



Influencia del ácido giberélico en la germinación de *Physalis peruviana* “aguaymanto”

Influence of gibberellic acid on the germination of *Physalis peruviana* “aguaymanto”

Angela Yoset Carrasco Cruzado¹; Nataly Andrea Villegas Herrera¹; Segundo Eloy López Medina^{1*}
José Mostacero León¹; Juan Carlos Rodríguez Soto¹; Armando Efraín Gil Rivero¹
Anthony J. De La Cruz Castillo¹; Carmen Lizbeth Yurac Gonzales Velasquez¹

¹ Grupo de Investigación Augusto Weberbauer. Departamento de Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo. Ciudad Universitaria, Av. Juan Pablo Segundo S/N, Trujillo, Perú.

* Autor correspondiente: slopezm@unitru.edu.pe (S. E. López Medina).

ORCID de los autores:

A. Y. Carrasco Cruzado: <https://orcid.org/0000-0002-4470-1648>

S. E. López Medina: <https://orcid.org/0000-0001-7719-8607>

J. C. Rodríguez Soto: <https://orcid.org/0000-0002-8166-8859>

A. J. De La Cruz Castillo: <https://orcid.org/0000-0002-5409-6146>

N. A. Villegas Herrera: <https://orcid.org/0000-0002-0612-8385>

J. Mostacero León: <https://orcid.org/0000-0003-2556-3013>

A. E. Gil Rivero: <https://orcid.org/0000-0002-4521-5588>

C. L. Y. Gonzales Velásquez: <https://orcid.org/0000-0002-7541-617X>

RESUMEN

Physalis peruviana L., conocida como “aguaymanto”, ha ganado relevancia económica en los últimos años debido a su elevado valor nutricional. Sin embargo, existe poca información sobre sus estudios de germinación. Esta investigación se centró en determinar la influencia del ácido giberélico en la germinación de *P. peruviana* “aguaymanto”. Durante la fase experimental se utilizó semillas de *P. peruviana* L. “aguaymanto” tratadas con diferentes concentraciones de ácido giberélico (T1: Testigo, T2: 100 ppm, T3: 250 ppm y T4: 500 ppm). Se seleccionaron y sembraron 90 semillas en germinadores para analizar su emergencia. Los resultados mostraron que la concentración de 500 ppm (T4) alcanzó el porcentaje de germinación promedio más alto, con un 74%. Además, la prueba ANOVA de un factor reveló diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de germinación, y la prueba Post hoc de Tukey confirmó que T4 (500 ppm) incrementó dicho porcentaje. El porcentaje de emergencia promedio fue del 83,33% y el coeficiente de variación fue de 7,98%, indicando una alta homogeneidad en los porcentajes de emergencia de *P. peruviana* “aguaymanto”. Se concluye que la concentración de 500 ppm de ácido giberélico optimiza la germinación y emergencia de *P. peruviana* “aguaymanto”, recomendándose su uso en investigaciones de propagación.

Palabras clave: Ácido giberélico; aguaymanto; emergencia; germinación; semillas.

ABSTRACT

Physalis peruviana L., known as “aguaymanto”, has gained economic relevance in recent years due to its high nutritional value. However, there is little information on its germination studies. This research focused on determining the influence of gibberellic acid on the germination of *P. peruviana* “aguaymanto”. During the experimental phase, *P. peruviana* L. “aguaymanto” seeds treated with different concentrations of gibberellic acid were used (T1: Control, T2: 100 ppm, T3: 250 ppm and T4: 500 ppm). 90 seeds were selected and sown in germinators to analyze their emergence. The results showed that the concentration of 500 ppm (T4) reached the highest average germination percentage, with 74%. Furthermore, the one-way ANOVA test revealed statistically significant differences in germination percentage, and Tukey's Post hoc test confirmed that T4 (500 ppm) increased this percentage. The average emergence percentage was 83.33% and the coefficient of variation was 7.98%, indicating a high homogeneity in the emergence percentages of *P. peruviana* “aguaymanto”. It is concluded that the concentration of 500 ppm of gibberellic acid optimizes the germination and emergence of *P. peruviana* “aguaymanto”, and its use is recommended in propagation research.

Keywords: Gibberellic acid; cape gooseberry; emergence; germination; seeds.

Recibido: 27-10-2024.
Aceptado: 02-03-2025.



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

INTRODUCCIÓN

Physalis peruviana L., es también conocido como “aguaymanto”, “tomate de sierra”, “tomatillo”, “tomate”, “capulí” (Alcázar et al., 2020; Tacanga, 2015; Quilla, 2013). El aguaymanto es considerado una hierba perenne y ramificada. Presenta hojas alternas, simples, pecioladas, acorazonadas y pubescentes. Su flor es acampanada, solitarias, pedunculadas y hermafrodita. (Aristizábal, 2013; FAO, 2011; Fischer et al., 2024).

