



**DOSIS DE BIOESTIMULANTE Y DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA EN
CORRELACIÓN CON LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN
AGUAYMANTO (*Physalis peruviana* L.) †**

**[DOSES OF BIOSTIMULANT AND PLANT SPACING IN CORRELATION
WITH PRODUCTIVE PARAMETERS IN AGUAYMANTO (*Physalis
peruviana* L.)]**

**Ricardo Peña-Castillo^{1*}; Manuel Neira-Ojeda¹; Javier Javier-Alva¹;
Diego Arévalo-Valladolid¹; Roger Chanduvi-García¹; David Lindo-Seminario²;
Elvis Vera²; Mariano Calero-Merino¹; Marcos Quiroz Calderón¹
and Arturo Morales-Pizarro^{1,2}**

¹Universidad Nacional de Piura, Campus Universitario s/n. Urb. Miraflores. Piura,
Perú. Email: rpenac@unp.edu.pe

²Estación Experimental Agraria Vista Florida. Instituto Nacional de Innovación
Agraria (INIA), Carretera Chiclayo a Ferreñafe km. 8 Picsi, Chiclayo, Perú.

*Corresponding author

SUMMARY

Background: The aguaymanto has aroused great interest in both the national and international markets for its different uses: aesthetic, medicinal, nutritional and gastronomic. However, agronomic management strategies for this crop with commercial potential are unknown, resulting in low yields and profitability. **Objective:** To evaluate the effect of different doses of Biogen 1 biostimulant (Bg) and planting distances (PD) on the production and economic analysis of aguaymanto. **Methodology:** Two factors were evaluated: planting density and dose of biostimulant, resulting in 6 treatments: T1- control (250 ml Bg/200 L + 1m x 1m); T2 (250 ml Bg/200 L + 1.5m x 1.5m); T3 (500 ml Bg/200 L + 1m x 1m); T4 (500 ml Bg/200 L + 1.5m x 1.5m); T5 (750 ml Bg/200 L + 1m x 1m) and T6 (750 ml Bg/ 200 L + 1.5m x 1.5m), using a randomized complete block design. The following production parameters were evaluated: number of fruits per plant-NFP, fruit weight-FW (g), fruit diameter-FD (cm), yield per plant-YPP (kg/plant), yield per hectare-YPHA (kg ha⁻¹). **Results:** T6 had the best yields per plant; however, in the yield per hectare and in the economic analysis, T5 performed better. The correlation in NFP was positive on FD, YPP and YPHA; also, FW with respect to FD and YPP. FD was positively correlated with YPP. However, YPP presented a very weak correlation with YPHA. **Implications:** Proper use of biostimulants and planting distance increases crop yields. **Conclusion:** The T6 treatment improved the parameters evaluated per plant, and T5 improved YPHA and the B/C ratio. This positive correlation indicates the directly proportional effect between the parameters

Key words: Aguaymanto; biostimulant; spacing; doses; production.

RESUMEN

Antecedentes: El aguaymanto ha despertado un gran interés en el mercado nacional como en el internacional por sus diferentes usos en la industria estética, medicina, nutrición y gastronomía. Sin embargo, en Perú este cultivo con potencial comercial se desconocen las estrategias de manejo agronómico, resultando en bajos rendimientos y rentabilidad. **Objetivo:** Evaluar el efecto de diferentes dosis del bioestimulante Biogen 1 (Bg) y distanciamientos de siembra (DS) en la producción y en el análisis económico del aguaymanto. **Metodología:** Se evaluaron 2 factores: densidad de siembra y dosis de bioestimulante, resultando 6 tratamientos: T1- control (250 ml Bg/200 L + 1m x 1m); T2 (250 ml Bg/200 L + 1.5m x 1.5m); T3 (500 ml Bg/200 L + 1m x 1m); T4 (500 ml Bg/200 L + 1.5m x 1.5m); T5 (750 ml Bg/ 200 L + 1m x 1m) y T6 (750 ml Bg/200 L + 1.5m x 1.5m), empleando un diseño bloques completos al azar. Se evaluaron los siguientes parámetros productivos: número de frutos por planta-NFP, peso del fruto-PF (g), diámetro del fruto-DF (cm), rendimiento por planta-RPP (kg/planta) y rendimiento por hectárea-RPHA (kg ha⁻¹). **Resultados.** El T6 tuvo los mejores rendimientos por planta; sin embargo, en el rendimiento por hectárea y en el

† Submitted July 8, 2023 – Accepted November 22, 2023. <http://doi.org/10.56369/tsaes.5058>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISSN: 1870-0462.

ORCID = Ricardo Peña-Castillo: <https://orcid.org/0000-0001-9366-4962>; Manuel Neira-Ojeda: <https://orcid.org/0009-0000-1556-5627>; Javier Javier-Alva: <https://orcid.org/0000-0002-4953-8165>; Diego Arévalo-Valladolid: <https://orcid.org/0000-0001-8496-9350>; Roger Chanduvi-García: <https://orcid.org/0000-0002-6061-3007>; David Lindo-Seminario: <https://orcid.org/0000-0002-8767-5304>; Elvis Vera: <https://orcid.org/0009-0001-7588-7422>; Mariano Calero-Merino: <https://orcid.org/0000-0002-7354-4813>; Marco Quiroz-Calderón: <https://orcid.org/0000-0001-8543-8236>; Arturo Morales-Pizarro: <https://orcid.org/0000-0003-3966-6689>

análisis económico T5 tiene mejor comportamiento. En la correlación, el NFP presentó una correlación positiva sobre DF, RPP y RPHA. Asimismo, el PF con DF y RPP. El DF tuvo una correlación positiva con RPP. Sin embargo, RPP presentó una correlación muy débil con RPHA. **Implicaciones:** El uso adecuado de bioestimulantes y distancia de siembra incrementan los rendimientos del cultivo. **Conclusión:** El tratamiento T6 mejoró los parámetros evaluados por planta, además, T5 mejoró RPHA y la relación B/C. La correlación positiva indica el efecto directamente proporcional entre los parámetros.

