) demostró que el cultivo de ajo (*Allium sativum*) con fertilización líquida (Biol) afecta algunas variables morfológicas y productivas (diámetro del bulbo, diámetro del bulbo, número de partes por bulbo), masa del diente, ancho del diente entera.

De acuerdo con los resultados de este estudio, se observó un crecimiento lento de las plantas de 30 a 90 días después de la germinación, el cual aumentó en días, lo cual está de acuerdo con el criterio de Ortuño Tomás et al., (2015), quienes explican que el crecimiento de las plantas es sigmoideal, caracterizado por un curso temporal desde un nivel bajo al principio hasta un pico después de cierto tiempo. Estos resultados coinciden también con lo planteado por (Paczka et al., 2021) demuestra que la humedad y la suficiente mineralización de la materia orgánica tienen los beneficios físicos, químicos y biológicos de estos fertilizantes, mejorando así la estructura, evitando la compactación y la erosión, aumentando la humedad y mejorando la nutrición de las plantas.

En el presente estudio se observaron valores superiores debido a que las características relacionadas con el crecimiento de altura de planta, diámetro y alto porcentaje de dientes brotados no fueron significativas, lo que pudo

haber tenido un efecto significativo al utilizar Biol y Vermicompost con estiércol de ovino, puede depender de varios factores, incluida la disponibilidad lenta y constante de nutrientes (Paterlini et al., 2019). Estos resultados se corresponden con lo planteado por (Rodríguez Guerra et al., 2016), La aplicación de fertilizantes orgánicos (compost y biol) en el cultivo de ajo (*Allium sativum*) respondió de manera similar en términos de parámetros dinámicos de crecimiento, número de hojas, área foliar y proporción de materia seca radical. Sin embargo, Shafeek et al., (2015), La realización de investigaciones sobre el efecto de los fertilizantes nitrogenados orgánicos e inorgánicos en las características seleccionadas del ajo en la altura de las plantas y el número de hojas (por planta) reveló una diferencia significativa entre los grupos experimentales.

CONCLUSIONES

Los resultados muestran claramente que los fertilizantes orgánicos como la adición del Biol al 10% en dilución acuosa y Vermicompost con estiércol de ovino, tuvieron el efecto más beneficioso en características seleccionadas de los indicadores morfo- fisiológicas y fenotípicas de ajo (*Allium sativum*), es decir, en el crecimiento de la altura de planta, diámetro de bulbo y el porcentaje de dientes germinados, por lo que se sugiere como complemento en la fertilización, además del uso de sustratos con nivel alto de materia orgánica como alternativa viable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdel-Razzak, H. S., & El-Sharkawy, G. A. (2013). Effect of biofertilizer and humic acid applications on growth, yield, quality and storability of two garlic (*Allium*

sativum L.) cultivars. *Asian Journal of Crop Science*, 5(1), 48–64. <https://doi.org/10.3923/AJCS.2013.48.64>

Aguilar Rocha, A. E. (2019). *Identificación e incidencia de virus patógenos en el cultivo de ajo (Allium sativum L.) en Aramberri, Nuevo León*.

Atiyeh, R. M., Edwards, C. A., Subler, S., & Metzger, J. D. (2001). Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. *Bioresource Technology*, 78(1), 11–20. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(00\)00172-3](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00172-3)

Campuzano, R., & González-Martínez, S. (2017). Influence of process parameters on the extraction of soluble substances from OFMSW and methane production. *Waste Management*, 62, 61–68. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2017.02.015>

Cando, S., & Malca, L. (2017). Influencia de un abono orgánico líquido tipo biol en el rendimiento de la lechuga (*Lactuca sativa* L) cultivada en sistemas hidropónicos. *Manglar*, 12(2), 31–38. <https://doi.org/10.17268/MANGLAR.2017.5.015>

Carlos Neri Chávez, J., Collazos Silva, R., Huamán Huamán, E., & Oliva Cruz, bManuel. (2017). Aplicación de abonos orgánicos y biofertilizante en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), distrito de Chachapoyas. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 1(1), 38–46. <https://doi.org/10.25127/APS.20171.348>

