



Received: March 10, 2023 / Accepted: april 22, 2023

Comunicación corta

## Fertilizantes orgánicos alternativos para el cultivo de cebolla en Tierras Altas, Chiriquí, Panamá

### Alternative organic fertilizers for onion in Tierras Altas, Chiriquí, Panama

M. Caballero<sup>1</sup> , R.D. Collantes<sup>1</sup> , K. Castro<sup>1</sup> 



<https://doi.org/10.51431/par.v1i1.816>

#### Resumen

**Objetivo:** Evaluar el desempeño del biol de gallinaza, como fertilizante alternativo para el cultivo de cebolla en Tierras Altas, Chiriquí, Panamá. **Metodología:** El estudio se desarrolló en la Estación Experimental del Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), ubicada en Cerro Punta, Tierras Altas, Chiriquí. Se instaló un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con cinco tratamientos que consistieron en la aplicación de tres tipos de biol como complemento en el plan de fertilización del cultivo; además de un control comercial y un control sin aplicación. Cada tratamiento contó con cinco repeticiones. Las variables evaluadas fueron el rendimiento  $\text{ha}^{-1}$  y diámetro del bulbo. Los datos obtenidos fueron analizados mediante la aplicación estadística de Social Science Statistics y el programa Microsoft Excel. **Resultados:** Se encontraron diferencias significativas respecto al rendimiento por tratamiento ( $p < 0,05$ ); y al comparar el rendimiento de bulbos con diámetro superior a 90 mm, de 81 a 90 mm y de 45 a 60 mm, también hubo diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). El tratamiento que demostró el mejor desempeño fue el testigo comercial con 23,06 t  $\text{ha}^{-1}$  seguido del biol de gallinaza con 17,51 t  $\text{ha}^{-1}$  y biol de microalgas con 17,22 t  $\text{ha}^{-1}$ , todos ellos cercanos al rendimiento promedio nacional. **Conclusión:** En conclusión, el biol de gallinaza es una alternativa a considerar, como complemento para la fertilización del cultivo de cebolla y contribuiría con la salud del ambiente y de las personas. Sin embargo, se necesita profundizar en estudios de rentabilidad de este y otros bioinsumos.

**Palabras clave:** Ambiente, biol, cebolla, gallinaza, rendimiento.

#### Abstract

**Objective:** To evaluate the performance of chicken manure biol as an alternative fertilizer for onion crops in Tierras Altas, Chiriquí, Panama. **Methodology:** The study was carried out at the Experimental Station of the Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), located in Cerro Punta, Tierras Altas, Chiriquí. A randomized complete block design (RCBD) was installed, with five treatments that consisted of the application of three types of biol as a complement to the crop fertilization plan, in addition to a commercial control and a control without any application. Each treatment had five repetitions. The study variables evaluated were yield  $\text{ha}^{-1}$  and bulb diameter. The data obtained were analyzed using Social Science Statistics statistical app and Microsoft Excel Software. **Results:** According to the results, there were significant differences in yield between treatments ( $p < 0.05$ ); also, when comparing the yield of bulbs with a diameter above 90 mm, between 81 and 90 mm and between 45 and 60 mm, there were significant differences ( $p < 0.05$ ). The treatment that showed the best performance was the commercial control, with 23.06 t  $\text{ha}^{-1}$ , followed by the biol of chicken manure with 17.51 t  $\text{ha}^{-1}$  and biol of microalgae with 17.22 t  $\text{ha}^{-1}$ ; all of them close to the national average performance. **Conclusion:** Chicken manure biol is an alternative to consider, as a complement to onion crop fertilization and would contribute to the health of the environment and people. However, further studies of the profitability of this and other bio-inputs are needed.

Keywords: Chicken manure, environment, liquid bio-fertilizer, onion, yield

<sup>1</sup>Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá

\*Correo electrónico: [maxel797@hotmail.com](mailto:maxel797@hotmail.com)

## Introducción

La cebolla (*Allium cepa* L.), es uno de los cultivos de mayor importancia en el mundo, del cual se producen más de 93 millones de toneladas al año, siendo China el principal productor (23,9 millones de toneladas), seguido de India (19,4 millones de toneladas); mientras que Panamá ocupa la posición número 104 (15,6 mil toneladas) (Atlas Big, 2020).

