



Efecto del bioestimulante VIUSID agro en parámetros morfoagronómicos de granada (*Punica granatum* L.) en Cuba

Effect of the biostimulant VIUSIDagro on the morpo-agronomic parameters of pomegranate in Cuba

¹Yoandy Rodríguez Castro^{1*}, ¹David Zamora Blanco¹, ¹Yohanna Guzmán Sánchez¹,
¹Hugo M. Oliva Díaz¹, ²Kolima Peña², ¹Marcos Tulio García González²,
¹Martha Rosa Hernández Zaldívar¹, ¹Yiseidy Hernández García¹, ¹Alexander Chile Bocourt³

¹Unidad Científico Tecnológica de Base Alquizar. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Ave 7ma # 3005 e/ 30 y 32 Playa. La Habana. Cuba.

²Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez. Avenida de los Mártires # 360, Sancti Spíritus, Cuba.

³Facultad de Ciencias Agropecuarias Técnicas y Económicas Departamento de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Artemisa Julio Díaz González. Calle 8c No713 e/7 y campo M-2 zona urbana, consejo popular Lincoln, Artemisa, Cuba.

RESUMEN: Según la FAO, los frutales tropicales representan el 60 % de las especies con potencial subutilizado en América Latina. En este sentido, la granada (*Punica granatum* L.) representa un cultivo estratégico por su adaptabilidad a condiciones adversas y su alto valor nutracéutico. Sin embargo, el aumento de las temperaturas medias y la irregularidad pluviométrica han reducido el rendimiento de los cultivos tradicionales. Para mitigar estos efectos el uso de bioestimulantes podrían ser una alternativa amigable con el medio ambiente y para el incremento de los rendimientos. En este estudio se evaluó el efecto de diferentes concentraciones del bioestimulante VIUSID agro sobre la respuesta morfoagronómica y calidad de frutos en granada. La investigación se realizó en la Unidad Científico Tecnológica de Base (UCTB) de Alquizar, Cuba, en el tiempo comprendido de marzo a octubre del 2024, empleando un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Se evaluaron variables de crecimiento vegetativo (área foliar), reproductivas (número de flores, porcentaje de cuajado) y calidad de frutos (masa de cáscara, masa de semillas, rendimiento de jugo, sólidos solubles). Los datos se analizaron mediante ANOVA y en caso de diferencias significativas se aplicó el test de Tukey para la comparación de medias. Los resultados mostraron diferencias significativas entre tratamientos. Las concentraciones más bajas incrementaron notablemente la masa de la cáscara, la masa de semillas y el rendimiento de jugo. Sin embargo, no se observaron efectos significativos en el área foliar ni en el número de flores. La concentración superior mostró valores intermedios, sugiriendo una respuesta no lineal a la dosis. Los sólidos solubles no presentaron variaciones significativas entre tratamientos. Se concluye que VIUSID agro en dosis de 2 o 3 mL en 5L de agua mejora significativamente los parámetros de calidad del fruto, particularmente el rendimiento de jugo y las características físicas, sin afectar significativamente los componentes bioquímicos evaluados.

Palabras clave: agricultura sostenible, bioestimulante, concentraciones, calidad de frutos.

*Autor para correspondencia: yoandyrodriguezcastro46@gmail.com

Recibido: 17/09/2025

Aceptado: 18/02/2026

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores: **Conceptualización:** Yoandy Rodríguez Castro, Marcos Tulio García González, Kolima Peña Calzada.

Investigación: Yoandy Rodríguez Castro, Marcos Tulio García González, Hugo Hugo M. Oliva Díaz, David Zamora Blanco, Yohanna Guzmán Sánchez, Yiseidy Hernández García. **Metodología:** Yoandy Rodríguez Castro, Marcos Tulio García González, Kolima Peña Calzada, Alexander Chile Bocourt. **Supervisión:** Hugo M. Oliva Díaz, David Zamora Blanco, Yohanna Guzmán Sánchez. **Escritura del borrador inicial; Escritura y edición final; Curación de datos:** Yoandy Rodríguez Castro.

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



ABSTRACT: According to FAO, tropical fruit trees account for 60% of the species with underutilized potential in Latin America. In this regard, pomegranate (*Punica granatum* L.) represents a strategic crop due to its adaptability to adverse conditions and its high nutraceutical value. However, the increase in average temperatures and irregular rainfall have reduced the yields of traditional crops. To mitigate these effects, the use of biostimulants could be an environmentally friendly alternative and help increase yields. In this study the effect of the biostimulant VIUSID agro on morpho-agronomic parameters of pomegranate was evaluated. The experiment was conducted at the Basic Scientific Technological Unit (UCTB) in Alquizar, Cuba, using a completely randomized design with four treatments: three concentrations of VIUSID agro and a control. Each treatment was replicated four times. Growth variables (foliar area), vegetative variables (flower number and fruit set percentage) and quality of fruits (peel mass, seed mass, juice yield and soluble solids) were measured. Data were analyzed using one-way ANOVA, and mean differences were compared with Tukey's HSD test. Results showed that lower doses increased significantly peel mass, total seed mass, and juice yield. The higher dose showed intermediate effects, suggesting a non-linear dose-response relationship. No significant differences were observed in leaf area or flower number. These results allowed to conclude that VIUSID agro at 2-3 mL in 5 L improves pomegranate fruit quality and yield, primarily through physical rather than biochemical enhancements. The non-linear response at higher doses warrants further research to optimize application protocols.

Key words: sustainable agriculture, biostimulant, concentrations, fruit quality.

