

Respuesta productiva del cultivo de papa *Solanum tuberosum* L. Var. Diacol Capiro, a la aplicación de bioestimulantes foliares

Heyder David Ramírez López - Grupo Kaikún

Resumen

En el presente estudio se evaluó la respuesta productiva del cultivo de papa *Solanum tuberosum* L. Var. Diacol Capiro. A la aplicación foliar de bioestimulantes orgánicos bajo las condiciones agroecológicas presentes en el municipio de La Unión, Oriente de Antioquia. Para lograr dicho objetivo se emplearon dos tratamientos con 10 repeticiones durante 22 semanas, Un tratamiento compuesto por un Bioestimulante orgánico que potencializa los procesos metabólicos de la planta y el otro responde al manejo convencional del cultivo en la zona. Para valorar su efecto en la producción, durante la cosecha, se seleccionaron 10 plantas al azar y se midieron número de tubérculos por planta, diámetro del tubérculo (cm) y peso del tubérculo (gr). Como resultado de la investigación no se encontró diferencias significativas en los pesos y diámetros de cada uno de los tubérculos, pero si hubo significancia estadística del número de tubérculos entre cada tratamiento $p= 4.618E-09$, a favor del Bioestimulante, el cual equivale al 18.6% más número de tubérculos.

Palabras claves: Papa, Bioestimulante orgánico, Producción, Tratamientos.

Abstrac

In the present study, the productive response of potato cultivation (*Solanum tuberosum*) variety Diacol capiro to the application of organic biostimulants under agroecological conditions of the municipality of La Unión, East of Antioquia, was evaluated. To achieve the goal, two treatments were used, treatment 1 was a biostimulant to improve the conditions of chemical applications and treatment 2 was conventional farm applications. Both were used for 22 weeks. To assess their effect on production, during harvest, 10 plants were selected at random and the number of tubers per plant, tuber diameter (cm) and tuber weight (gr) were measured. As a result of the research, no significant differences were found in the weights and diameters of each of the tubers but there was statistical significance of the

number of tubers between each treatment $p = 4,618E-09$, in favor of the biostimulant, which is equivalent to 18.6% more number of tubers.

Keywords: bioproducts, organic stimulant, production

Introducción

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) se ha convertido en una fuente de ingreso indispensable para muchos productores, por ser un producto de alta demanda en el consumo humano, contribuye en el desarrollo del sector comercial, productivo y agrícola. A nivel nacional, se cultivan alrededor de 130.000 hectáreas, de las cuales, más de 90.000 familias rurales realizan la siembra de este cultivo para su sustento (Buitrago, 2018)

En Colombia, el cultivo de papa es el cuarto cultivo más sembrado, ocupa el tercer lugar, con una producción promedio de 1.847.146 ton/año y con rendimientos de 18,2 ton/ha. Existen 90.000 productores de papa aproximadamente, clasificados en pequeños (<3 ha), medianos (3-10 ha) y grandes (>10 ha); el 85% de la producción de papa se centra en productores pequeños, solo el 5% es de grandes productores. Los principales departamentos productores son Cundinamarca 41,45%, Boyacá 27,61%, Nariño 16,86% y Antioquia 4,97% (Ibidem, 2011). No obstante, la producción de papa en Colombia presenta dificultades técnicas y ambientales por las altas aplicaciones de insumos agrícolas y fertilizantes que se requieren para obtener buenas producciones.

Los bioestimulantes son un potencial para mejorar la producción y calidad de las cosechas; estos pueden llegar a reducir el uso de fertilizantes y mejorar la resistencia de las plantas al estrés, puesto que estimulan los procesos naturales de las plantas, aprovechando la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Además, con la bioestimulación se minimiza el uso de productos químicos, ya que al reforzar las defensas de las plantas estas son más sanas y fuertes para afrontar plagas y enfermedades. Estos productos, están asociados a la nutrición, relaciones con el agua, estructura del suelo, pH, metales pesados y patógenos (Valverde et al, 2020).

Por la importancia que genera el cultivo de papa en la alimentación humana y en la economía colombiana y por los resultados positivos que tienen los bioestimulantes, el objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta productiva del cultivo de la de papa *Solanum*

tuberosum L. Var. Diacol Capiro capiro. A la aplicación de bioestimulantes orgánicos bajo condiciones agroecológicas del municipio de la Unión, Oriente de Antioquia.