Palabras Clave: Aguaymanto; bioestimulante; distanciamiento; dosis; producción.

INTRODUCCIÓN

El aguaymanto o también llamado uchuva, uvilla (*Physalis peruviana* L.) pertenece al orden-solanales y familia-solanaceae, es una planta silvestre cuyo origen se encuentra en los andes peruanos (Fischer *et al.*, 2014; Condori y Valencia, 2018) que se ha hecho famosa en los últimos años por sus propiedades nutritivas, siendo rico en vitamina C, antioxidantes y minerales como el hierro y el calcio; uso en la medicina para el tratamiento de diabetes, cáncer de mama, y en la gastronomía por su sabor agridulce, que lo hace apto para el consumo en fresco y un ingrediente ideal en diversos postres (Condori y Valencia, 2018; Ramírez y Muñoz, 2021). Colombia, es considerada el principal país productor de aguaymanto, con una producción de 16377 toneladas (t), seguido de Perú con 1607 t y Ecuador con 1065 t. En el Perú, este cultivo se desarrolla principalmente en las zonas alto andinas, en los departamentos: “Amazonas, Apurímac, Ancash, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Cuzco, Huánuco”. Asimismo, Huánuco es el principal productor del país con 1573 t cuya producción es orgánica (Sierra y Selva exportadora, 2021). El 2019, los principales mercados de destino fueron: Japón con 43.44%, Corea del Sur con 21.05%, Estados Unidos con 11.13%, México con 10.57% y España con 4.72% (Agraria, 2020). Sin embargo, el conocimiento y distribución del cultivo en el Perú aún es nuevo, debido a su reciente enfoque comercial, y el escaso conocimiento sobre su manejo agronómico dando como resultado una baja producción a nivel nacional con promedio 7 t ha⁻¹ (Agraria, 2020). A pesar de su popularidad y creciente demanda en América Latina, Asia y Europa, la producción de aguaymanto en el Perú enfrenta diversos desafíos como: el manejo agronómico del cultivo, variedades de interés comercial, entre otros. Cabe mencionar que la producción de aguaymanto, es una fuente importante de ingresos económicos en pequeños agricultores; asimismo, contribuye en la diversificación de la agricultura familiar.

Los arbustos de aguaymanto son resistentes a enfermedades y plagas, lo que hace posible una producción sostenible sin el uso constante de plaguicidas; además, es un cultivo de maduración temprana, lo que permite producir varios ciclos de cosecha en el mismo año (Fischer *et al.*, 2014).

Los ecotipos de aguaymanto son accesiones locales que se han adaptado a las diferentes condiciones

climáticas y ambientales (Dostert *et al.*, 2013). Estos ecotipos son el resultado de la selección natural y la domesticación por parte de las comunidades locales a lo largo de siglos. Cada ecotipo de aguaymanto tiene características distintas en tamaño, sabor, textura y madurez, que los hacen únicos y aptos para diferentes usos y mercados. Además, son valiosos para la investigación y el desarrollo de nuevas variedades con características específicas, como mayor resistencia a enfermedades y adaptación al cambio climático (Fischer *et al.*, 2014; Carbajal, 2018).

Por otro lado, los bioestimulantes son usados actualmente en la agricultura para mejorar positivamente la producción y la calidad del cultivo, aumentando la resistencia de las plantas al estrés de origen biótico o abiótico, estimulando la fotosíntesis y la absorción de nutrientes (Bulgari *et al.*, 2019; Chanduvi-García *et al.*, 2023; Galecio-Julca *et al.*, 2023). Además, los bioestimulantes son una alternativa amigable, inocua y sostenible con el medio ambiente y ser humano en la producción de alimentos sanos frente a los químicos convencionales.

El distanciamiento de siembra es un “factor importante en el manejo del cultivo de aguaymanto” permitiendo mejorar el crecimiento y desarrollo del cultivo; además, proporciona una mayor exposición de la hoja a la luz, mejorando la actividad fotosintética, reduciendo el ataque de plagas y enfermedades, mejorando la calidad y producción del cultivo (Panayotov y Popova, 2014; Bulgari *et al.*, 2019). En el Perú, las distancias de siembra de aguaymanto varían en función de la topografía, fertilidad del suelo. En zonas planas se siembra bajo sistema de tutorado y podas, la distancia de siembra es 2.0m x 2.5m entre plantas y entre surcos, y en zonas sin poda 1.5m x 2.0m, y en zonas de ladera 1.5m x 2.0m o 1.5m x 1.5m (IDMA, 2016): en Brasil se recomiendan siembras entre 1.0m x 3.0m (Muniz *et al.* 2014), y en Colombia 1.0m x 2.0 m (Ramírez *et al.* 2013). En este sentido, el objetivo que se planteó fue “evaluar el efecto de la aplicación de diferentes dosis del bioestimulante comercial Biogen I y distanciamientos de siembra en la producción y en el análisis económico del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) ecotipo Celendín”, cuya información generada será un gran aporte en el manejo del cultivo especialmente en la región Piura en donde se siembra este ecotipo por su gran adaptabilidad a la zona y buenos rendimientos,

siendo frecuentemente tratado con aplicaciones foliares del bioestimulante Biogen.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio

La investigación se realizó durante los meses de setiembre del 2021 a mayo del 2022 en la parcela experimental ubicada en el “distrito Canchaque-provincia de Huancabamba, departamento de Piura-Perú”, con coordenadas 5° 22' 2'' N y 79° 36' 24'' W a 1199 msnm, con una temperatura promedio de 17.74°C, humedad relativa de 67.18% y una precipitación de 1.86 mm.