INTRODUCCIÓN

La agricultura cubana enfrenta desafíos sin precedentes debido a los efectos combinados del cambio climático y las limitaciones económicas estructurales (1). Estudios recientes demuestran que el aumento de las temperaturas medias en 1,5 °C y la irregularidad pluviométrica han reducido en un 20 % los rendimientos de los cultivos tradicionales en los trópicos (2). Esta situación motiva la búsqueda urgente de alternativas amigables con el ambiente que permitan incrementar la producción, disminuyendo el uso de fertilizantes, donde los bioproductos pueden ser una solución tecnológica viable, particularmente los bioestimulantes de origen natural (3). La evidencia científica actual confirma que estas sustancias pueden mejorar la eficiencia en el uso de nutrientes hasta en un 40 % y aumentar la resistencia al estrés hídrico en condiciones tropicales (1,4,5).

La granada (*Punica granatum* L.), representa un cultivo estratégico por su adaptabilidad a condiciones adversas y su alto valor nutracéutico (6). Sin embargo, según datos del Ministerio de la Agricultura, es muy baja su producción nacional, debido a la carencia de tecnologías y de manejo de la especie principalmente. Investigaciones recientes en países mediterráneos demuestran que el uso de bioestimulantes puede incrementar el rendimiento de granada entre un 15-30 %, además de mejorar significativamente el contenido de compuestos bioactivos (7). No obstante, estos resultados no son directamente extrapolables a las condiciones edafoclimáticas de Cuba, donde la interacción genotipo-ambiente presenta otras particularidades (8,4).

El producto VIUSID agro, desarrollado por Catalysis S.L., representa una innovación tecnológica relevante para la agricultura cubana (9). Según estudios bioquímicos recientes, su formulación basada en aminoácidos, extractos vegetales y micronutrientes, presenta efectos sinérgicos sobre los sistemas enzimáticos vegetales, particularmente en la ruta de los fenilpropanoides (7,10). Algunos investigadores informaron su efectividad en cultivos como tomate y remolacha (11), con incrementos de productividad del 25-35 %, pero su aplicación en frutales permanece

inexplorada. Esta brecha de conocimiento adquiere especial relevancia considerando que, según la FAO (12), los frutales tropicales representan el 60 % de las especies con potencial subutilizado en América Latina.

La presente investigación se fundamenta en los hallazgos más recientes sobre mecanismos de acción de bioestimulantes a nivel molecular (13,14). Estudios transcriptómicos demuestran que compuestos como los presentes en VIUSID agro pueden modular la expresión de más de 1,200 genes relacionados con el crecimiento y la respuesta al estrés (15). Particularmente en granada, se identifica que estos productos potencian la actividad de enzimas clave como la fenilalanina amonio liasa (PAL), directamente vinculada a la síntesis de antioxidantes (16,17). Sin embargo, estos efectos son altamente dependientes de la dosis y el estadio fenológico de su aplicación (18).

Este estudio adquiere relevancia estratégica ya que identifica a la fruticultura como sector clave para la soberanía alimentaria. Los resultados permitirán establecer protocolos científicos para el uso de VIUSID agro en granada, contribuyendo a: diversificar la matriz productiva agrícola, reducir importaciones de insumos químicos y posicionar a Cuba en la vanguardia de la fruticultura tropical sostenible (19). La investigación integra así los tres pilares de la agricultura climáticamente inteligente: productividad, adaptación y mitigación.

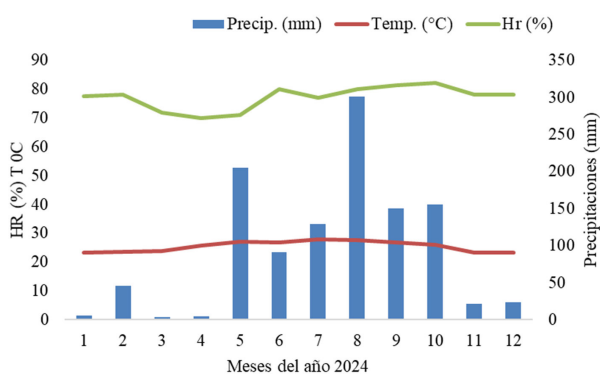
Por lo tanto, el objetivo del trabajo se centró en evaluar los efectos de concentraciones del bioestimulante VIUSID agro sobre la respuesta morfoagronómica y la calidad de los frutos en granada.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló de marzo a octubre del 2024 en la Unidad Científico Tecnológica de Base (UCTB) de Alquizar, provincia Artemisa, Cuba, localizada en las coordenadas 22° 46' de latitud Norte y 83° 33' de longitud Oeste, a una altitud de 6,80 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). Esta área se caracteriza por presentar un suelo Ferrasol Rhodicéutrico (20), el cual es reconocido por su fertilidad moderada y adecuado drenaje,

condiciones favorables para el cultivo de frutales. La selección del área se basó en su representatividad agroclimática para el cultivo de la granada (*P. granatum*), especie frutal considerada subutilizada en la región, pero con alto potencial agronómico y económico.

Los datos meteorológicos fueron proporcionados por el Instituto de Meteorología de Cuba (Certificado No. 01/2019), específicamente por la estación meteorológica 78320 de Güira de Melena (Figura 1).