Materiales y métodos

Área de estudio

El proyecto de investigación se realizó en el municipio de la Unión (Ant) en la vereda Mazorcal, ubicación geográfica latitud 5,9866°, longitud de -75,3254°, a 2.490 msnm, temperatura promedio de 18 °C, zona de bosque húmedo premontano bajo (Holdridge, 1967).

Análisis de suelos

Con el fin de conocer el estado físico y nutricional del suelo, se realizó el análisis físico químico, en el cual se midió textura, pH, materia orgánica, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico, aluminio, nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio, potasio, sodio, azufre, hierro, manganeso, cobre, zinc y boro.

Material vegetal

Se utilizó como material vegetal semilla asexual (tubérculos) de papa certificada por el ICA (Registro PAP-68-02, variedad Diacol capiro).

Preparación de terreno:

Posterior a la preparación del suelo, Se establecieron surcos a un metro y se realizó la siembra de la semilla a 30 cm entre planta, Posteriormente según el análisis de suelo. Se aplicaron 30 gramos de materia orgánica por sitio y se hizo la fertilización con 10 (N)-20 (P)-20 (K), 100 gramos por metro lineal, (Herrera Heredia, Fierro Guzmán, & Moreno Mendoza, 2000).

Diseño experimental

Para el experimento se emplearon dos tratamientos. El tratamiento 1 (S) consistió en la aplicación de un bioestimulante orgánico, producto registrado para mejorar las condiciones bioquímicas de la planta, más la fertilización convencional de la finca. El tratamiento 2 (T), fue el testigo, el cual correspondió a la aplicación de un fungicida con ingrediente activo a base chorothalonil y una cipermetrina o abamectina según la incidencia de la plaga. Ambos tratamientos se manejaron durante 22 semanas.

Para evaluar el efecto del producto se empleó un diseño estadístico completamente al azar, en un terreno de 3.492m², con características homogéneas en cuanto pendiente, tipo de suelo y topografía. Se destinó para el tratamiento 1 (S) un área de 1.602m² y para el tratamiento 2 (T) un área de 1.890 m². De cada uno de los tratamientos se seleccionaron 10 unidades experimentales (plantas) para la medición de las variables repuesta, número de tubérculos, diámetro del tubérculo (cm) y peso del tubérculo (gr), por planta.

El bioestimulante (Strong Billow K) se aplicó diluido junto con la fumigación de la parcela, se preparó la caneca de 200 litros con el fungicida, el insecticida y el producto Strong Billow K, este último se utilizó en dosis de 2,5cc/litro. Las aplicaciones se realizaron semanalmente, desde la semana 2 hasta la semana 22.

Análisis estadístico

Para comparar la eficiencia del bioestimulante y el manejo convencional sobre la producción de papa (*S. tuberosum* L Var. Diacol Capiro). Se hizo un análisis de varianza, para medir el peso, diámetro y número de los tubérculos/planta, a los 6 meses después de la siembra al momento de la cosecha, a 10 plantas por tratamiento.

Para la variable relacionada con el peso se empleó una balanza electrónica, para el caso del diámetro se empleó un pie de rey con el cual se promediaron el diámetro polar y diámetro ecuatorial para obtener el resultado final. Los supuestos de normalidad fueron corroborados con la prueba de Shapiro-Wilk y la prueba de Levene. Finalmente, se realizaron comparaciones pareadas mediante pruebas Tukey (Tukey, 1949), cuando se encontraron diferencias significativas. Todas las variables se analizaron con el software estadístico Past versión 3.20 y R-studio (Hammer, 2018).

Resultados y discusión

En la **Tabla 1** se presenta los datos del trabajo realizado donde $\mu \pm SD$ es el promedio de tubérculos de cada planta con su respectivo tratamiento, (n) representa el número de tubérculos de toda la unidad experimental, en este caso fueron 10 plantas por cada tratamiento, y finalmente el (**Rango**) hacer referencia al diámetro que tiene cada tubérculo, según Tukey, con una confiabilidad del 95%

Variable	Tratamiento	n	$\mu \pm SD$	Rango
Numero de Tubérculos (n)	T	246	$24.6 \pm 3b$	19 - 28
	S	302	$30.2 \pm 3.4a$	26 - 36
Diámetro (cm)	T	246	$6.3 \pm 1.3a$	3.2 - 10
	S	302	$6.2 \pm 1.5a$	3 - 9.6
Peso (gr)	T	246	$114.5 \pm 59.6a$	7 - 356

S	302	102.7 ± 69a	11 - 395
---	-----	-------------	----------

Promedio de tubérculos

En la tabla 2 se puede apreciar según Tukey con una confiabilidad del 95%, que el mejor tratamiento para el número de tubérculos, correspondió al bioestimulante foliar, en el cual se obtuvo 30,2 tubérculos/planta, mientras que para el tratamiento T, fue de 24.6.