El centro de origen de *P. peruviana* L. “aguaymanto”, son los andes Sudamericanos donde se puede encontrar ejemplares silvestres (Sánchez, 2002). Aunque algunas evidencias indican que esta planta proviene de Brasil y posteriormente se adaptó en los altiplanos de Chile y Perú. En Perú se distribuye entre los 800 y 3000 m.s.n.m (Gonzales, 2020; Kasali, 2021a; Tapia, 2018). La temperatura óptima para el crecimiento oscila entre los 13 a 18 °C (Cano et al., 2011; Kasali, 2021b).

P. peruviana L. “aguaymanto”, presenta diferentes maneras de propagación, la más utilizada es por la semilla debido a que presenta un alto porcentaje de germinación siendo entre 85%-90% (Fischer, 2007). Las semillas van a originar plantas con mayor variabilidad (Beltrán et al., 2023; Ramadan, 2020). La composición química de la baya de *P. peruviana* L. presenta principalmente minerales, vitaminas del complejo B y vitamina C, flavonoides, polifenoles, carotenoides y ácidos grasos esenciales (Abou & Rady, 2020; Reda et al., 2024). La presencia de hierro, calcio y fósforo, tiene la capacidad de fortalecer el sistema inmune, también se conoce que por el alto contenido de antioxidantes puede reducir el envejecimiento celular, la hipertensión arterial, la ansiedad, el estrés, regula los niveles de glucosa en la sangre por ello los especialistas lo recomiendan en pacientes diabéticos y con artrosis (Dwivedi et al., 2025; González et al., 2024; Misra et al., 2024; Quispe, 2021).

En el Perú existen pocas regiones productoras de *P. peruviana* L. “aguaymanto”, siendo las principales: Amazonas, Apurímac, Ancash, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Cuzco, Huánuco, Huancavelica, Junín, Lambayeque, Lima, Pasco y Moquegua. Durante el año 2020 se exportó 287 toneladas de aguaymanto, siendo 240,79 toneladas de tipo orgánico y 46,21 toneladas restantes de tipo convencional; sus principales destinos fueron Estados Unidos, países bajos y Alemania (Guiné et al., 2020; Mubarak et al.,

2021; Unidad de Comunicación e Imagen Institucional, 2021).

Las formas de propagación de *P. peruviana* son por semillas, esquejes, estacas o mediante su propagación *in vitro*; siendo la propagación por semillas la más utilizada, debido a su alto porcentaje de germinación. Las características germinativas de una planta se determinan a través del porcentaje de germinación, porcentaje de emergencia y calidad fisiológica (energía germinativa) (Fischer, 2007; Vargas et al., 2025).

El ácido giberélico tiene la capacidad de estimular y regular el desarrollo de la planta. Es una molécula compleja y se encuentra en estado sólido y soluble en agua, produciendo una fácil disolución y aplicación en los experimentos. Actúa a concentraciones pequeñas y es traslocado en el interior de la planta. Los efectos que produce el ácido giberélico es acelerar la germinación de semillas y el crecimiento vegetativo de los brotes, para así producir plantas con mayor tamaño, también posee la capacidad de romper la etapa de latencia de las semillas. Conforme se desarrolla el embrión el nivel de ácido giberélico aumenta y cuando la semilla madura esta fitohormona decrece. Cabe mencionar que el ácido giberélico se considera el tipo de giberelina más utilizado en propagación *in vitro* (Abedini et al., 2015; Escalante, 2016; Díaz, 2017). El ácido giberélico afecta a nivel de semillas y también puede reemplazar alguna necesidad de estímulos ambientales como la temperatura y la luz. (Ocampo et al., 2020). El ácido giberélico influye en el porcentaje de germinación debido a que las giberelinas se encuentran implicadas de manera directa en el control y promoción de la germinación, por tanto, influye en el porcentaje de emergencia, debido a que apresura el crecimiento y el número de brotación. Según antecedentes, señalan que a nivel de 250 ppm y 500 ppm de ácido giberélico existe mayor porcentaje de germinación en las semillas (Coraspe, 2002).

Ante la necesidad de optimizar la obtención de plántulas de buena calidad, masificar la producción de plántulas tendientes a incrementar la producción y productividad del cultivo, se propuso como objetivo de investigación determinar la influencia del ácido giberélico en la germinación de *Physalis peruviana* L. “aguaymanto”.

MATERIAL Y MÉTODOS

La fase experimental se desarrolló en el invernadero del Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo. Donde se transportó 100 frutos de *Physalis peruviana* L., provenientes del mercado La Hermelinda, Trujillo, La Libertad, Perú.