Las barras representan los acumulados de precipitaciones en cm^3 , la isoterma roja representa la temperatura media en $^{\circ}\text{C}$, y la verde, la humedad relativa en porcentaje

Figura 1. Variables meteorológicas registradas durante la fase experimental

La elección de la granada (accesión) como material biológico se fundamentó en su adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas de la región, así como en su importancia comercial y por presentar altas propiedades nutricionales tales como vitaminas y ácidos orgánicos, además de tener capacidades antioxidantes, anticancerígenas, antitumorales y hepatoprotectoras. Esta especie, aunque no es ampliamente cultivada en Cuba, posee características agronómicas promisorias, como su resistencia a sequías moderadas y su capacidad de producción en suelos marginales. Además, su cultivo representa una alternativa para diversificar la producción frutícola, en Cuba está representado en todo el país en patios, pero aún no se disponen de cultivares con calidad comercial y certificada, las plantas evaluadas fueron obtenidas de semillas y provienen del patio de un productor de la localidad Alquízar.

Diseño experimental

La investigación se desarrolló bajo un diseño de bloques al azar, donde se evaluó el efecto de diferentes concentraciones de VIUSID agro en la respuesta morfoagronómica y calidad de los frutos de granada.

Tratamientos utilizados

Estos consistieron en la aplicación de tres concentraciones de VIUSID agro y un testigo sin el bioestimulante:

1. 2 mL de VIUSID agro en 5 L de agua
2. 3 mL VIUSID agro en 5 L de agua
3. 4 mL VIUSID agro en 5 L de agua
4. Testigo (5 L de agua)

Los tratamientos fueron aplicados a plantas establecidas de 10 años de producción a razón de 1L de agua por planta y se repitió el procedimiento cada 7 días mediante motomochila foliar, iniciando en la fase de prefloración y manteniéndose hasta el cuajado de frutos, siguiendo las recomendaciones técnicas para el uso de bioestimulantes en frutales. Las concentraciones empleadas maximizan los efectos del bioestimulante sin inducir riesgos de toxicidad (21).

Evaluaciones realizadas

Todas las evaluaciones se realizaron según los estándares para la evaluación de frutas (International Union for the Protection of New Variable of Plants UPOV, (2010).

El seguimiento de las variables se realizó mediante muestreos destructivos y no destructivos, diseñados para cuantificar tanto parámetros morfológicos como características de calidad de frutos

Área foliar: El área foliar (AF) (cm^2) se determinó utilizando el software Image J (22)

Número de flores: Se registró semanalmente el número de flores por planta (U) discriminando entre botones florales, flores abiertas y flores senescentes.

Porcentaje de cuajado de frutos: Para la fructificación, se contabilizaron los frutos verdes y maduros en cinco ramas marcadas aleatoriamente por planta, lo que permitió calcular el porcentaje de cuajado efectivo (relación flores: frutos) (Unidad). Se describieron los estados principales y algunos de los estados secundarios de la fenología reproductiva de acuerdo a la escala BBCH para la granada.

Durante la fase de cosecha, se analizaron atributos físicos y químicos de los frutos, se llevó a cabo teniendo en cuenta los Procedimientos Normativos Organizativos (PNO), documentos estandarizados y establecidos por en el Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical para los frutales.

Se determinó el número de semillas por fruto (U) mediante conteo, mientras que la masa de semillas (g) se determinó en balanza analítica (YP1001N precisión $\pm 0,1$ mg). La masa total de semillas (g) por fruto se calculó como suma de la masa individual, y la masa de cáscara (pericarpio) se midió tras el despulpado. El volumen de jugo se cuantificó por desplazamiento de agua en probeta graduada (mL), y los sólidos solubles ($^{\circ}\text{Brix}$) se midieron con refractómetro digital calibrado (VBR18). Estas variables permitieron caracterizar integralmente la calidad productiva de cada acceso bajo los distintos tratamientos.

Métodos estadísticos

Los datos fueron procesados mediante un análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de comparación de medias (Tukey, $p < 0,05$), utilizando el software Infostat y SPSS versión 20.0 (2018) para Windows.

Se verificaron los supuestos de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) y homocedasticidad (Levene) para asegurar la validez de los análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de VIUSID Agro en la fenología reproductiva del granado

Los tratamientos de 2mL y 3mL de Viusid agro en 5 litros de agua mostraron un efecto promotor significativo en la fenología reproductiva de las plantas, observándose una reproducción continua desde los meses de marzo a octubre. Este comportamiento contrastó marcadamente con el testigo y el tratamiento de 4 mL, los cuales presentaron un patrón de floración y fructificación con periodos de actividad reproductiva intermitente. La aplicación del bioestimulante parece optimizar los recursos fisiológicos de las plantas, favoreciendo una sincronización en la emisión de brotes florales y una prolongación del periodo productivo. Esto sugiere que el producto mejoró la eficiencia en el uso de nutrientes o la regulación hormonal, factores clave para mantener un ciclo reproductivo ininterrumpido (21). Por otro lado, el testigo y el tratamiento de 4ml en 5L de agua mostraron una respuesta fenológica fragmentada con pocos espacios reproductivos durante el mismo periodo. Esta discontinuidad podría asociarse a la capacidad de las plantas para sostener la demanda energética que requiere la floración y la fructificación (11) (Tabla 1).

Los resultados de este estudio coinciden con investigaciones previas que demuestran que los bioestimulantes a base de aminoácidos, extractos vegetales y micronutrientes como los presentes en VIUSID agro pueden acelerar y sincronizar las fenofases reproductivas en frutales. Estudios en cítricos y olivos han informado que la aplicación foliar de bioestimulantes mejora la floración y el cuajado de frutos al incrementar la disponibilidad de nutrientes y la actividad enzimática relacionada con la división celular (23). En el caso del granado, esto explicaría la continuidad fenológica observada en algunos tratamientos con VIUSID Agro, a diferencia del testigo (H₂O), que mostró un desarrollo irregular.