Análisis físico-químico del suelo

Se realizó el análisis de suelo en el “Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura-UNP”, cuyos resultados indicaron un suelo con una textura franco arcillosa (A-34%, L-37% y Ar-28%), con un pH 6.56 (ligeramente ácido), conductividad 0.34 dS/m (nivel bajo), materia orgánica 1.66% (nivel bajo), capacidad de intercambio catiónico CIC 17.13 (media), contenido medio de fósforo (9 ppm) y bajo en potasio (180 ppm).

Establecimiento y manejo agronómico del experimento

Se preparó el terreno con una labranza convencional realizando: arado, surcado, limpieza de drenes y ahoyado (30cm x 30cm x 30cm) para la siembra de las plántulas de 2 meses de edad. Se usó un sistema de “riego por gravedad”, con una frecuencia de riego cada 14 días, el control de arvenses y podas se realizaron de forma manual. Los tratamientos se aplicaron a los 40 días después del trasplante (ddt) y el segundo durante la floración.

Tratamientos y diseño experimental

Se evaluaron 2 factores: densidad de siembra y dosis de bioestimulante “Biogen 1 (Bg)” (aminoácidos activos 5.89%, nitrógeno 0.94%, fósforo 1.03, potasio 0.85, Biogen Agro S.A.C., Jr. Helio 5658, Urb. Industrial Infantas, Los Olivos. Lima, Perú). La densidad de siembra tuvo 2 niveles: 1m x 1m (10 000 plantas ha⁻¹) y 1.5m x 1.5m (4 444 plantas ha⁻¹); mientras que la dosis de bioestimulante tuvo 3 niveles: 250, 500 y 750 ml/200 L. En base a los factores se establecieron 6 tratamientos: T1 (250 ml/200 L + 1m x 1m); T2 (250 ml/200 L + 1.5m x 1.5m); T3 (500 ml/200 L + 1m x 1m); T4 (500 ml/200 L + 1.5m x 1.5m); T5 (750 ml/200 L + 1m x 1m) y T6 (750 ml/200 L + 1.5m x 1.5m), siendo T1 el tratamiento testigo (distancia de siembra empleada por los agricultores de la zona).

Para este estudio se trabajó con un DBCA (diseño en bloques completos al azar) con un arreglo factorial 2x3 con 3 repeticiones; generándose 6 combinaciones en función a 2 densidades de siembra y 3 dosis de bioestimulante, generando un total de 18 unidades o parcelas experimentales, cada UE presentó un área de 27 m². En la unidad de análisis se seleccionaron 4 plantas por UE evaluando los parámetros: número de frutos por planta-NFP, peso del fruto-PF (g), diámetro del fruto-DF (cm), rendimiento por planta-RPP (kg/planta), rendimiento por hectárea RPHA-(kg ha⁻¹).

Análisis estadístico

Se realizó el análisis de Varianza (ANVA), así como la “comparación múltiple de medias de Tukey” (p-value ≤ 0.05). Los datos se analizaron mediante los softwares estadísticos “SPSS (versión 25) (IBM SPSS Statistics 2017) y R-Studio (versión 3.12) (R Core Team, 2020)”, determinando “las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk y la correlación de Pearson”. El ANVA fue complementado con el análisis multivariado de componentes principales (ACP) representado mediante la Figura biplot (Reyes-Pérez *et al.*, 2019), estableciendo una relación entre los parámetros y los tratamientos.

Análisis económico

Se evaluó el análisis económico de la investigación mediante la rentabilidad del cultivo (Samuelson y Nordhaus, 2009) con la fórmula: $C=Pa \times A$; C “costos de producción” y Pa “precio de la actividad”, y A “actividad”; $I=P \times R$: I “ingresos totales”, P “precio del producto”, y R “rendimiento del cultivo”; $U=I-C$; U “utilidad”. Además, se obtuvo la rentabilidad del cultivo con la relación “beneficio/costo”: $U/C=I/C$ (Díaz-Franco *et al.*, 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de frutos por planta-NFP

En la Tabla 1, el NFP no presenta diferencias significativas entre los bloques, pero sí entre los tratamientos. Los resultados indican que el NFP oscila entre 199.67 a 392.33 frutos/planta, donde el tratamiento T6 con 392 frutos/planta superó significativamente a los demás tratamientos. Los tratamientos T5 con 305 frutos/planta y T4 con 300 frutos/planta se comportan estadísticamente igual; seguido de T3 con 264 frutos/planta, T2 con 239 frutos/planta y el tratamiento testigo (T1) obtuvo el valor más bajo con 199 frutos/planta (Tabla 2). Los resultados del estudio coinciden con los obtenidos por Vásquez-Rojas (2020) con la aplicación foliar de calcio y boro (500 y 1000 ppm de CaO-óxido de calcio, y 33 y 67 ppm B₂O₃-óxido de boro) en aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) cuyos valores promedio se

encuentran entre 367.31 y 397.50 frutos/ planta, indicando que el número de frutos es proporcional al aumento de la dosis aplicada. Por otra parte, Peña *et al.* (2021) mencionan que el ecotipo Celendín produce 431.55 frutos planta⁻¹ y el ecotipo San pablo con 362 frutos planta⁻¹ sembrados a 2m x 1.8m. Asimismo, Panayotov y Popova (2014) indican que las condiciones de siembra y la disposición de luz solar mejora la actividad fotosintética de las plantas estimulando el desarrollo de brotes laterales, flores, frutos mejorando la producción del cultivo.