Preparación y aplicación de ácido giberélico (AG3)

Los frutos fueron colocados en baldes de 1 galón, donde se incorporó los frutos y agua destilada, con la finalidad de dejar remojar los frutos por 72 h y facilitar la extracción. Transcurrido el periodo de

tiempo se eliminó el agua y con la ayuda de la mano se removió el exocarpo y mesocarpo. Para garantizar la remoción del exceso de mucilago de dejo semillas las semillas por 12 h. Al término se eliminó el sobrenadante (agua y residuos vegetales), dejando solo las semillas que se quedaron en el fondo del vaso, seleccionándose 1200 semillas al azar (Figura 1).

Se preparó una solución madre de 1000 ppm, pesando 100 mg de ácido giberélico de la marca SIGMA y con una pureza del 99,8%; para ello se empleó una balanza analítica de marca RADWAG modelo AS 220.R2 (sensibilidad de 0,1 mg). A partir

de este stock, se obtuvieron por dilución, los tratamientos: T1: 0 testigo, T2: 100 ppm, T3: 250 ppm y T4: 500 ppm.

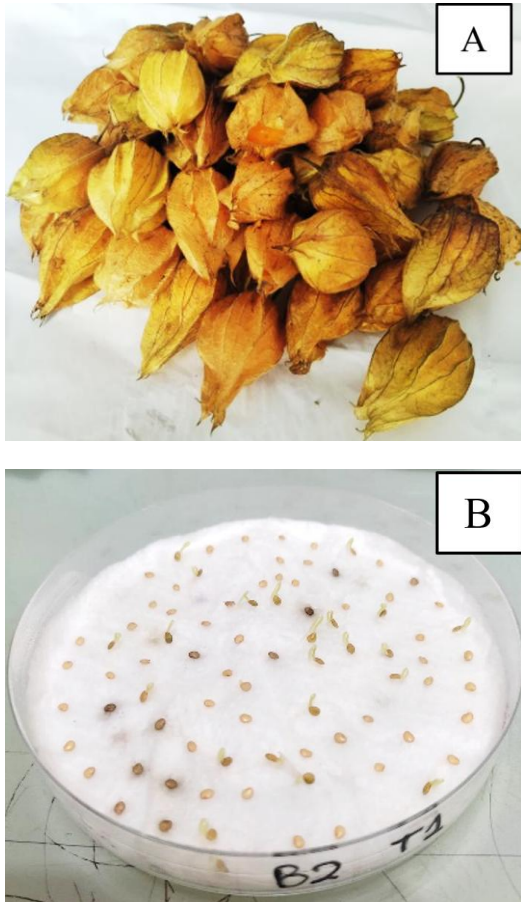


Figura 1. A) Fruto de *Physalis peruviana* “aguaymanto”. B) Germinación de la semilla de *Physalis peruviana* “aguaymanto” para el tratamiento T1 = testigo.

Las semillas fueron colocadas en vasos precipitados, a embeber en su respectiva solución correspondiente según tratamiento, por 5 minutos. Para la germinación, pasado el tiempo se distribuyó 100 semillas a cada placa de Petri, previo acondicionamiento de papel filtro hidratado con agua destilada estéril. Luego se distribuyó cada placa Petri según el diseño DCA, realizándose seguimiento cada 24 horas para observar su germinación. Se consideró semilla germinada aquella que demostró un desarrollo visible de la radícula, cuya longitud es mayor o igual a 2mm. Asu vez para su cálculo, se requiere de la siguiente fórmula: $PG = [N^{\circ} \text{ semillas germinadas}] / [N^{\circ} \text{ semillas sembradas}] \times 100$ (Caroca et al., 2016; FAO, 2011). Para la emergencia de semillas se acondicionó germinadores, en cada pocillo se añadió sustrato el cual estuvo conformado por una mezcla de tierra y humus de la marca 4 estaciones, en una proporción 1:1, luego en cada pocillo se sembró cada una de las semillas de *Physalis peruviana* L. según diseño experimental. Posteriormente se humedeció y se realizó su seguimiento cada 24 h para observar su emergencia. Se consideró semilla emergida aquella que demostró un desarrollo visible de los ejes embrionarios (radícula y plúmula).