Tabla 2. Número de tubérculos promedio por planta, para dos tratamientos en la producción comercial de papa variedad Diacol capiro. Letras diferentes indican significancia estadística, según Tukey test $P \leq 0.05$.

Variable	Tratamientos	N-Tubérculos	Promedio Tubérculos $\mu \pm SD$	Rango
N- de tubérculos	T	246	24.6 ± 3b	19 - 28
	S	302	30.2 ± 3.4a	26 - 36

En la Tabla 2, se observa como el tratamiento S, (con el bioestimulante) fue el que presentó la mayor producción 30.2 tubérculos por planta, el mayor promedio comparado con el tratamiento (T), que rindió 24.6 tubérculos por planta. Este estudio demuestra que la adecuada implementación de bioestimulantes genera un efecto positivo en la producción de tubérculos por planta de papa de esta variedad, alcanzando hasta un 18.6 % más de producción si se compara con las plantas tratadas bajo un esquema convencional.

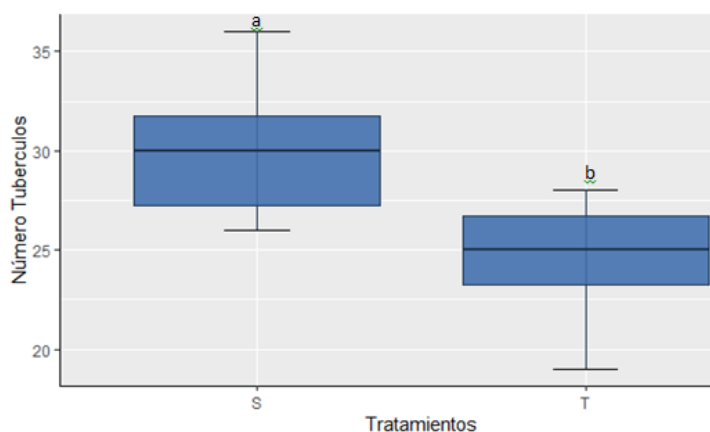


Tabla.3 . Relación entre el número de tubérculos por tratamiento. Letras diferentes indican diferencias significativas (Tukey test $P \leq 0.05$).

Resultados similares obtuvo (RAMIREZ, 2013) al evaluar el efecto de Agrostemin® a una dosis de (0,45%) en un trabajo con papa (*Solanum tuberosum L.*) con la variedad UNICA donde determinó que haciendo uso del bioestimulante las plantas producían 15,05 tubérculos mientras que con el otro tratamiento obtuvo 8,90 por planta; autores concluyeron que el uso de los bioestimulantes influye significativamente sobre el rendimiento del cultivo.

Diámetro de tubérculos

En la tabla 4, se puede observar que el diámetro de los tubérculos para los tratamientos, no presentó diferencia estadística significativa según Tukey con una confiabilidad del 95%. Para T el promedio del tubérculo fue de 6.3 ± 1.3 y 6.2 ± 1.5 para el bioestimulante foliar.

Tabla 4, promedio del diámetro en cm, para dos tratamientos en la producción comercial de papa, variedad Diacol capiro.

Variable	Tratamientos	N-Tubérculos	Diámetro Tubérculos (cm) $\mu \pm SD$	Rango (cm)
Diámetro (cm)	T	246	$6.3 \pm 1.3a$	3.2 - 10
	S	302	$6.2 \pm 1.5a$	3.0 - 9.6

En la figura 5 se muestra que no se encuentra diferencia significativa, sin embargo, si se puede observar que el tratamiento (S) obtuvo los tubérculos más homogéneos entre un promedio de 5cm y 7,2cm.