Tabla 1. Análisis de varianza para NFP (número de frutos por planta), DF (diámetro de fruto), (PF) peso de fruto, RPP (rendimiento por planta) y RPHA (rendimiento por hectárea).

Parámetro	Fuentes	GL	CM	SIGN.
NFP	Bloques	2	45.0556	NS
	Tratamientos	5	13178.3222	**
DF	Bloques	2	0.0065	NS
	Tratamientos	5	2.0175	**
PF	Bloques	2	0.0048	**
	Tratamientos	5	9.0201	**
RPP	Bloques	2	0.0032	*
	Tratamientos	5	2.495	**
RPHA	Bloques	2	160808.62	NS
	Tratamientos	5	34782108.46	**

** altamente significativo; * significativo; NS: significativa

Diámetro de fruto DF (cm)

Para el DF, el análisis de varianza indicó una alta significación estadística para los tratamientos en estudio; mientras que para los bloques no existió diferencia significativa (Tabla 1). Los resultados mostrados en la Tabla 2 presentan un rango de diámetro de fruto entre 3.8 a 6.2 cm, mostrando que el tratamiento T6 con 6.2 cm superó significativamente los demás tratamientos, seguido de los tratamientos T5 y T4, con 5.54 y 5.45 cm respectivamente, quienes no presentaron diferencias significativas, siendo estadísticamente superior al testigo T1 con 3.8 cm. Estos resultados difieren a los obtenidos por Vásquez (2020) quienes registraron valores entre 1.97 a 2.09 cm en el DF, sin diferencias significativas entre los tratamientos foliares a base de calcio y boro al incrementar la dosis. Peña *et al.* (2021) indicaron en su investigación que el ecotipo Celendín presentó un diámetro ecuatorial promedio de 2.15 cm. Rosa *et al.* (2021) registraron 1.71 cm de diámetro de frutos de aguaymanto nativos procedentes de cusco (región andina central). Antúñez-Ocampo *et al.* (2014) aseguran que una mayor disponibilidad y uso de nutrientes incrementa el crecimiento de los frutos. Asimismo, se han identificado microorganismos nativos capaces de producir fitohormonas e

incrementar en 40% la longitud del brote y la biomasa respecto al testigo (Morales-Pizarro *et al.*, 2022).

Peso de fruto PF (g) y rendimiento por planta RPP (kg/planta)

Se presenta una diferencia significativa entre los tratamientos y los bloques de ambos parámetros (Tabla 1). El peso de fruto estuvo entre un rango de 4.85 a 8.97g/fruto, donde el tratamiento T6 presentó el mayor valor con 8.97 g/ fruto, mientras que T1 presentó el valor más bajo con 4.85 g/fruto (Tabla 2). En cuanto al rendimiento por planta RPP T6 con 3.52 kg/planta presentó el mayor valor, siendo significativamente superior a los demás tratamientos (Tabla 2), seguido de T4 con 2.38 kg/planta y estadísticamente superior al testigo con 0.97 kg/planta. Peña *et al.* (2021) registraron un peso promedio del fruto con 6.08 g/fruto de aguaymanto ecotipo Celendín, pero difieren con Rosa *et al.* (2021) quienes registraron un valor de 3.25 g/fruto. La investigación realizada por Quevedo *et al.* (2015) mencionan que “el sistema de tutorado en chiquero” combinado con una distancia de siembra 2m x 2m (4 m²) incrementa el rendimiento y la calidad del cultivo registrando un peso de fruto de 5.34 g/fruto.

Los valores obtenidos en este estudio superan a los mencionados por Quevedo *et al.* (2015) quienes registraron valores entre 341.5 a 574.50 g por planta. Sus resultados indican que el mejor rendimiento por planta lo obtuvo el tratamiento con un distanciamiento de 1m x 2m (2 m²) con un sistema de tutorado en chiquero. Los autores sugieren que este distanciamiento permite un mejor crecimiento y desarrollo del cultivo; asimismo, mejora la aireación y la entrada de luz en el cultivo obteniendo un mayor rendimiento. Del mismo modo, Aguilar-Carpio *et al.* (2018) registran un peso de fruta con y sin cáliz de 138.5 g y 130.5 g de fruta por planta, respectivamente. Los autores afirman que el mayor peso de fruto se obtuvo con la mayor concentración de nutrientes. Esto probablemente se deba al incremento de carbohidratos en el fruto se ve influenciado directamente por un aumento de nutrientes suministrados al cultivo (Gastelum-Osorio *et al.*, 2013). Nuestros resultados superan a los obtenidos por Álvarez-Herrera *et al.* (2021) en Colombia, quienes reportaron una producción promedio de 208.2 g por planta bajo condiciones de invernadero. Los autores indican que la baja productividad fue ocasionada por las altas temperaturas que en promedio eran 32 °C, respecto al ambiente exterior donde se registró una media de 35 °C; las cuales superan la temperatura óptima y afectaron de forma negativa, además de la floración, el número y cuajado de los frutos (Fischer y Melgarejo, 2020).