Influencia en la floración y fructificación

La aplicación de las dos primeras concentraciones de Viusid agro (2 y 3 ml), indujo la floración prolongada y escalonada en las plantas (Figura 2A y 2B). A diferencia de la concentración de 4 ml y el testigo que mostraron floraciones concentradas en cortos periodos de tiempo, seguidas de inestabilidad (Figura 2C y 2D, en la relación

botones a frutos). Este comportamiento sugiere que el bioestimulante favoreció la diferenciación de las yemas reproductivas de manera constante, posiblemente mediante la regulación de fitohormonas, que intervienen en la inducción floral. Sin embargo, en altas concentraciones puede inducir fitotoxicidad, lo cual se refleja en la inestabilidad observada (8).

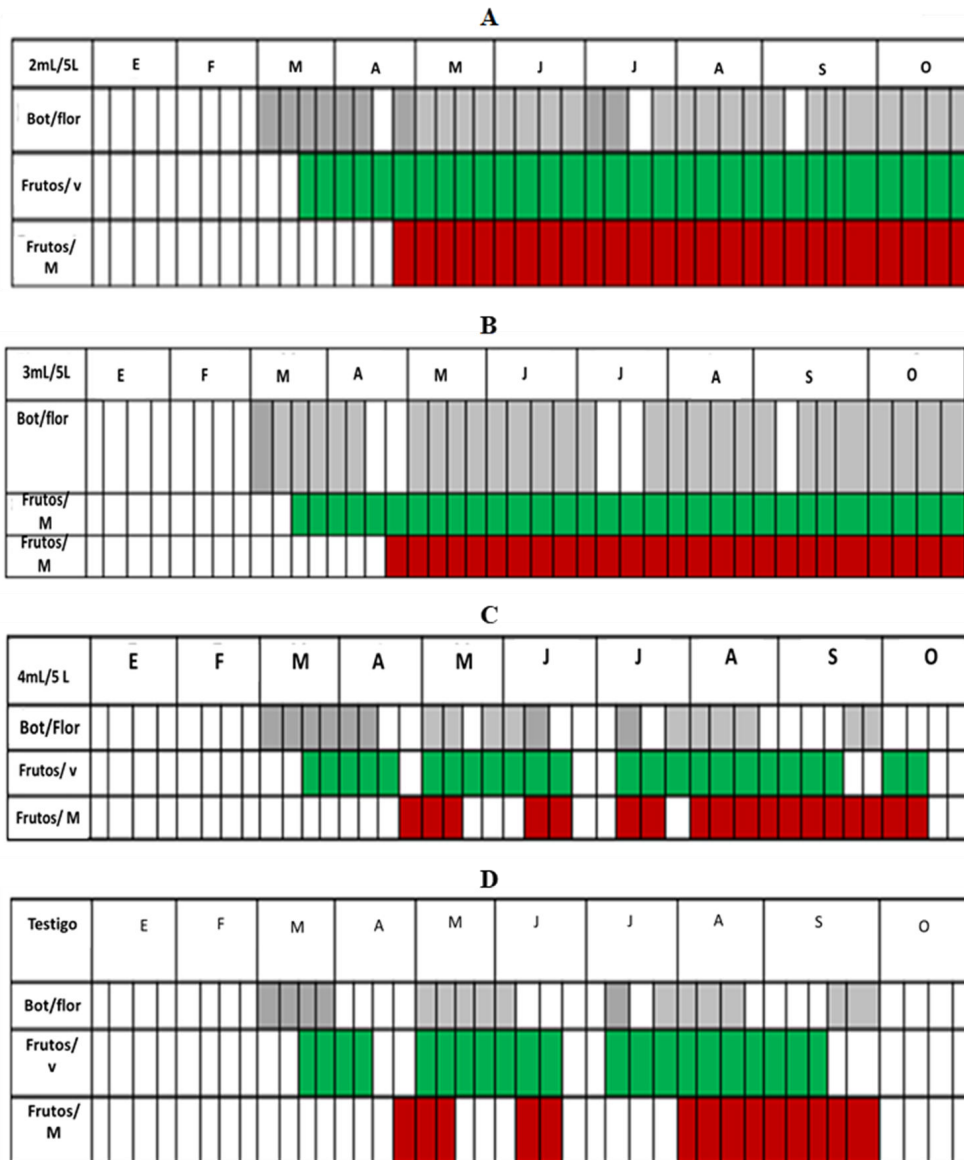
En cuanto a la fructificación y cuajado de los frutos, se obtuvo un comportamiento similar a la floración, donde las plantas tratadas con las concentraciones de 2 y 3 mL en 5 L de agua presentaron una transición eficiente y continua de flores a frutos (Figura 2A y 2B), sin abortos masivos observados en la concentración de 4 mL de Viusid agro y testigo (Figura 2C y 2D, obsérvese que la cantidad de frutos verdes y frutos maduros no es similar). El bioestimulante parece haber mejorado la tasa de cuajado, probablemente por la optimización y la disponibilidad de carbohidratos y nutrientes durante el periodo post-polinización.