Análisis estadístico

Se realizó un diseño en bloques completamente al azar, con 4 tratamientos (0 ppm, 100 ppm, 250 ppm y 500 ppm, respectivamente), y 300 unidades muestrales para cada tratamiento. Se realizó estadística inferencial, empleándose la prueba de ANOVA unifactorial, prueba post hoc de comparaciones múltiples de Tukey y la prueba de Shapiro Wilk, con una estimación interválica de 95,0% de confianza con la finalidad de demostrar la existencia de diferencias estadísticamente significativas, así como demostrar cual es el mejor tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La semilla es considerada una unidad reproductiva de vital importancia para las plantas superiores terrestres. La germinación es un proceso, el cual implica que el embrión reinicie el crecimiento, para lo cual debe de cumplirse una serie de condiciones internas y condiciones externas. Como condiciones internas se debe observar la viabilidad de la semilla, el poder germinativo, la madurez de la semilla. Por otro lado, las condiciones externas están asociadas con la disponibilidad de agua para lograr germinar, las temperaturas adecuadas

debido a que cada especie presenta diferentes temperaturas máximas y la presencia o ausencia de luz de acuerdo con la especie (Barroso et al., 2023; Caroca et al., 2016; FAO, 2011; López, 2017; Piña et al., 2023; Unidad de Inteligencia Comercial, 2020). En la Tabla 1 se observa que el porcentaje de germinación promedio alcanzado. Se observa que la distribución de los datos en cada uno de los tratamientos, presentaron un comportamiento muy homogéneo ($CV\% < 10\%$).

Tabla 1

Estadística del porcentaje de germinación del estudio, influencia del ácido giberélico en las características germinativas de *P. peruviana* L. “aguaymanto”

Tratamiento	Min	Max	Promedio*	DE	CV(%)
T1: 0 testigo	61,0%	68,0%	63,33% [53,29%-73,37%]	4,04	6,38
T2: 100 ppm	63,0%	65,0%	64,00% [61,52%-66,48%]	1,02	1,59
T3: 250 ppm	67,0%	69,0%	68,00% [65,52%-70,48%]	1,01	1,49
T4: 500 ppm	73,0%	75,0%	74,00% [71,52%-76,48%]	1,03	1,39

DE: Desviación estándar.

CV (%): Coeficiente de variación en porcentaje.

* Promedio y estimación interválica al 95.0% de confianza.

El p-valor de significancia de la prueba de ANOVA unifactorial, resultó ser menor que 0,05 ($p = 0,001 < 0,05$), generando el rechazo de la hipótesis nula, dando a conocer que existe diferencia significativa en el porcentaje de germinación, en por lo menos dos tratamientos estudiados, según se observa en Figura 2, además la prueba post hoc de Tukey, permitió identificar que el tratamiento que el T4: 500 ppm se diferencia significativamente con los demás, siendo además el tratamiento que permitió maximizar el porcentaje de germinación de *P. peruviana* "aguaymanto".

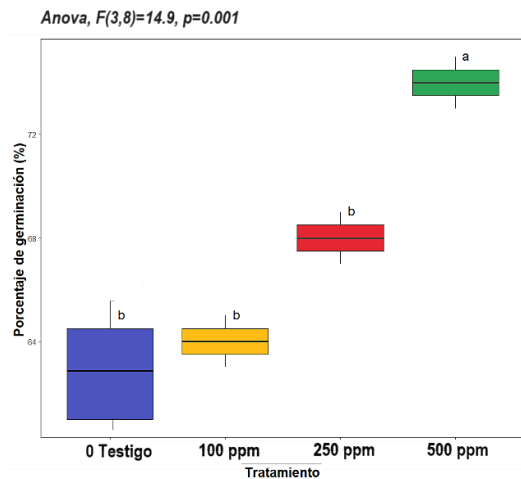


Figura 2. Boxplot y Prueba de ANOVA unifactorial de la comparación de tratamientos en el estudio según porcentaje de germinación de *P. peruviana* L. "aguaymanto".

En base a la Figura 3, el porcentaje de emergencia promedio alcanzando en la experimentación fue de 83,33% con estimación interválica al 95,0% de confianza de 66,81% a 99,85%, además el valor del coeficiente de variación ($CV\% = 7,98\% < 10,0\%$), indica que la distribución de los porcentajes de emergencia. La emergencia implica la aparición de plántulas en la superficie del suelo. Esta etapa sucede posteriormente a la germinación de

semillas, observándose los cotiledones fuera de una envoltura seminal (Brito et al., 2022; Fischer et al., 2021; Fischer & Melgarejo, 2020).

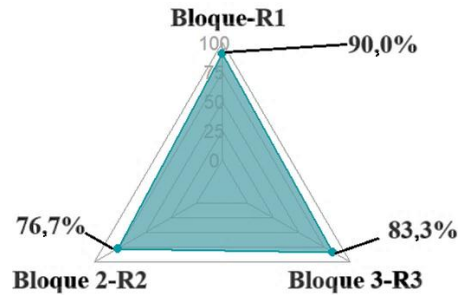


Figura 3. Radar del porcentaje de emergencia según porcentaje de germinación de *P. peruviana* L. "aguaymanto".