Rendimiento por hectárea RPHA (kg ha⁻¹)

En la Tabla 1, en el RPHA se encontró que el ANVA mostró diferencias significativas para tratamientos, pero no para bloques. En la Tabla 3 se muestra que T5 y T6 con 16.17 t ha⁻¹ y 15.64 t ha⁻¹ respectivamente, no presentaron diferencias significativas, siendo estadísticamente superiores a T1 (testigo) con 9.68 t ha⁻¹. Los resultados coinciden con Peña *et al.* (2021) quienes obtuvieron un rendimiento de 7.33 t ha⁻¹ para el ecotipo Celendín. Según los autores del estudio, el rendimiento está condicionado por muchos factores ambientales y manejo del cultivo. Sin embargo, difieren a los obtenidos por Miranda (2004), quien reportó valores comprendidos entre 15 a 28 t ha⁻¹. El estudio realizado por Quevedo *et al.* (2015) en Colombia, evidenció diferencias significativas en cuanto al rendimiento frente a los sistemas de conducción "V" invertido, vertical y triangular, donde el mayor rendimiento lo obtuvo el sistema tipo espaldera, con rendimientos máximos entre 27.7 t ha⁻¹ a 25.78 t ha⁻¹ con un distanciamiento de 1 m x 2 m. Los resultados indican que el rendimiento por hectárea es proporcional con el NR (número de ramas), lo que sugiere que el sistema de conducción en espaldera combinado con una distancia de siembra 1m x 2m, permitió una mejor distribución de la luz incidente sobre las ramas bien estructuradas mejorando su desarrollo de las mismas, mayor altura de las plantas, más número de ramas, flores, frutos totales y niveles

productivos comercializables. Leghari *et al.* (2016) afirman que las dosis óptimas de nitrógeno en función a los requerimientos nutricionales de la plantación incrementan la tasa fotosintética y producción de biomasa total, por tanto, mejora el rendimiento del cultivo.

Quevedo *et al.* (2015) indican que el índice de área foliar - IAF se correlaciona positivamente con la producción siendo mayor cuando este presenta un distanciamiento de 1x1 m comparados con un distanciamiento de 1m x 2m y 1m x 3m.

Análisis de correlación cuantitativa

En la Figura 1, se observan correlaciones positivas altamente significativas ($p \leq 0.001$) entre los parámetros evaluados. El NFP tuvo una "correlación altamente positiva" con DF ($r = 0.90$; $p \leq 0.001$), RPP ($r = 0.91$; $p \leq 0.001$) y RPHA ($r = 0.73$; $p \leq 0.001$) mostrando que el NFP determina el DF, RPP y RPHA. El PF se correlacionó positivamente con DF ($r = 0.77$; $p \leq 0.001$) y RPP ($r = 0.92$; $p \leq 0.001$) indicando que el DF y RPP son determinados por PF. El DF obtuvo una "correlación positiva" con RPP ($r = 0.86$; $p \leq 0.001$) demostrando que el RPP es determinado por el DF. Por otro lado, el RPP tuvo una correlación muy débil con RPHA ($r = 0.40$; $p \leq 0.05$) lo que indica que un mayor RPP no indica un mayor RPHA.

Tabla 2. Parámetros cuantitativos de aguaymanto ecotipo Celendín. Sector la Esperanza, Canchaque, Piura 2022.

Tratamiento	NFP	DF (cm)	PF (g)	RPP (kg/planta)	RPHA (t ha ⁻¹)
T1	199.67 ± 5.13e	3.80 ± 0.03e	4.85 ± 0.03f	0.97 ± 0.03f	9.68 ± 0.25d
T2	239.33 ± 5.03d	5.23 ± 0.02c	7.24 ± 0.05c	1.73 ± 0.05c	7.69 ± 0.19e
T3	264.67 ± 9.01c	4.71 ± 0.03d	5.02 ± 0.04e	1.33 ± 0.06e	13.28 ± 0.55b
T4	300.67 ± 3.05b	5.45 ± 0.07bc	7.92 ± 0.01b	2.38 ± 0.03b	10.58 ± 0.12c
T5	305.67 ± 2.30b	5.54 ± 0.20b	5.29 ± 0.02d	1.62 ± 0.05d	16.17 ± 0.08a
T6	392.33 ± 1.52a	6.20 ± 0.02a	8.97 ± 0.03 ^a	3.52 ± 0.01a	15.64 ± 0.05a
CV (%)	21.99	15.01	24.88	44.52	26.34

Comparación múltiple de medias media de Tukey $p < 0.05$; CV: coeficiente de variación.

Tabla 3. Análisis económico del cultivo de aguaymanto en función a la dosis de bioestimulante y distanciamiento de siembra.

Tratamiento	RPHA (t ha ⁻¹)	C (\$)	VBP (\$)	Utilidad (\$)	B/C
T1	9.68	1255.90	4988.62	3732.72	2.97
T2	7.69	1273.64	3965.27	2691.63	2.11
T3	13.28	1271.06	6841.00	5569.95	4.38
T4	10.58	1288.79	5451.59	4162.80	3.23
T5	16.16	1286.21	8329.74	7043.53	5.48
T6	15.64	1303.94	8056.66	6752.72	5.18

Rendimiento por hectárea (RPHA), costos de producción (C), valor bruto de la producción (VBP) y relación beneficio/costo (B/C)