Este es uno de los principales rubros que se producen en Tierras Altas, provincia de Chiriquí; zona hortícola destacada de Panamá, responsable de más del 80% del abastecimiento de vegetales frescos en el país (Lindsay & Weinberg, 2019). El rendimiento promedio en Panamá es de 22 t ha<sup>-1</sup> (similar al de China), siendo además muy cercano al rendimiento obtenido en los países vecinos como Colombia (24 t ha<sup>-1</sup>) y Costa Rica (27 t ha<sup>-1</sup>) (Atlas Big, 2020). De acuerdo con Sánchez & Serrano (1994), la fertilización ya sea orgánica o inorgánica, es uno de los principales aspectos que impactan en el desempeño de los cultivos.

Herrera et al. (2021), caracterizando fincas productoras de hortalizas en Cerro Punta, distrito de Tierras Altas, encontraron que 77% de los productores emplean gallinaza sin tratar y utilizan alrededor de 36 plaguicidas en el área. Sumado a esto, los autores mencionaron que el suelo es de tipo Andisol, con contenido de materia orgánica de bajo a medio, por lo cual requiere un aporte continuo de materia orgánica; pero se recomienda su tratamiento y transformación (Casas & Guerra, 2020), mediante la incorporación de agrotecnologías que ayuden a optimizar los procesos productivos (Frías, 2022).

Por otra parte, Collantes et al. (2022), desarrollaron una propuesta de indicadores de sostenibilidad para los sistemas productivos hortícolas de Cerro Punta, encontrando que, mediante la diversificación productiva y la implementación de buenas prácticas agrícolas, estos agroecosistemas tienen potencial de ser sostenibles; sin embargo, el cambio climático ha originado alteraciones considerables en el planeta, como consecuencia del incremento de la temperatura y la reducción de las precipitaciones, lo cual afecta la seguridad alimentaria (Ortiz, 2012). Aunado a este problema, el incremento en el costo de los fertilizantes sintéticos, próximo al 50%, aqueja a los productores panameños

(Rodríguez, 2021). En este sentido FAO (2022), afirmó que el precio de los alimentos que dependen de la urea, como la cebolla, se incrementaría hasta en un 35% durante el ciclo agrícola 2022-2023.

Ante ese escenario, el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA, 2022) está impulsando la utilización de abonos orgánicos, entre los cuales figura la gallinaza tratada; para abaratar costos productivos, contribuir con la mejora del rendimiento, reducir los riesgos de contaminación en el ambiente y facilitar el acceso a alimentos sanos, en especial en un periodo post pandemia por COVID-19. Según León & Arguello (2020) se estima que el 50% de los jóvenes en América Latina y el Caribe tuvieron dificultades para obtener alimentos saludables y mantener su régimen de actividad física durante la pandemia por COVID-19, siendo la cebolla un alimento rico en minerales, oligoelementos y otros nutrientes (La Vanguardia, 2022).

En esa orientación, el objetivo del presente estudio fue evaluar el desempeño del biol de gallinaza, como un fertilizante alternativo para el cultivo de cebolla en Tierras Altas, Chiriquí, Panamá.

## Metodología

El estudio se desarrolló en la Estación Experimental del Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), ubicada en Cerro Punta, Distrito de Tierras Altas, Provincia de Chiriquí, Panamá (UTM: 17 P 327209, 979062, 1952 m s. n. m.), área en la que predominan suelos de tipo Andisol, con textura franco arenosa y contenido de materia orgánica entre medio y bajo (Herrera et al., 2021). El cultivar de cebolla seleccionado para la evaluación fue Gladalan Brown, por ser uno de los más económicos y que aún utilizan los productores en la localidad.