El testigo y el tratamiento 4mL, exhibieron un patrón fenológico fragmentado, con ciclos reproductivos breves y alta irregularidad en el cuajado (Figura 2D). Esta discrepancia resalta el papel de Viusid agro en pequeñas concentraciones en la mitigación del estrés fisiológico asociado a la producción continua. Factores como la competencia por recursos o la sensibilidad a condiciones ambientales no favorables de precipitación y temperaturas para el cultivo, parecen haber limitado severamente al testigo y al tratamiento con la concentración más alta del bioestimulante, mientras que las concentraciones 2 y 3 mL mantuvieron la actividad reproductiva. Estos resultados subrayan el potencial del Viusid agro para extender ventajas productivas en la granada, un cultivo tradicionalmente sujeto a ciclos reproductivos estacionales.

La floración prolongada y uniforme registrada en este estudio concuerda con hallazgos en otros cultivos tratados con bioestimulantes. En este sentido, algunos autores encontraron que en *Punica granatum* L., la aplicación de productos ricos en polisacáridos y micronutrientes aumentó la cantidad de flores hermafroditas y redujo el aborto ovárico, mejorando así el potencial productivo (24). Esto respalda los resultados de las evaluaciones semanales, donde VIUSID Agro mantuvo una floración continua, mientras que el testigo presentó fluctuaciones. El cuajado constante observado en los tratamientos con el bioestimulante puede atribuirse a su posible efecto en la regulación hormonal, particularmente en la síntesis de auxinas y citoquininas, que favorecen la retención de frutos. En investigaciones previas ha quedado demostrado que formulaciones con componentes similares, reducen la caída prematura de frutos y mejoran su tamaño (11,25). Estos antecedentes refuerzan los datos presentados en la Figura 2 (8, 11).

Tabla 1. Efectos del Viusid agro en la fenología reproductiva de la granada

Aspectos evaluados	Viusid agro 2mL - 3mLen5LH ₂ O	Testigo / Viusid 4mLen5LH ₂ O	Mejora%
Duración del periodo reproductivo	Continua (marzo-Octubre)	Intermitente (30 %) del periodo	+70 %
Sincronización floral	Brotos sincronizados (95 % de plantas)	Fragmentada (20 % de plantas)	+75 %
Fructificación	Constante (90 % del periodo)	Esporádico(40% del periodo)	+50 %
Tolerancia al estrés	Sin estrés aparente	Estrés abiótico evidente	+60 %



Las barras grises corresponden a conteo de botones y flores, las verdes representan los frutos verdes y las rojas los frutos maduros
Figura 2. Resultados del estudio fenológico. (A) 2mL en 5L de agua, (B), 3 mL en 5L de agua, (C) 4mL en 5L de agua (D) Testigo

Análisis del área foliar en plantas de granada con VIUSID agro

La homogeneidad de varianza (Levene $p \leq 0,05$) y la normalidad (Shapiro- Wilk $p \leq 0,05$) validaron el uso de estas pruebas paramétricas.

El análisis de los resultados mostró que 2 mL y 3 mL superaron al control respecto a este parámetro, pero

4 mL fue estadísticamente igual al grupo control. Similares resultados fueron presentados por algunos investigadores (26). Esto sugiere un efecto óptimo en concentraciones medias posiblemente debido a una saturación o fitotoxicidad en concentraciones altas, respaldado por estudios anteriores (3). Estos resultados coinciden con investigaciones que señalan una respuesta no lineal en bioestimulantes (20) (Tabla 2).

Tabla 2. Efecto de diferentes concentraciones de VIUSID agro en el área foliar de plantas de granada

Tratamiento	Media (cm ²)	Desviación Estándar	Diferencias vs. control	Significación (p)
2mL/5L	45,5 b	± 3,1	+ 12,2 cm ²	<0,01
3mL/5L	48,7 a	± 2,8	+ 16,2 cm ²	<0,001
4mL/5L	35,1 c	± 3,5	+ 2,4 cm ²	0,215
Testigo	32,5 c	± 4,0	-	-

Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias significativas según test de Tukey, $p \leq 0,05$

Efecto de VIUSID agro en parámetros de calidad de frutos de granada

Contenido de sólidos solubles totales (°Brix)

El análisis estadístico no reveló diferencias significativas en el contenido de SST entre los tratamientos (Tabla 3).

Estos resultados coinciden con los informados por algunos autores (6), quienes no encontraron cambios significativos en °Brix en granadas tratadas con bioestimulantes, atribuyendo este fenómeno a la fuerte dependencia de los sólidos solubles del balance hídrico del cultivo. No obstante, en el tratamiento con la menor concentración, se observó una tendencia a aumentar que no fue significativa y sugiere profundizar en el estudio sobre el ajuste de dosis y frecuencia de aplicación, considerando que algunos aminoácidos presentes en VIUSID agro podrían modular la actividad enzimática relacionada con la acumulación de azúcares (27).

Masa del pericarpio

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas en la masa del pericarpio, con un coeficiente de variación (CV) del 15,14 %, lo que indica una adecuada homogeneidad experimental. Los tratamientos se agruparon en dos categorías estadísticamente distintas (Tabla 3).

Los resultados demuestran que las dosis de 2 mL y 3 mL de VIUSID agro incrementaron significativamente la masa del pericarpio en comparación con el testigo y la concentración de 4 mL. Este hallazgo sugiere un efecto dependiente de la concentración, donde concentraciones altas no generaron el mismo impacto positivo que las dosis más bajas. Esto podría explicarse a través de varios mecanismos fisiológicos documentados en la literatura. Algunos autores señalan que los bioestimulantes que contienen aminoácidos y reguladores de crecimiento vegetal, como las auxinas, pueden estimular la biosíntesis de compuestos fundamentales de la pared celular, incluyendo celulosa, hemicelulosa y lignina (10,7). Estos componentes son determinantes en la estructura y rigidez de los tejidos vegetales, lo que explicaría el incremento observado en la masa del pericarpio.