- FAO publications catalogue 2022. (2022). *FAO Publications Catalogue 2022*. <https://doi.org/10.4060/CC2323EN>
- Głodniok, M., Deska, M., & Kaszycki, P. (2021). Impact of the Stabilized Sewage Sludge-Based Granulated Fertilizer on *Sinapis alba* Growth and Biomass Chemical Characteristics. *Biology and Life Sciences Forum 2021, Vol. 3, Page 35, 3(1)*, 35. <https://doi.org/10.3390/IECAG2021-09736>
- Grappelli, A., Tomati, U., Galli, E., & Vergari, B. (1985). Earthworm Casting in Plant Propagation. *HortScience, 20(5)*, 874–876. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.20.5.874>
- Maj, I., Kalisz, S., & Ciukaj, S. (2022). Properties of Animal-Origin Ash—A Valuable Material for Circular Economy. *Energies 2022, Vol. 15, Page 1274, 15(4)*, 1274. <https://doi.org/10.3390/EN15041274>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego - MIDAGRI - Plataforma del Estado Peruano. (n.d.). Retrieved June 24, 2023, from <https://www.gob.pe/midagri>
- Nasreen, S., Yousuf, M., Mamun, A., Brahma, S., & Haq, M. (1970). Response of garlic to zinc, boron and poultry manure application. *Bangladesh Journal of Agricultural Research, 34(2)*, 239–245. <https://doi.org/10.3329/BJAR.V34I2.5795>
- Ortuño Tomás, A. M., Díaz Expósito, L., & Ríos Conesa, J. A. del. (2015). Evolución de la Fisiología Vegetal en los últimos 100 años. *Eubacteria, ISSN-e 1697-0454, N.º. 34, 2015, 34, 9*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5370382>
- Paczka, G., Mazur-Paczka, A., Garczyńska, M., Kostecka, J., & Butt, K. R. (2021). Garlic (*Allium sativum* L.) Cultivation Using Vermicompost-Amended Soil as an Aspect of Sustainable Plant Production. *Sustainability 2021, Vol. 13, Page 13557, 13(24)*, 13557. <https://doi.org/10.3390/SU132413557>
- Paterlini, H., González, M. V., & Picone, L. I. (2019). Producción de lechuga en un suelo con aplicación de compost de cama de pollo. *Ciencia Del Suelo, 37(1)*, 38–50. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672019000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Rivera Contreras, W. A. (2022). *El uso de Biol en el cultivo de ajo (Allium sativum L.) para incrementar su rendimiento*. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/11354>
- Rodríguez Guerra, Y., Demesio Alemán Pérez, R., Domínguez Brito, J., Soria Re, S., Hernández Ramos, H., Salazar Gaibor, C., & del Rocio Jara Arguello, M. (2016). Efecto de dos abonos orgánicos (compost y biol) sobre el desarrollo morfológico de *Beta vulgaris* L. var. cicla bajo condiciones de invernadero. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología, ISSN-e 1390-5600, Vol. 5, N.º. 2, 2016, Págs. 103-117, 5(2)*, 103–117. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5761080&info=resumen&idioma=SPA>

- Rodriguez, R. N. (2011). SAS. Wiley *Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 3(1), 1–11. <https://doi.org/10.1002/WICS.131>
- Sarandón, S. J., Flores, C. C., Hernández, V., Goulet, F., Magda, D., & Girard, N. (2014). La agroecología: un paradigma emergente para el logro de un desarrollo rural sustentable. *La Agroecología En Argentina y En Francia. Miradas Cruzadas*, 57–30. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/104085>
- Shafeek, M. R., Ali, A. H., Mahmoud, A. R., Hafez, M. M., & Rizk, F. A. (2015). Improving growth and productivity of garlic plants (*Allium sativum* L.) as affected by the addition of organic manure and humic acid levels in sandy soil conditions. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(9), 644–656.
- Smol, M., Adam, C., & Kugler, S. A. (2020). Thermochemical Treatment of Sewage Sludge Ash (SSA)—Potential and Perspective in Poland. *Energies 2020, Vol. 13, Page 5461, 13(20), 5461*. <https://doi.org/10.3390/EN13205461>
- Szögi, A. A., Vanotti, M. B., & Hunt, P. G. (2015). Phosphorus recovery from pig manure solids prior to land application. *Journal of Environmental Management*, 157, 1–7. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2015.04.010>
- Zaller, J. G. (2007). Vermicompost in seedling potting media can affect germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. *European Journal of Soil Biology*, 43(SUPPL. 1), S332–S336. <https://doi.org/10.1016/J.EJSOBI.2007.08.020>