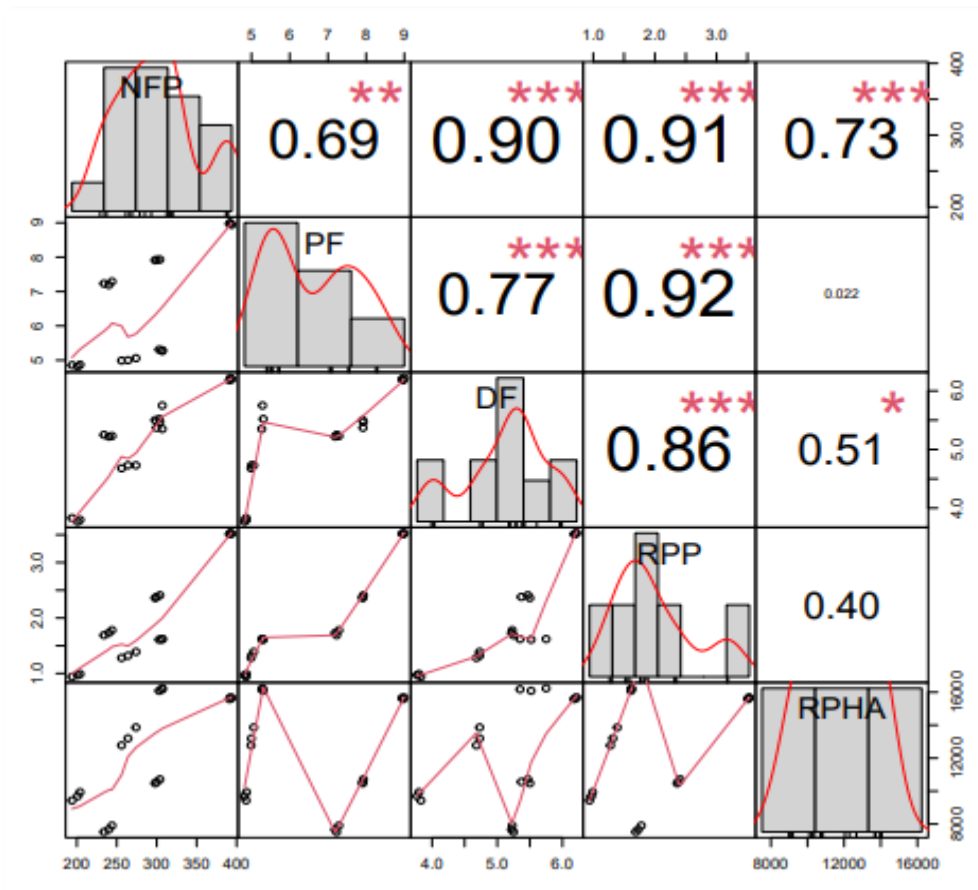


Figura 1. Análisis de correlación “Pearson” entre los parámetros cuantitativos “número de frutos por planta NFP, peso del fruto PF, diámetro del fruto DF, rendimiento por planta RPP, rendimiento por hectárea RPHA”. * $P \leq 0.05$ -débil diferencia significativa; ** $p \leq 0.01$ -moderada diferencia significativa; *** $p \leq 0.001$ -fuerte diferencia significativa; $p > 0.05$ -ns-no significativa.

Análisis multivariado de componentes principales (ACP)

El ACP, logró formar dos nuevas componentes principales CP; CP I (75.70%) y CP II (21.30%) explicando el 97% de la variabilidad total. Por otro lado, de acuerdo a su grado de interacción entre los parámetros se obtuvieron tres cluster plot (grupos) de las variables y tratamientos. El primer cluster agrupando RPP, DF, NFP correspondiente CP I; el segundo cluster agrupó PF y el tercer cluster RPHA correspondiente al CP II facilitando de esta manera los resultados para la toma de decisiones (Figura 2).

Rentabilidad

El análisis económico evidenció una mayor relación beneficio/costo con los tratamientos T5 y T6 cuyos

valores fueron 5.48 y 4.18, respectivamente. Seguimiento de T3 con 4.38 siendo superior a T1 (testigo) presentando una relación beneficio/costo de 2.97 (Tabla 3). El estudio económico realizado por Peña *et al.* (2021) reportó una relación B/C de 3.68 con una utilidad de \$ USD de 3496.80 por hectárea.

El tratamiento T6 (750 ml Bg/ 200 L + 1.5m x 1.5m) obtuvo los mejores resultados en los parámetros evaluados; sin embargo, T5 presenta los mayores valores en el RPHA, VBP y B/C demostrando de esta manera que el aguaymanto responde positivamente a una mayor dosis del bioestimulante. Además, NFP presentó una correlación positiva sobre DF, RPP, y RPHA. Asimismo, el PF con DF y RPP. El DF con RPP tuvo una correlación positiva. Sin embargo, RPP presentó una correlación muy débil con RPHA lo cual indica que un mayor RPP no implica un mayor RPHA.

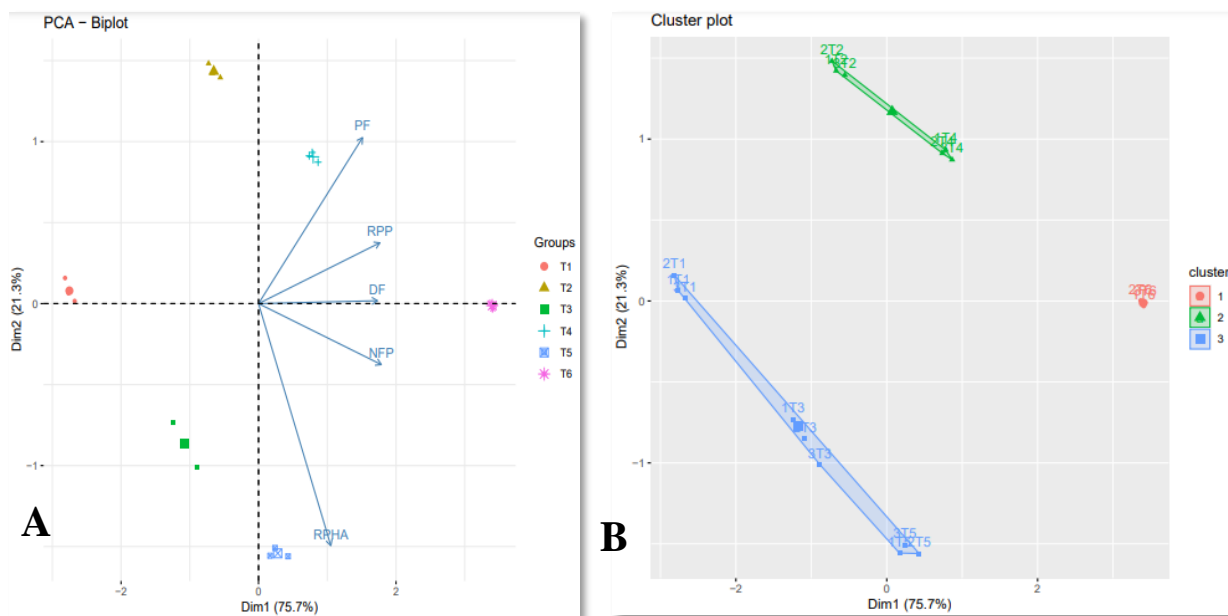


Figura 2. A) Análisis de componentes principales “ACP” y parámetros evaluados en el estudio; B) gráficos Cluster plot