El tratamiento de 500 ppm de ácido giberélico aplicado a las semillas de *Physalis peruviana* reportó el mayor valor a comparación de los otros tratamientos con 100 ppm y 250 ppm de AG3 aplicadas a las semillas y además podemos observar en la Tabla 1 que el T1 (testigo) reportó el menor valor del porcentaje de germinación.

A medida que se incrementa la concentración de ácido giberélico, aumenta el porcentaje promedio de germinación (Figura 2) pasando así de 63,33% (testigo) a 64,00% (100 ppm); a 68,00% (250 ppm); a 74,00% (500 ppm). Con la aplicación de 500 ppm de ácido giberélico se obtiene el 74,00% en la germinación de *P. peruviana* L.

Esto está de acuerdo con Sánchez (2014), quien concluyó que el uso del ácido giberélico aumenta el porcentaje de germinación. García et al. (2015) también reportó que el ácido giberélico influye favorablemente en el proceso de la regulación del crecimiento y el desarrollo de las plantas. Por tanto, la aplicación del ácido giberélico tiene una relación directa con el porcentaje de germinación (García et al., 2022; Sisa et al., 2022).

En la Tabla 2 se muestra una serie de estudios que confirman conclusiones parecidas al presente estudio.

Tabla 2
Antecedentes de la aplicabilidad del ácido giberélico en diferentes especies

Referencia	Especie	Resultados
(Zhang et al., 2024)	<i>Oryza sativa</i>	Sostiene que el empleo del ácido giberélico promueve la germinación y a su vez tolerancia al estrés hídrico ya que atenúa el estrés oxidativo.
(Bhadra et al., 2024)	<i>Tinospora cordifolia</i>	Afirma que la concentración de 300 ppm de ácido giberélico maximiza la germinación en su totalidad.
(Kamboj et al., 2024)	<i>Abelmoschus Manihot</i> y <i>Abelmoschus angulosus</i>	Concluye que la aplicación de 100 ppm de ácido giberélico en un tiempo de inhibición por 2 horas, máximo la germinación, parámetros de crecimiento, azúcares, proteínas, antioxidantes y enzimas en los cultivos estudiados.
(Morales et al., 2023)	<i>Carica papaya</i> L.	Las semillas tratadas con la mayor dosis de 250 mg/L de AG3 y tiempo de imbibición de 24 h incrementaron positivamente el porcentaje de germinación hasta 72,5%; la VG con $1,26 \pm 0,08$ semillas germinadas por día e IG con 8,30.
(Sinchi, E., 2024)	<i>Hylocereus</i> sp. (Pitahaya) cv Amarilla	Efecto combinado de la luz LED y el ácido giberélico en la germinación: Los resultados muestran que la luz LED roja (700 nm) y una concentración de 11 ppm de ácido giberélico (AG3) tuvieron un impacto positivo significativo en la germinación de las semillas de pitahaya, alcanzando un 100% de germinación a los 30 días. Estos hallazgos confirman que una mayor concentración de AG3 resulta en un mayor porcentaje de germinación.
(Paredes, L. & Velez, A. 2024)	<i>Cannabis</i> sp.	Al incorporar las concentraciones de ácido giberélico para vitroplantas se determinó que la variedad <i>Cannabis</i> , con el medio (Murashigue y skoog + carbón activado ácido) y la concentración (ácido giberélico 1mg/L), fue el que obtuvo mayor resultado en cuanto a la altura de vitroplantas.

El análisis de varianza de las semillas germinadas, presentaron un CV% de 6,38%, 1,56%, 1,47% y 1,35%, respectivamente. Por lo tanto, al presentar un coeficiente de variación dentro de este parámetro ($0 < CV \leq 10$), la distribución de los datos en cada tratamiento, presentan un comportamiento muy homogéneo. Del mismo modo el CV% de las semillas emergidas fue de 7,98%, lo cual indica que la distribución de los porcentajes de emergencia obtenidos en cada uno de los bloques presenta un comportamiento muy

homogéneo (Sayed et al., 2022; Ventura et al., 2020).

De la prueba de ANOVA unifactorial realizado a los datos de la germinación de *P. peruviana* L. se puede afirmar que existen diferencias significativas en el porcentaje de germinación. Además, la prueba post hoc de Tukey permite identificar que T4 fue el mejor tratamiento, demostrándose que a mayor concentración de AG3 aumenta la energía germinativa, como consecuencia el tiempo de germinación es menor.