La importancia de este resultado adquiere mayor relevancia cuando se considera su impacto potencial en pos cosecha. Investigaciones realizadas han establecido una correlación positiva entre el grosor del pericarpio y la resistencia a daños mecánicos durante el almacenamiento y transporte (28), lo que sugiere que el tratamiento con VIUSID

agro podría contribuir a mejorar la vida útil comercial de los frutos (29). Este aspecto resulta particularmente valioso para la industria frutícola, donde las pérdidas pos cosecha representan un desafío económico significativo.

Sin embargo, los resultados presentan una particularidad interesante: la respuesta no fue lineal respecto a la concentración aplicada. La dosis 4 mL no mostró diferencias significativas con el testigo (30) sobre el fenómeno de saturación metabólica en aplicaciones de bioestimulantes. Este comportamiento podría explicarse por la activación de mecanismos de retroalimentación negativa en las vías metabólicas cuando se superan ciertos umbrales de concentración, aunque se requieren estudios más específicos para confirmar esta hipótesis en el caso particular de VIUSID agro.

Desde la perspectiva agronómica, un mayor grosor en el pericarpio de la granada podría conferir ventajas adaptativas. La cáscara más gruesa o lignificada proporciona mayor protección contra factores de estrés abiótico, como la sequía o la radiación ultravioleta, actuando como barrera física eficiente (24). No obstante, es importante considerar que en el contexto comercial, un desarrollo excesivo de la cáscara podría reducir el rendimiento de pulpa, aspecto que debe ser cuidadosamente evaluado en futuras investigaciones para determinar el equilibrio óptimo entre protección y productividad.

Al contrastar estos resultados con la literatura científica actual, se observan tanto coincidencias como discrepancias. Por un lado, se informan incrementos del 20-30 % en la masa del pericarpio en melón tratado con bioestimulantes (31), mientras que otros investigadores documentaron mejoras en la firmeza del pericarpio en granada usando extractos de algas, aunque sin cuantificar específicamente la masa (32,33). Por otro lado, los resultados (6), no encontraron efectos significativos de bioestimulantes sobre la cáscara de granada y destacan la importancia de considerar variables como la formulación específica del producto y las condiciones edafoclimáticas particulares de cada estudio.

Los resultados evidencian que VIUSID agro puede mejorar significativamente la masa de la cáscara en granada, mostrando una respuesta dependiente de la concentración con efectos óptimos en las dosis menores. Este efecto podría aprovecharse estratégicamente para cultivos destinados a mercados que valoran especialmente la vida pos cosecha, aunque se recomienda complementar estos hallazgos con estudios que evalúen el impacto en la relación cáscara/pulpa y su efecto sobre la calidad organoléptica final del producto.

Tabla 3. Sólidos solubles totales (°Brix) y masa del pericarpio (g) en frutos de granada bajo diferentes tratamientos con VIUSID agro

Tratamiento	Media (°Brix)	Masa del pericarpio
2 mL/5 L	10,21 a	46,44 a
3 mL/5 L	9,64 a	44,70 a
4 mL/5 L	8,60 a	29,10 b
Testigo	9,22 a	31,49 b

Medias con letras iguales en la misma columna no presentan diferencias significativas según test de Tukey ($p \leq 0,05$)

Análisis de masa individual y total de semillas en frutos de granada

Los tratamientos con 2 y 3 mL, mostraron una masa individual significativamente mayor en comparación al testigo y al tratamiento 4mL (Tabla 4). Asimismo, la masa total por frutos fue significativamente superior con las dosis menores, mientras que el testigo y el tratamiento de 4 mL registraron los valores menores (Tabla 4). La relación masa individual/total varió entre 1:875 y 1:982, sin seguir un patrón claro asociado a los tratamientos. Estos resultados indican que las dosis menores mejoran significativamente tanto en el peso individual de las semillas como el peso total del fruto en comparación con el grupo control y la concentración más alta (Tabla 4).

Los resultados demuestran un efecto significativo del bioestimulante en el desarrollo de semillas de granada, particularmente en las dosis más bajas, las cuales incrementaron tanto la masa individual de semillas (0,05 g) como la masa total por fruto (aproximadamente 44 g). Este hallazgo sugiere que el bioestimulante actúa a múltiples niveles en el desarrollo reproductivo del cultivo. Este tipo de respuestas pueden atribuirse a una estimulación en la actividad de enzimas claves involucradas en la síntesis de almidón y proteínas de reserva, lo que explicaría la mayor masa individual de las semillas (34). Además, la fuerte correlación positiva ($r = 0,82$, $p \leq 0,01$) (datos no presentados) entre la masa individual y la masa total de semillas, indica que el tratamiento no solo mejoró la calidad de estas, sino también su cantidad, coincidiendo con observaciones anteriormente informadas por otros autores en la variedad Wonderful de granada (35).

Los mecanismos fisiológicos pueden explicarse desde dos perspectivas complementarias. Por un lado, se proponen que los componentes activos de los bioestimulantes, como aminoácidos y precursores hormonales, pueden modular los niveles endógenos de auxinas y giberelinas, hormonas fundamentales en el desarrollo de tejidos reproductivos (26,36). Y por otro lado, estudios utilizando técnicas de trazado isotópico (^{13}C) han demostrado que ciertos bioestimulantes favorecen la partición de asimilatos hacia los órganos reproductivos, lo que podría explicar el mayor llenado de semillas observado en nuestro estudio (26,36). Esto sugiere que VIUSID agro podría estar actuando tanto a nivel hormonal como metabólico para mejorar el desarrollo de las semillas (37).