Las condiciones del ensayo fueron a campo abierto, con manejo hídrico y fitosanitario similar para todos los tratamientos. Se estableció como diseño experimental bloques completos al azar (DBCA), con cinco tratamientos y cinco repeticiones. El arreglo topológico utilizado fue el siguiente: cada parcela (unidad experimental), tuvo una dimensión de 5 m de largo por 1,5 m de ancho; dando un total de 25 parcelas. Los tratamientos utilizados fueron los siguientes:

*Peruvian Agricultural Research 5(1), 43-48, 20223*

- Biol 1. Seis aplicaciones fraccionadas por parcela, las cuales consistieron en biol de microalgas (1,2 L), urea (120 g), fosfato diamónico (120 g), abono compuesto 12-24-12 (120 g), cal agrícola (2 kg) y melaza (300 ml).
- Biol 2. Seis aplicaciones fraccionadas por parcela, las cuales consistieron en la inoculación del consorcio de microorganismos benéficos *Bacillus subtilis*, *B. thuringiensis* y *Trichoderma* sp. (600 ml), urea (120 g), gallinaza cruda (13,61 kg) fosfato diamónico (120 g), abono compuesto 12-24-12 (120 g), cal agrícola (1,2 kg) y melaza (300 ml).
- Biol 3: Seis aplicaciones fraccionadas por parcela, las cuales consistieron en la inoculación con el consorcio de microorganismos benéficos de *Bacillus subtilis*, *B. thuringiensis* y *Trichoderma* sp. (1,8 L), urea (120 g), pulidura de arroz (6,8 kg), fosfato diamónico (120 g), abono compuesto 12-24-12 (120 g) y cal agrícola (2,5 kg).
- Testigo comercial: Por parcela, primera aplicación con gallinaza cruda (13,61 kg) y cal agrícola (120 g) al inicio del cultivo, segunda

aplicación con fosfato diamónico (120 g), abono compuesto 12-24-12 (120 g) y sulfato de amonio (120 g) a los 21 días después del trasplante.

- Testigo absoluto: Sólo se realizó el trasplante sin aplicaciones de fertilizantes por parcela.

Vale señalar que se empleó gallinaza cruda en el testigo comercial, al ser la práctica frecuentemente utilizada por los productores del área. En el caso del Biol 2, la gallinaza cruda fue sometida a un proceso de fermentación por la acción de un consorcio de microorganismos descomponedores. Las cantidades utilizadas en cada biol líquido, representan la masa total de cada insumo para realizar los seis fraccionamientos de abono al cultivo. Para la aplicación de biol líquido por tratamiento, se producen 15 litros de biol más el fraccionamiento de abono correspondiente. Los tratamientos con biol fueron aplicados de forma fraccionada cada 15 días, a fin de que la masa total de cada abonamiento a realizar, sea distribuida en dos abonamientos líquidos con el biol. El ensayo tuvo una duración de tres meses en campo (Figura 1), desde el trasplante hasta la cosecha, tomando en consideración para esta última el efecto de borde para los análisis.

### Figura 1

Ensayo de fertilización con biol, IDIAP-Cerro Punta: A) Trasplante; B) Aplicación de tratamientos con bomba de mochila; C) Cultivo de cebolla Gladalan Brown antes de la cosecha. Fotos: E. Cervantes.



Las variables de estudio fueron el rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ ) y el diámetro de bulbo. Para este segundo, se estableció una clasificación para el calibre del bulbo, de la siguiente manera:

- Jumbo: > 90 mm
- Grande: 81-90 mm
- Mediano: 61-80 mm
- Pequeño: 45-60 mm

- No comercial: < 45 mm.

Los datos obtenidos fueron tabulados en el programa Microsoft Excel y analizados mediante la aplicación Social Science Statistics (2023), con la cual se realizó el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de comparación de medias de tratamiento Tukey HSD, a un nivel de significación del 5%.

## Resultados y discusión

De acuerdo con los resultados obtenidos del ensayo, hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ( $F = 10,09$ ;  $p < 0,05$ ) respecto al rendimiento total obtenido por tratamiento. Los rendimientos promedio

obtenidos fueron de  $17,22 \text{ t ha}^{-1}$  para biol de microalgas, para biol de gallinaza fue de  $17,51 \text{ t ha}^{-1}$ , para biol de pulidura de arroz fue de  $15,91 \text{ t ha}^{-1}$ , el testigo comercial rindió  $23,06 \text{ t ha}^{-1}$  y el testigo absoluto  $11,88 \text{ t ha}^{-1}$ . Para mayor detalle, en la tabla 1 se presentan los resultados de la prueba de Tukey.