CONCLUSIONES

Se concluye que la concentración de 500 ppm de ácido giberélico optimiza la germinación y emergencia de *P. peruviana* "aguaymanto", recomendándose su uso en ensayos de germinación para

romper la latencia de semillas, de tal manera que se pueda promover y garantizar una germinación uniforme, mejorar los parámetros de crecimiento y maximizar el desarrollo de un determinado cultivo.

AGRADECIMIENTOS

Al Laboratorio Biotecnología de la Universidad Nacional de Trujillo; por el apoyo logístico y de ambientes brindados, posibilitando de esta manera la realización de la presente investigación. De la misma manera a la VI Convocatoria CANON, por el financiamiento de esta investigación. En sus modalidades: PIC-MODALIDAD 01: "Valoración de la biodiversidad en el norte del Perú: Rol de las exploraciones biológicas y los herbarios" y PIC 02 MODALIDAD 02: "Proyecto de Investigación de Tesis,

categoría consolidada Laboratorio de Biotecnología", ganadores de la "VI Convocatoria de Proyectos de Ciencia y Tecnología en la Universidad Nacional de Trujillo con Fondos Públicos provenientes del Canon", según se detalla en la Resolución Rectoral N° 0356-2023/UNT, Resolución de Consejo Universitario N° 001-2023/UNT y Resolución Vicerrectoral de Investigación N°137-2023-VIN-UNT.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abedini, W., Adema M., & Sharry, S. (2015). Plantas de probeta, Manual para la propagación de plantas por cultivo de tejidos *in vitro*. Universidad Nacional de la Plata. <https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/book/407>
- Abou Baker, D. H., & Rady, H. M. (2020). Bioassay-guided approach employed to isolate and identify anticancer compounds from *Physalis peruviana* calyces. *Plant arch*, 20(1), 3285-3291.
- Aguilar, M. C., & Quintana, S. G. C. (2020). Fenoles y capacidad antioxidante de *Psidium guajava*, *Vaccinium myrtillus*, *Selenicereus megalanthus* y *Physalis peruviana* de diferentes procedencias. *Bioagro*, 32(3), 225-230.
- Alcázar, P. G. G., Felices, S. P., & Gómez, K. M. (2020). Diversidad citogenética de *Physalis peruviana* L. "aguaymanto" de los ecotipos del Perú. *Investigación*, 28(1), 157-165. <https://doi.org/10.51440/unsch.revistainvestigacion.28.1.2.020.368>
- Aristizábal, A. (2013). Uchuva (*Physalis peruviana* L.): estudio de su potencial aplicación en el desarrollo de alimentos con características funcionales. (Tesis pregrado). Corporación Universitaria Lasallista.
- Barroso, N. D. S., Fonseca, J. S. T., Nascimento, M. N. D., Soares, T. L., & Pelacani, C. R. (2023). Physiological quality of *Physalis ixocarpa* Brot. ex Hornem seeds in relation to maturation stage and growing season. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 53, e74090. <https://doi.org/10.1590/1983-40632023v5374090>
- Beltrán, C. R., Zapata, Y. A., Millán, D. A., & Díaz, A. (2023). Efecto de *Bacillus amyloliquefaciens* y *Pseudomonas migulae* sobre el crecimiento de plántulas de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en semillero: Rizobacterias promotoras en plántulas de uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Agronomía Mesoamericana*, 34(1), 50669, 10.15517/am.v34i1.50669
- Bhadra, M., Mondal, S., Das, A., & Bandyopadhyay, A. (2024). El tratamiento con ácido giberélico mejora la germinación de las semillas y el establecimiento de las plántulas en *Tinospora cordifolia* (Willd.) Gancho. F. y Thoms. *Journal of Applied Biology & Biotechnology*, 12(4), 128-135. <http://doi.org/10.7324/JABB.2024.158607>
- Brito, L. P., Araújo Lacerda, J. D., Araújo Soares, C., Monteiro Júnior, F. L. C., Souza, M. C., Aguiar Fonseca e Souza, Á. I., & Rodrigues, M. (2022). Biometry and pre-germinative treatments of seeds from an Amazon endemic species. *Acta Agronómica*, 71(1), 81-87. <https://doi.org/10.15446/acag.v71n1.99249>
- Cano, A., Dostert, N., La Torre, M., Roque, J., & Weigend, M. (2011). Factsheet: Datos botánicos de Aguaymanto. <https://repositorio.promperu.gob.pe/bitstream/handle/123456789/1050/F>
- Caroca, R., Vargas, M., & Zapata, N., (2016). Efecto de la temperatura sobre la germinación de cuatro genotipos de maní (*Arachis hypogaea* L.). *Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia*, 32(2), 94-101.
- Coraspe, H., Ortega, E., Montero, F., & Alvarado, C. (2002). El ácido Giberélico en la interrupción del reposo de tubérculos semillas de papa en las condiciones de Páramo. *Agronomía Tropical*, 52(4), 543-554.
- Díaz, M. D. (2017). Las Hormonas Vegetales en las Plantas. Serie Nutrición Vegetal. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/las-hormonas-vegetales-en-las-plantas>
- Dwivedi, B., Bhardwaj, D., Praveen, K., & Choudhary, D. (2025). Bio-inspired facile synthesis of CeO₂-TiO₂ nanocomposites using calyx leaves extract of *Physalis peruviana* fruits and their biological assessments: Antibacterial and antioxidant activity. *Plant Nano Biology*, 11, 2025100130. <https://doi.org/10.1016/j.plana.2024.100130>
- Escalante, S. (2016). Influencia del ácido giberélico (AG3) y bencil aminopurina (BAP), en la propagación clonal in vitro de *Physalis peruviana* L. (Tesis pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca.
- FAO (2011). Semillas en emergencia. Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/3/i1816s/i1816s00.pdf>
- Fischer, G., & Melgarejo, L. (2020). The ecophysiology of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.)-an Andean fruit crop. A review. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 14(1), 76-89. <https://doi.org/10.17584/rcch.2020v14i1.10893>
- Fischer, G., Balaguera-López, H. E., & Magnitskiy, S. (2021). Review on the ecophysiology of important Andean fruits: Solanaceae. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 24(1). <https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n1.2021.1701>
- Fischer, G., Balaguera, H., & Luz, M. (2024). Capítulo 10 - Fisiología de cultivos de *Physalis peruviana*. Manual de Goldenberry (*Physalis peruviana*). <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-15433-1.00010-8>
- García, H., Escobedo, L., Robledo, V., Benavides, A., & Ramírez, F. (2015). Germinación y micropropagación de tomate de