Desde el punto de vista práctico, estos resultados tienen importantes implicaciones para la producción comercial de granada. Se ha informado que semillas más pesadas y desarrolladas están directamente asociadas con una mayor

jugosidad y contenido de arilos, características altamente valoradas en los mercados de fruta fresca y procesada (2,14,38). Además, la identificación de la dosis óptima (2 mL) como la más efectiva entre las estudiadas, tiene relevancia económica directa para los productores, ya que representa un equilibrio entre costo y efectividad (39,40), factor crucial para la adopción de esta tecnología en sistemas productivos.

Al comparar nuestros resultados con la literatura existente, encontramos tanto coincidencias como discrepancias interesantes. Mientras que algunos autores no observaron cambios significativos en las semillas de granada tratadas con bioestimulantes (6), Algunos autores, documentaron incrementos del 18-22 % en parámetros similares a los empleados en este estudio usando formulaciones a base de aminoácidos lo que coincide con los resultados presentados en este estudio (28). Estas diferencias podrían atribuirse a varios factores, incluyendo variaciones genéticas entre cultivares (Mollar vs. Wonderful) y diferencias en la aplicación de los tratamientos (foliar vs. riego). Esta variabilidad en las respuestas resalta la importancia de realizar estudios específicos para cada condición agroecológica y material genético.

Los resultados presentados sugieren que la aplicación del bioestimulante VIUSID agro podría estar influyendo positivamente en la fertilidad de las flores, lo que se traduce en un mayor número de semillas por fruto (25,41). Este efecto podría atribuirse a la presencia de compuestos bioactivos en el producto, como aminoácidos, vitaminas o fitohormonas, que promueven una mejor división celular durante el desarrollo del óvulo o una mayor viabilidad del polen, tal como se ha documentado en estudios realizados en otros frutales (16). Además, algunas investigaciones respaldan que los bioestimulantes mejoran la eficiencia reproductiva en plantas, ya sea mediante el incremento en la tasa de polinización o la reducción del aborto ovular (33,34,42). Sin embargo, es importante considerar que la ausencia de diferencias significativas entre los sugiere que la respuesta podría estar alcanzando un umbral máximo de eficiencia, donde dosis superiores o combinaciones con otros bioestimulantes no generarían incrementos adicionales. Futuras investigaciones podrían explorar interacciones con factores ambientales o nutricionales para optimizar aún más este parámetro.

Las evidencias presentadas respaldan el potencial de VIUSID agro como alternativa para mejorar la producción de semillas en el cultivo evaluado, lo que podría tener implicaciones positivas en la propagación y el rendimiento agronómico. No obstante, se recomienda ampliar los estudios a largo plazo para evaluar la consistencia de estos efectos bajo diferentes condiciones edafoclimáticas.

Tabla 4. Peso individual de la semilla y peso total del fruto. Relación masa de la semilla/ masa total del fruto

Tratamiento	Masa (g/semilla)	Masa total (g/fruto)	Relación masa /total
1	0,05 ± 0,0017 a	44,92 ± 1,34 a	1:898
2	0,05 ± 0,0017 a	43,74 ± 1,34 a	1:875
3	0,03 ± 0,0017 b	26,47 ± 1,30 b	1:882
4	0,03 ± 0,0017 b	29,46 ± 1,34 b	1:982

Se presentan las medias ± error estándar para las masas de semilla y total del fruto. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Volumen de jugo (%)

Los resultados muestran (datos no presentados) que las dosis más bajas incrementaron significativamente el porcentaje de volumen de jugo obtenido en las plantas tratadas en comparación con el grupo control. Esto podría ser explicado a través de los mecanismos fisiológicos que promueven los bioestimulantes, particularmente en lo relacionado con la expansión celular en los arilos. Los bioestimulantes a base de aminoácidos y extractos vegetales estimulan la absorción de agua y la acumulación de solutos osmóticos (como azúcares y ácidos orgánicos), lo que favorece el llenado de los frutos y, consecuentemente, el rendimiento de jugo (43).

Se ha afirmado que ciertos bioestimulantes optimizan la eficiencia en el uso del agua y la biosíntesis de osmolitos, lo que coincide con los altos valores registrados en las plantas tratadas con 2 y 3 mL del bioestimulante; diferentes autores han informado que la aplicación de estos productos puede modular la expresión de acuaporinas y mejorar la homeostasis hídrica en tejidos frutales, lo que justificaría el aumento en la extracción de jugo (6,31).

Relación dosis-respuesta del bioestimulante: clave para la optimización del cultivo

Un resultado interesante fue el bajo rendimiento observado en las plantas tratadas con 4 mL de VIUSID agro, en contraste con las dosis más bajas. Este comportamiento sugiere una relación no lineal entre la concentración del bioestimulante y su efectividad, fenómeno documentado en investigaciones recientes. Se ha informado que dosis altas pueden inducir una sobre estimulación metabólica, generando estrés oxidativo o desbalances en la absorción de nutrientes, lo que reduciría la eficacia del tratamiento (8).

Este efecto se asemeja a la curva de respuesta en U invertida (26,43) descrita para diversos bioestimulantes, donde existe un rango óptimo de concentración que maximiza los beneficios, pero dosis ligeramente superiores o inferiores pueden resultar contraproducentes (44). Esto refuerza la necesidad de realizar ensayos de dosificación específicos para cada cultivo y producto, ya que factores como la especie vegetal, la etapa fenológica y las condiciones edáficas pueden influir en la respuesta.