**Tabla 1**

*Prueba de comparación del rendimiento promedio de cebolla ( $\text{t ha}^{-1}$ )*

Código	Tratamientos	Rendimiento promedio ( $\text{t ha}^{-1}$ )
T1	Biol 1(microalgas)	17,22 <sup>b</sup>
T2	Biol 2 (gallinaza)	17,51 <sup>b</sup>
T3	Biol 3 (pulidura de arroz)	15,91 <sup>bc</sup>
T4	Control comercial	23,06 <sup>a</sup>
T5	Control absoluto	11,88 <sup>c</sup>

Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes ( $p > 0,05$ )

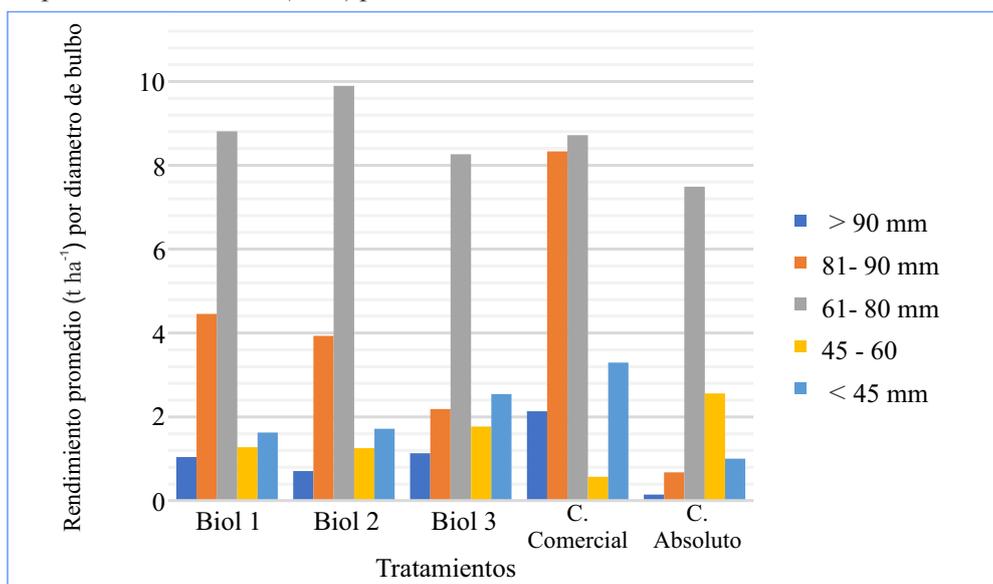
También se encontraron diferencias significativas al comparar el rendimiento de bulbos con diámetro superior a 90 mm ( $F = 3,84$ ;  $p < 0,05$ ), de 81 a 90 mm ( $F = 7,84$ ;  $p < 0,05$ ) y de 45 a 60 mm ( $F = 4,37$ ;  $p < 0,05$ ), determinando mediante la prueba de Tukey que el tratamiento T4 se diferenció significativamente del resto de tratamientos ( $p < 0,05$ ).

En el caso del rendimiento por parcela de bulbos con diámetro de 61 a 80 mm ( $F = 1,05$ ;  $p >$

$0,05$ ) y de bulbos con diámetro menor a los 45 mm ( $F = 2,29$ ;  $p > 0,05$ ), no se encontraron diferencias significativas. En la figura 2, se presenta la estimación del rendimiento promedio por hectárea para cada tamaño de bulbo, donde se aprecia que el rendimiento de cebolla de calibre mediano (61 a 80 mm de diámetro), representó más del 50% del rendimiento obtenido en los tres tratamientos con biol, mientras que para el testigo comercial fue 37,81% y para el testigo absoluto 63,05%.

**Figura 2**

*Rendimiento promedio de cebolla ( $\text{t ha}^{-1}$ ) por calibre del bulbo*



Se observó que la cebolla tratada con biol de gallinaza obtuvo un rendimiento promedio de 17,51 t ha<sup>-1</sup>, el cual se ubica en el rango del rendimiento comercial promedio entre 17 y 20 t ha<sup>-1</sup>, mencionado por Sánchez & Serrano (1994) para las condiciones de Tierras Altas. Sin embargo, de acuerdo con MIDA (2023), el rendimiento promedio de cebolla en la provincia de Chiriquí es de 650 quintales por hectárea (29,25 t ha<sup>-1</sup>), lo cual puede ser explicado por la inversión en tecnología e innovación que los productores han realizado durante los últimos años.