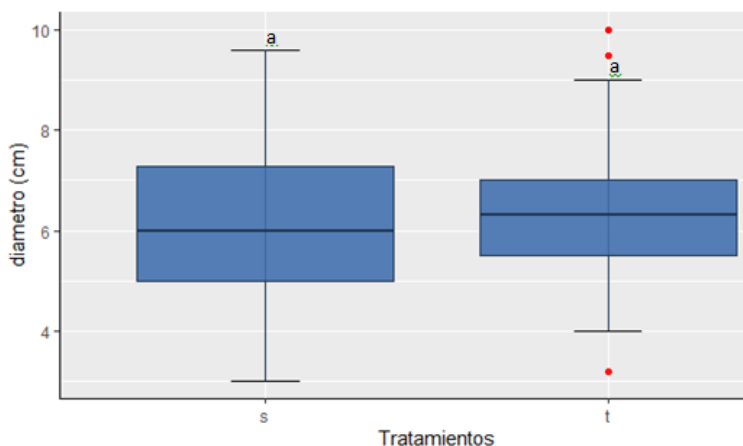


Fig. 5. Relación entre el diámetro promedio de los tubérculos de cada tratamiento. Letras diferentes indican diferencias significativas (Tukey test $P \leq 0.05$).

Sin embargo (COAYLA, 2014) encontraron resultados diferentes en una tesis titulada “Evaluación de Bioestimulantes en la producción de arveja (*Pisum sativum* L.) bajo condiciones del Sector Omo en el Valle de Moquegua.” donde evaluaron el diámetro de las vainas de arveja con la aplicación de bioestimulantes, manifiesta que con la aplicación de (Biozyme) obtuvo vainas con un diámetro de 23 mm mientras que el testigo obtuvo vainas de 18,67 mm.

Peso promedio por planta

El peso de los tubérculos es una característica muy importante ya que esta característica depende el rendimiento de cada cultivo. En la tabla 4, se muestra como en el presente trabajo no hubo diferencia estadística significativa del peso promedio por planta de los tubérculos, la media estándar de estos estuvo entre 80 y 110 cm, un peso que le permite ser categorizado como primera según la clasificación de (Rodríguez et al. 2010).

Tabla 6. Peso promedio por planta para dos tratamientos en la producción comercial de papa (*S. tuberosum* L Var. Diacol Capiro).

Variable	Tratamientos	N-Tubérculos	Peso Tubérculos	Rango (gr)
Peso (gr)	T	246	114.5 ± 59.6a	7 - 356
	S	302	102.7 ± 69a	11- 395

Según (FERNÁNDEZ, 2020) en una investigación realizada en papa variedad Yungay encontró que con la aplicación del bioestimulante aminovigor obtuvo mayor producción en cuanto al peso de tubérculos con un promedio de 46.7 gramos mientras que el tratamiento testigo obtuvo tubérculos de 22.1 en promedio.

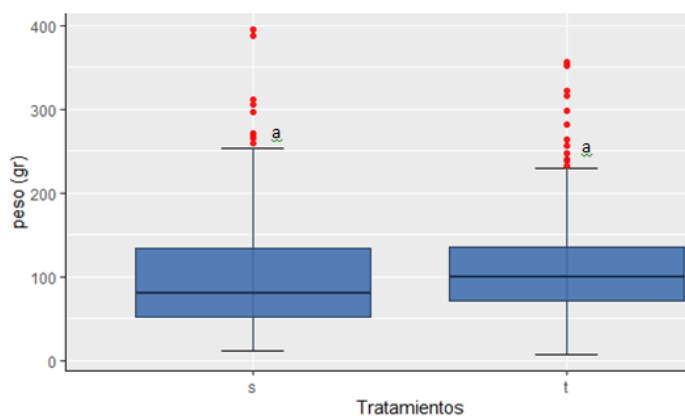


Fig. 7. Relación del peso de los tubérculos por tratamiento. Letras diferentes indican diferencias significativas (Tukey test $P \leq 0.05$).

Santamaria *et al.* (2010) en una investigación realizada en papa criolla (grupo Phureja) en el departamento de Cundinamarca, Colombia, encontraron que con la aplicación de humus de lombriz y gallinaza registro mayor peso de los tubérculos obteniendo (1228 g por planta) mientras que la producción convencional obtuvo 958.82 g por planta.