- cáscara (*Physalis ixocarpa*) tetraploide. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12, 2301-2311.
- García, P., Prado, I., Estrada, R., & Millán, B. (2022). Caracterización morfológica in situ de 34 accesiones de *Physalis peruviana* L. del departamento de Ayacucho (Perú). *Información tecnológica*, 33(2), 169-180. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642022000200169>
- Guiné, R. P., Gonçalves, F. J., Oliveira, S. F., & Correia, P. M. (2020). Evaluation of phenolic compounds, antioxidant activity and bioaccessibility in *Physalis peruviana* L. *International Journal of Fruit Science*, 20, 470-490. <https://doi.org/10.1080/15538362.2020.1741056>
- González, M. (2020). Caracterización de los sistemas de producción de productores de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) en el distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, región Cajamarca. (Tesis pregrado). Universidad Agraria de la Selva.
- González, N., Pérez, F., Mora, O., Rios, A., Vázquez, M., Reynoso, R., & Figueroa, M. (2024). Effect of saline stress on the metabolic profile and antidiabetic potential of *Physalis peruviana*. *Natural Product Research*, 22, 2331608. <https://doi.org/10.1080/14786419.2024.2331608>
- Kasali, F. M., Tusiimire, J., Kadima, J. N., Tolo, C. U., Weisheit, A., & Agaba, A. G. (2021a). Ethnotherapeutic uses and phytochemical composition of *Physalis peruviana* L.: an overview. *The Scientific World Journal*, 2021(1), 5212348. <https://doi.org/10.1155/2021/5212348>
- Kasali, F. M., Tuyiringire, N., Peter, E. L., Ahovegbe, L. Y., Ali, M. S., Tusiimire, J., ... & Agaba, A. G. (2021b). Chemical constituents and evidence-based pharmacological properties of *Physalis peruviana* L.: An overview. *Journal of Hermed Pharmacology*, 11(1), 35-47. <https://doi.org/10.34172/jhp.2022.04>
- Kamboj, A., Manjeet, K., Veena, D., Parminder, K., Mamta, P., & Diksha, S. (2024). Enhancing germination and growth in wild okra genotypes through gibberellic acid priming. *Scientia Horticulturae*, 334(1), 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.sci.2024.113332>
- López, S., & Gil, A., (2017). Características germinativas de semillas de *Theobroma cacao* L. (Malvaceae) "cacao". *Arnaldoa*, 24(2), 609-618. <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24212>
- Misra, N., Tripathi, S., Smriti., & Mishra, N. (2024). Global insights into *Physalis* research: A bibliometric journey from origin to recent advances. *Food and Humanity*, 3, 100395. <https://doi.org/10.1016/j.fooHum.2024.100395>
- Mubarok, S., Yulianto, F., Budiarto, R., Rahmat, B. P. N., & Khoerunnisa, S. A. (2021). Metabolite correlation with antioxidant activity in different fruit maturation stages of *Physalis peruviana*. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(5). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220536>
- Morales, A., Rivas, A., Zapata, A., García, E., Ruesta, M., & Peña-Castillo, R. (2023). Efecto de diferentes dosis de ácido giberélico en la germinación de papaya (*Carica Papaya* L.) variedad criolla. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 39(3), 392-400. <https://doi.org/10.29393/CHJAA39-35EDAM60035>
- Ocampo, O. M. A., Izquierdo, S. C., Villa, M. S., Varela, A. S., Onofre, L. E. M., Lomeli, A. P., & De la Cruz Torres, E. (2020). Peso y caracteres cuantitativos de la calidad en frutos de plantas M1 de *Physalis peruviana* L. provenientes de semillas irradiadas con ⁶⁰Co. *Agrociencia*, 54(5), 691-703. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v54i5.2126>