El tratamiento con pulidura de arroz estuvo por debajo de dicho rango, pero tuvo un comportamiento similar a los otros dos bioles en cuanto al rendimiento de bulbos medianos, siendo este tamaño el que se comercializa con mayor frecuencia (L. Jiménez, comunicación personal, 20 de julio de 2022). Adicionalmente, es factible poder enriquecer los bioles por vía sintética, además de poder desarrollar sistemas de multiplicación masiva que contribuyan con el reciclaje de materia y energía, según lo propuesto por Caballero et al. (2021).

Herrera et al. (2021) determinaron que el contenido de materia orgánica en suelos de Cerro Punta, está entre 1,34 y 4,34%; considerados de bajo a medio; este hecho enfatiza la importancia de aportar constantemente materia orgánica de calidad a los suelos hortícolas. Si bien la principal preocupación para implementar alternativas orgánicas es la reducción de costos productivos (MIDA, 2022) también se debe contemplar que estos emprendimientos deben servirle al país para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), enunciados por Naciones Unidas (2022); particularmente, el uso del biol puede contribuir de manera directa a indirecta a alcanzar al menos 12 de los 17 ODS.

La aplicación de los bioles ha sido en combinación con fertilizantes sintéticos, como parte de un plan de fertilización para el cultivo de cebolla. Esto, debido a que lo evaluado en este estudio apunta a que la fertilización requerida por los cultivos sea complementada con alternativas orgánicas, para reducir los costos de producción. Si bien esto último, junto con el aporte parcial de nutrientes a los cultivos representan los principales beneficios que brinda la utilización de abonos orgánicos, Garro (2016) menciona además que los suelos ricos en materia orgánica, favorecen la actividad de microorganismos benéficos (hongos y bacterias) que contribuyen a

proteger el estado sanitario de los cultivos frente a diversas plagas. Considerando esta afirmación y tomando como referencia lo encontrado por Herrera et al. (2021), en suelos de Cerro Punta de la mano con el uso de fertilizantes orgánicos, debe ir el uso cada vez más racional y limitado de plaguicidas sintéticos.

## Conclusiones

El biol de gallinaza incorporado en un plan de fertilización para el cultivo de cebolla en Cerro Punta, Chiriquí, Panamá, es una alternativa a considerar para depender menos del uso de fertilizantes sintéticos y contribuir con la salud del ambiente y de las personas. Esto último gana mayor importancia, al reducir posibles fuentes de contaminación y riesgo sanitario por acción de desechos orgánicos no tratados; así como la disminución de impactos nocivos al ambiente por efecto del lavado de los fertilizantes de síntesis.

## Agradecimientos

Al Dr. Arnulfo Gutiérrez, Director General del IDIAP, por el apoyo brindado en la realización del estudio. A los compañeros de la Estación Experimental del IDIAP en Cerro Punta, por su atenta colaboración. A Elmer Cervantes, por la toma de fotografías. Al Licenciado Lorenzo Jiménez (ACPTA) y al MSc. Jaime Morales Carrera (Agroecosistemas, S. A.) por atender las consultas realizadas.

## Referencias

- Atlas Big. (2020). *World's Leading Onion Producing Countries*. <https://www.atlasbig.com/en-ca/countries-by-onion-production#:text=Worldwide%2093%2C226%2C400%20tonnes%20of%20onion,219%2C071%20is%20ranked%20at%2047>.
- Caballero, M., Uribe, E., Atencio, T., Collantes, R., & Pittí, J. (2021). Biogas en el cultivo de microalgas: potencial como fuente de dióxido de carbono en fotobiorreactores. *Tecnociencia*, 23(2), 169-193. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/2273>
- Casas, S., & Guerra, L. (2020). La gallinaza, efecto en el medio ambiente y posibilidades de reutilización. *Revista De Producción Animal*, 32(3). <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e3611>