CONCLUSIONES

En conclusión, la mayor dosis del bioestimulante y distanciamiento de siembra incrementó el rendimiento y la calidad del fruto. Sin embargo, el rendimiento y la relación B/C fueron más altos a mayor dosis y menor distanciamiento. Por otro lado, el NFP presentó una correlación positiva con DF, RPP, y RPHA. Asimismo, el PF con DF y RPP. El DF con RPP tuvo una correlación positiva. Sin embargo, RPP presentó una correlación muy débil con RPHA lo cual indica que un mayor RPP no indica un mayor RPHA.

Funding. All authors declare not having received any funding in the development of our research.

Conflict of interest. All authors declare not having any conflict of interest in this article that has affected the performance of the same.

Compliance with ethical standards. Do not apply

Data availability. Data is available with the corresponding author upon reasonable request.

Author contribution statement (CRediT). R. Peña-Castillo - Conceptualization, methodology., M. Neira-Ojeda- Methodology, Supervision., J. Javier-Alva - Data Curation, Editing., D. Arévalo-Valladolid- Writing – review & editing, editing., R. Chanduvi-García - Methodology., D. Lindo Seminario - Data curation, Supervision., E. Vera - Data curation, Writing – review & editing., M. Calero-Merino - Conceptualization, methodology., M.

Quiroz-Calderón - Data Curation, Formal analysis., A. Morales-Pizarro - Formal analysis, Conceptualization, Writing – review & editing

REFERENCIAS

- Agraria.pe, 2020. En diciembre de 2019, exportación de aguaymanto saltó a 6.2 toneladas. Agraria.pe Agencia Agraria de Noticias. <https://agraria.pe/noticias/en-diciembre-de-2019-exportacion-de-aguaymanto-salto-a-6-2-t-20848#:~:text=%C3%97-.En%20diciembre%20de%202019%2C%20e xpportaci%C3%B3n%20de%20aguaymanto%20salt%C3%B3%20a%206.2,2018%2C%20seg%C3%BAAn%20resalta%20Fresh%20Frui t>
- Aguilar-Carpio, C., Juárez-López, P., Campos-Aguilar, I. H., Alia-Tejacal I., Sandoval-Villa, M. and López-Martínez, V., 2018. Análisis de crecimiento y rendimiento de uchuva (*Physalis peruviana* L.) cultivada en hidroponía e invernadero. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 24(3), pp. 191-202. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2017.07.024>
- Álvarez-Herrera, J., Fischer, G. and Vélez, J. E., 2021. Análisis de la producción de uchuva (*Physalis peruviana* L.) durante el ciclo de cosechas en invernadero con diferentes láminas de riego. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*,

- 45(174), pp. 109–121.
<https://doi.org/10.18257/raccefyn.1239>
- Antúñez-Ocampo, O. M., Sandoval-Villa, M., Aicántar-González, G. and Solís-Martínez, M., 2014. Aplicación de amonio y nitrato en plantas de *Physalis peruviana* L. *Agrociencia*, 48 (8), pp. 805-817.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952014000800004&script=sci_arttext
- Bulgari, F.G. and Ferrante, A., 2019. Biostimulants Application in Horticultural Crops under Abiotic Stress Conditions. *Agronomy*, 9(6), pp. 1-30.
<https://doi.org/10.3390/agronomy9060306>
- Carbajal, Y. N., 2018. Caracterización citogenética de tres ecotipos de *Physalis peruviana* “Aguaymanto” provenientes del departamento de Cajamarca: Diversidad y evolución. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/7692>
- Condori, D. P. C. and Valencia, M. R. E. V., 2018. Impacto de la Poliploidia en *Physalis peruviana* L. en condiciones in vitro. *Veritas*, 19(1), pp. 49-54.
<https://doi.org/10.35286/veritas.v19i1.165>
- Chanduvi-García, R., Sandoval-Panta, M. A., Peña-Castillo, R., Alva, J. J., Álvarez, L. Á., Quiroz-Calderón, M. V., and Morales-Pizarro, D. A. (2023). Biofertilizante y su Correlación entre Parámetros Productivos y de Calidad en Limón Sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle). *Terra Latinoamericana*, 41, pp. 1-9.
<https://doi.org/10.28940/terra.v41i0.1685>
- Díaz-Franco, A., Alvarado-Carrillo, M., Alejandro-Allende, F. and Ortiz-Chairez F. E., 2017. Uso de abono orgánico y micorriza arbuscular en la producción de repollo. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 16(1), pp. 15-21.
<http://dx.doi.org/10.5154/r.rchsza.2017.02.003>
- Dostert N., Roque J., Brokamp G., Cano A., La Torre M., Weigend M. and Flores D., 2013. Seven vascular plants species used in Perú. *Factsheet botanical*, 20(2), pp. 359-432.
<http://doi.org/10.5154/r.rchsza.2017.02.003>
- Fischer, G. and Melgarejo, L., 2020. The ecophysiology of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.)-an Andean fruit crop. A review. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 14(1), pp. 76-89.
<https://doi.org/10.17584/rcch.2020v14i1.10893>
- Fischer, G., Almanza-Merchán, P.J. and Miranda, D., 2014. Importancia y cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36, pp. 01-15.
<https://doi.org/10.1590/0100-2945-441/13>
- Galecio-Julca, M., Neira-Ojeda, M., Chanduvi-García, R., Peña-Castillo, R., Álvarez-Bernaola, L. A., Granda-Wong C., ... and Morales-Pizarro A., 2023. Efecto de los microorganismos eficientes nativos y compost en tres pisos altitudinales en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*) variedad INIA 415-Pasankalla. *Terra Latinoamericana*, 41 (1).
<http://www.doi.org/10.28940/TERRA.V4110.1622>
- Gastelum-Osorio, D. A., Sandoval-Villa, M., Trejo-López, C. and Castro-Brindis, R., 2013. Fuerza iónica de la solución nutritiva y densidad de plantación sobre la producción y calidad de frutos de *Physalis peruviana* L. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 19 (2), pp. 197-210.
<https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2012.01.002>
- IBM SPSS Statistics, 2017. Statistical Package for the Social Sciences User's Guide. version 25. Armonk, NY, USA: IBM Corp.
- IMDA, 2016. Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente. Manual técnico de producción agro ecológica de aguaymanto.
<https://idmaperu.org/wp-content/uploads/2023/03/Manual-Prod-Agroecologica-Aguaymanto-IDMA.pdf>
- Leghari, S. J., Wahocho, N. A., Laghari, G.M., Laghari, A. H., Bhabhan, G. M., Talpur, K. H., Bhutto, T. A., Wahocho, S. A. and Lashari, A. A., 2016. Role of nitrogen for plant growth and development: A review. *Advances in Environmental Biology*, 10 (9), pp. 209-218.
<https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA472372583&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=19950756&p=AONE&sw=w&userGroupName=anon%7Ee999d9b5&aty=open+web+entry>
- Miranda, D., 2004. Informes de visitas de asesoría técnica a fincas productoras de uchuva (*P.*