- Paredes, L., & Vélez, A. (2023). "Evaluación del crecimiento de plantas de Cannabis (*Cannabis* sp.) obtenidas por germinación *in vitro* en dos medios de cultivo y tres concentraciones de ácido giberélico. (Tesis pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Piña, G. J., Peña, A., García, M. D. R., Martínez, M. T., Lozoya, H., & Rodríguez, J. E. (2023). Compuestos bioactivos en frutos cultivados y silvestres de *Physalis* spp. *Revista fitotecnia mexicana*, 46(1), 11-19. <https://doi.org/10.35196/rfm.2023.1.11>
- Quispe, J. (2021). Beneficios medicinales y nutritivos del aguaymanto. UNAHALDIA. <https://www.aldia.unah.edu.pe/que-beneficios-medicinales-y-nutritivos-tiene-el-aguaymanto/>
- Ramadan, M. F. (2020). Bioactive phytochemicals of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). *Bioactive Compounds in Underutilized Fruits and Nuts*, 75, https://doi.org/10.1007/978-3-030-30182-8_3
- Reda, S. M., Faten, I., Radwa, E., Asmaa, K., Kawkab, A., Wedian, E., & Hanan, A. (2024). Antiarthritic activity of *Physalis Peruviana* fruit extract via inhibition of inflammatory mediators: Integrated *in vitro*, *in vivo* and *in silico* study. *Journal of Ethnopharmacology*, 321, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2023.117502>
- Sayed, A. M., El-Hawary, S. S., Abdelmohsen, U. R., & Ghareeb, M. A. (2022). Antiproliferative potential of *Physalis peruviana*-derived magnolin against pancreatic cancer: A comprehensive *in vitro* and *in silico* study. *Food & Function*, 13(22), 11733-11743. <https://doi.org/10.1039/D2F001915A>
- Sinchi, E. (2024). Efecto de longitudes de onda de luz y ácido giberélico en la germinación de semillas de *Hylocereus* sp. (pitahaya) CV Amarilla. (Tesis pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Sisa, G. N. C., Figueroa, D. A. P., & Calvo, R. V. (2022). Ventajas latentes de la producción de aguaymanto (*Physalis peruviana*) en Arequipa. *Latam: revista latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 3(2), 108.
- Tapia, T. (2018). Evaluación del perfil de color, características fisicoquímicas y capacidad antioxidante de tres estados de madurez comercial del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) (Tesis pregrado). Universidad Nacional del Altiplano.
- Unidad de Comunicación e Imagen Institucional. (2021). Más del 80% de aguaymanto que exportó Perú en el 2020 fue orgánico. MIDAGRI - Estado Peruano. <https://www.gob.pe/institucion/sse/noticias/419025-mas-del-80-de-aguaymanto-que-exporto-peru-en-el-2020-fue-organico>
- Vargas, R., Vigo, C., Contreras, L., & Oliva, M. (2025). Development and optimization of *in vitro* shoot regeneration in *Physalis peruviana* using cotyledon explants. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 23, 100463. <https://doi.org/10.1016/j.jgeb.2025.100463>
- Ventura, E., Meléndez, J., Sánchez, M. M., Sánchez, J., Tapia, N. P., & Méndez, M. (2020). *In vitro* propagation, acclimatization and identification of a wild species of *Physalis* with alimentary utility in Puebla, México. *Agrociencia*, 54(7), 10.47163/agrociencia.v54i7.2238
- Zhang, K., Khan, M. N., Luo, T., Hu, L., & Luo, L. (2024). Seed priming with gibberellic acid and ethephon improved rice germination under drought stress via reducing oxidative and cellular damage. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 24, 2679-2693. <https://doi.org/10.1007/s42729-024-01691-3>