- Collantes, R., Herrera, R., Caballero, M., & Pittí, J. (2022). Indicadores de sostenibilidad en agroecosistemas hortícolas en Cerro punta, Chiriquí, Panamá. *Revista Investigaciones Agropecuarias*, 5(1), 85-92. [https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones\\_agropecuarias/article/view/3362](https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias/article/view/3362)
- Food and Organization (FAO) (2022) (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura): *Precios de alimentos que usan urea podrían subir 35% entre el 2022 y 2023*. Infobae. <https://www.infobae.com/america/peru/2022/06/07/fao-precios-de-alimentos-que-usan-urea-podrian-subir-35-entre-el-2022-y-2023>
- Frías, N. (2022). *Analistas señalan que escasez alimentaria en el mundo se incrementará*. Agencia de Noticias Panamá. <https://www.anpanama.com/11858-Analistas-senalan-que-escasez-alimentaria-en-el-mundo-se-incrementara-note.aspx>
- Garro, J. (2016). *El suelo y los abonos orgánicos*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, San José, Costa Rica. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F04-10872.pdf>
- Herrera, R., Collantes, R., Caballero, M., & Pittí, J. (2021). Caracterización de fincas hortícolas en Cerro Punta, Chiriquí, Panamá. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 23(4), 200-209. <https://dx.doi.org/10.18271/ria.2021.329>
- La Vanguardia. (2022). *Cebolla: propiedades, beneficios y valor nutricional*. <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/29211227/6498/cebolla-propiedades-beneficios-valor-nutricional.html>
- León, K., & Arguello, J. P. (2020). *Efectos de la pandemia por la COVID-19 en la nutrición y actividad física de adolescentes y jóvenes*. UNICEF. <https://www.unicef.org/lac/efectos-de-la-pandemia-por-covid-19-en-la-nutricion-y-actividad-fisica-de-adolescente-y-jovenes>
- Lindsay, O., & Weinberg, N. (2019). *Desastres Naturales en Cerro Punta: Historia e Impactos*. McGill/Smithsonian Tropical Research Institute/FUNDICCEP. [https://www.mcgil.ca/pfss/files/pfss/desastres\\_naturales\\_en\\_cerro\\_punta\\_-\\_historia\\_e\\_impactos.pdf](https://www.mcgil.ca/pfss/files/pfss/desastres_naturales_en_cerro_punta_-_historia_e_impactos.pdf)
- Ministerio de agricultura (MIDA)(2023) (Ministerio de Desarrollo Agropecuario, PA). *Aumenta producción de cebolla en Panamá*. <https://mida.gob.pa/aumenta-produccion-de-cebolla-#:text=En%20cuanto%20a%20los%20niveles,un%20excelente%20a%C3%B1o%20para%20cebolla>
- Ministerio de agricultura (MIDA)(2022) (Ministerio de Desarrollo Agropecuario, PA). *Presentan alternativas de abono orgánico para abaratar costos de producción*. <https://mida.gob.pa/presentan-alternativas-de-abono-organico-para-abaratar-costos-de-produccion/>
- Naciones Unidas. (2022). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Ortiz, R. (2012). *El cambio climático y la producción agrícola*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Unidad de Salvaguardias Ambientales (VPS/ESG), Notas Técnicas # ESG-TN-383. <https://keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/economia-Desarrollo/99.pdf>
- Rodríguez, M. (2021). *Aumento de precio de fertilizantes químicos y abonos 'asfixia' a los productores*. La Estrella de Panamá. <https://www.laesrella.com.pa/economia/211018/aumento-fertilizantes-abonos-asfixia-productores#:text=Seg%C3%B1a%20Varela%20actualmente%20el%20costo,en%20%2445%E2%80%9D%2C20denuncia%C3%B3%20Varela>
- Sánchez, E., & Serrano, C. (1994). *Manual de Producción de Cebolla en las Tierras Altas de Chiriquí*. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. <https://bdigital.binal.ac.pa/bdp/idiap/cebolla.pdf>
- Social Science Statistics (2023). *One-Way ANOVA Calculator, Including Tukey HSD*. <https://www.socscistatistics.com/test/anova/default2.aspx>