- peruviana* L.) en la Sabana de Bogotá y Antioquia. Facultad de Agronomía, U. N. Colombia, Bogotá D.C. 35p.
- Morales-Pizarro, A., Javier, J. and Álvarez, L. A., 2022. In vivo control of *Phaeoacremonium parasiticum* with native antagonists *Bacillus*, *Trichoderma* and actinomycetes and their growth promoting effect in grapevine. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25(3). <http://dx.doi.org/10.56369/tsaes.4232>
- Muniz, J., Kretzschmar, A.A., Rufato, L., Pelizza, T. R., Marchi, T., Duarte, A. E., and Garanhani, F., 2011. Sistemas de condução para o cultivo de *Physalis* no planalto catarinense. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33, pp. 830-838. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011005000083>
- Peña R., Galecio M. and Guerrero J., 2021. Producción, calidad y rentabilidad de tres ecotipos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.). *Manglar*, 18(3), pp. 231-238. <http://dx.doi.org/10.17268/manglar.2021.030>
- Panayotov N. and Popova A., 2014. Vegetative and productive behaviors of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.), grown by direct sowing outside under conditions of Bulgaria. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(Özel Sayı-1), pp. 1141-1146. <https://dergipark.org.tr/en/pub/turkjans/issue/13310/160880>
- Quevedo E., Sánchez O., Veloza C. E, Agromil-Bioest and Báez P. I., 2015. Efecto del tutorado y distancias de siembra sobre el rendimiento de *Physalis peruviana* L. *Revista Udca Actualidad & Divulgacion Cientifica*, 18(1), pp. 91-99. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-42262015000100011&script=sci_arttext
- Ramírez, F., Fischer, G., Davenport, T.L., Pinzón, J.C.A., and Ulrichs, C., 2013. Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) phenological according to the BBCH phenological scale. *Scientia Horticulturae*, 162, pp. 39-42. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.07.033>
- Ramírez, M. S and Muñoz, S. V. O., 2021. Obtención de una bebida alcohólica a partir de aguaymanto (*Physalis peruviana*) proveniente de Amazonas-Perú. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 2(3), pp. 73-80. <https://doi.org/10.25127/ucni.v2i3.606>
- R Core Team, 2020. R. A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- Reyes-Pérez, J. J., Enríquez-Acosta, E. A., Ramírez-Arrebato, M. Á., Rodríguez-Pedroso, A. T. and Rivero M., 2019. Respuesta de plántulas de cultivares de tomate a la aplicación de quitosano. *Centro Agrícola*, 46(4), pp. 21-29. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-57852019000400021&script=sci_arttext
- Rosa, O. L., José, A., Augusto Elías-Peñañiel, C. C., Contreras-López, E., Arias-Arroyo, G. C., and Bracamonte-Romero M., 2021. Características fisicoquímicas, nutricionales y morfológicas de frutas nativas. *Revista De Investigaciones Altoandinas*, 23(1), pp. 17-25. <https://doi.org/10.18271/ria.2021.202>
- Samuelson, PA and Nordhaus, W. D. 2009. Economía. (19 Ed.). Madrid. España: McGraw-Hill.
- Sierra y selva exportadora, 2021. Análisis de mercado aguaymanto 2015-2020 de aguaymanto. <https://www.gob.pe/institucion/sse/informes-publicaciones/1745797-analisis-de-mercado-aguaymanto-2015-2020>
- Vásquez-Rojas E., 2020. Las aplicaciones foliares de Calcio-Boro y su efecto en calidad interna e incidencia del rajado de frutos de aguaymanto. *Revista Investigación Agraria*, 2(2), pp. 37-48. <https://doi.org/10.47840/ReInA.2.2.842>