Lo anterior demuestra la eficiencia de los bioestimulantes como complemento en el manejo del cultivo de papa (*S. tuberosum* L Var. Diacol Capiro). y abre las puertas a nuevas investigaciones donde se promueva el uso de los bioestimulantes en cultivos tradicionales.

Conclusiones

-Se logro determinar que el uso del bioestimulante tiene un efecto positivo cuando se usa como complemento del manejo convencional del cultivo, aumento un 18.6% de la producción bajo las condiciones agroecológicas de este estudio.

-Para el diámetro y el peso promedio de los tubérculos por planta no se encontró diferencia significativa entre el bioestimulante y el tratamiento tradicional, sin embargo, si se observa que en el número de tubérculos por planta si tiene un efecto positivo en la producción final el bioestimulante.

Recomendaciones

- Se recomienda realizar una investigación adicional, sobre el efecto que podría tener el producto sobre la incidencia de plagas y enfermedades.

-Además, realizar el mismo trabajo en otras condiciones ambientales y así, poder determinar el efecto positivo que tiene el bioestimulante foliar en la producción agrícola.

Por otra parte, se recomienda capacitar a los productores sobre el manejo y efecto que tiene el bioestimulante en las plantas y la posible pérdida que puede ocasionar el no generar una aplicación adecuada.

Agradecimientos

¡A la universidad Católica de Oriente, nuestra alma mater!

A la facultad de Ciencias Agropecuarias. A los docentes Nelson de Jesús Montoya Pérez, Sebastián Montoya y al Grupo Kaikún por los espacios y materiales brindados durante la investigación, los cuáles fueron de gran utilidad para llegar a cabo el trabajo.

Bibliografía

- Aguila, C. (2013). Uso de bioestimulantes en la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) c.v. *Universidad Nacional de San Agustín*.
- Ancajima, A. (2016). Aplicación de bioestimulantes en el cultivo de papa en condiciones del Valle. Agraria.
- Buitrago, R. (2018). La papa: un alimento de oportunidades con opciones de comercialización. *Equidad y Desarrollo*.
- Gonzalez Ricci, F. (2015). Evaluación de dos bioestimulantes en el crecimiento y producción de papa. Universidad de Talca.
- Hammer, Ø. (2018). PAST. Paleontological Statistics. Version 3.20. PAST. Paleontological Statistics. Version 3.20. Reference Manual. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2008.05.025>
- Holdridge, L. R. (1967). Life zone ecology. In Tropical Science Center. <https://doi.org/Via10.1046/j.1365-2699.1999.00329.x>
- Ibidem. (2011). La Cadena de la papa en Colombia. Superintendencia Industria y Comercio
- Melendez , L., Hernandez, A., & Fernandez, S. (2006). Efecto de la fertilización foliar y edáfica sobre el crecimiento de plantas de maíz sometidas a exceso de humedad en el suelo. *Bioagro*.
- Minagricultura. (2019). Estrategia de ordenamiento de la producción cadena productiva de la papa y su industria. Cadenas agrícolas y forestales.
- Melendez , L., Hernandez, A., & Fernandez, S. (2006). Efecto de la fertilización foliar y edáfica sobre el crecimiento de plantas de maíz sometidas a exceso de humedad en el suelo. *Bioagro*.
- Morales, D., Torres, L., Jeres , E., Falcon , A., & Amico , J. (2015). Efecto del Quitomax en el crecimiento y rendimiento del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). La Habana.
- Santamaria, M; Montañéz, J; Sánchez, R. 2010. Evaluación de la producción limpia de papa criolla (*Solanum phureja*) en Madrid, Cundinamarca, Colombia. *Inventum* (9):8-12
- Ortiz , C., Caceres , A., & Lagos, T. (2010). Efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre el crecimiento y producción de tubérculos de papa criolla *solanum phureia* juz. Et buk) en Pasto. *Ciencias Agrícolas*.
- Quintero, E., Calero, A., Perez , Y., & Enriquez, L. (2018). Efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del frijol común. Santa Clara.
- Tukey, J. W. (1949). Comparing Individual Means in the Analysis of Variance. *Biometrics*. <https://doi.org/10.2307/3001913>
- Valverde, Y., Moreno, J., Quiroz , K., Castro , A., Garcia , W., & Ortega , G. (2020). Los bioestimulantes: Una innovación en la agricultura para el cultivo del café (*Coffea arábica* L). *Andina*.