CONCLUSIONES

- Esta investigación aporta evidencia valiosa sobre el potencial de VIUSID agro para mejorar rendimientos en el cultivo de la granada. Sin embargo, también destaca la necesidad de abordar las limitaciones identificadas mediante estudios complementarios que exploren la interacción dosis-ambiente-efecto, los mecanismos fisiológicos subyacentes y la integración con otras prácticas de manejo. Estos avances permitirán optimizar el uso de este bioestimulante, maximizando sus beneficios mientras se minimizan posibles efectos no deseados.

- Las dosis de 2 y 3 mL en 5L de agua mostraron efectos positivos en parámetros productivos (masa de cáscara, número de semillas y volumen de jugo). La respuesta no lineal a las concentraciones sugiere la necesidad de ajustes en la aplicación según el material genético y condiciones de cultivo.
- En el estudio se evidencia que el VIUSID agro incrementó significativamente los parámetros tamaño y masa del fruto de granada, aunque sin efecto en los sólidos solubles (^oBrix). Estos resultados aportan evidencia para estrategias sostenibles en los trópicos con el empleo de bioestimulantes para mejorar la calidad de las frutas.

RECOMENDACIONES

Los resultados sugieren que VIUSID Agro podría ser útil para optimizar la producción de granada, pero se requieren futuras investigaciones para evaluar el impacto del bioestimulante en parámetros fisicoquímicos de los frutos (azúcares, antioxidantes) y determinar su influencia en la calidad comercial.

BIBLIOGRAFÍA

1. Filho WL, Setti AFF, Azeiteiro UM, Lokupitiya E, Donkor FK, Etim NANA / et al. / An overview of the interactions between food production and climate change. *Sci Total Environ.* 2022;838(Pt 1):156438. doi: <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156438>
2. Khayyat M, Tafazoli E, Eshghi S, Rajaei S. Effect of nitrogen, boron, potassium and zinc sprays on yield and fruit quality of pomegranate. *J Plant Nutr.* 2012;35(3):358-69. doi: <http://doi.org/10.1080/01904167.2012.639921>
3. Al-Karaki GN, Othman Y. Effect of foliar application of amino acid biostimulants on growth, macronutrient, total phenol contents and antioxidant activity of soilless grown lettuce cultivars. *S Afr J Bot.* 2023;154:225-31. doi: <http://doi.org/10.1016/j.sajb.2023.01.034>
4. Kahramanoglu I, Usanmaz S, Alas T. Improving postharvest storage quality of pomegranate fruit with chitosan coating. *J Food Sci Technol.* 2021;58(5):1809-18. doi: <http://doi.org/10.1007/s13197-020-04699-6>
5. Zamljen T, Medic A, Veberic R, Hudina M, Grohar MC, Slatnar A. Influence of hydrolyzed animal protein-based biostimulant on primary, soluble and volatile secondary metabolism of Genovese and Greek-type basil grown under salt stress. *Sci Hortic.* 2023; 319:112178. doi: <http://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112178>
6. Al-Said FA, Opara UL, Al-Yahyai RA. Physico-chemical properties and antioxidant activity of pomegranate fruit (*Punica granatum* L.). *Food Chem.* 2009;117(2):468-71. doi: <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.04.039>
7. Peña Calzada K, Trocones Boggiano A, Delgado Fernández L, Martínez Alonso Y, Martín Conesa Y, Calero Hurtado A, et al. Growth promoter in *Acacia mangium* Willd improves quality and reduces permanence in nursery. *Rev Mex Cienc Forest.* 2024; 15(86):52-76. doi: <http://doi.org/10.29298/rmcf.v15i86.1468>

8. Calvo, P., Rodríguez, M., & Sánchez, E. Dose-response effects of biostimulants in horticultural crops. *Journal of Plant Growth Regulation*. 2021. 40(3), 1234-1248. <https://doi.org/10.1007/s00344-020-10194-1>
9. Catalysis. VIUSID agro®, promotor del crecimiento. 2020. Available from: <https://catalysisagro.es/>.
10. Mejía, K. D. Control de *Phytophthora cinnamoni* en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. *Biloxi* con diferentes aislamientos de *Trichoderma*. 2018. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3669http://www.revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso>. Última visita en: 19-4-2025
11. Peña-Calzada K, Olivera Vicedo D, Habermann E, Calero Hurtado A, Lupino Gratão P, De Mello Prado R, *et al.* Exogenous application of amino acids mitigates the deleterious effects of salt stress on soybean plants. *Agronomy*. 2022; 12(9):2014. doi: <http://doi.org/10.3390/agronomy12092014>
12. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The state of food and agriculture: Leveraging automation for sustainable agriculture (Internet). 2023 (cited 2024 May 8). Available from: <http://www.fao.org>.
13. Kausar A, Zahra N, Tahir H, Hafeez MB, Abbas W, Raza A. Modulation of growth and biochemical responses in spinach (*Spinacia oleracea* L.) through foliar application of some amino acids under drought conditions. *S Afr J Bot*. 2023;158:243-53. doi: <http://doi.org/10.1016/j.sajb.2023.05.018>
14. Li G, Wei J, Li C, Fu K, Li C, Li C, *et al.* Amino acid metabolism response to post-anthesis drought stress during critical periods of elite wheat (*Triticum aestivum* L.) endosperm development. *Environ Exp Bot*. 2024; 218:105577. doi: <http://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2023.105577>
15. Terry EA, Ruiz JP, Tejeda TP, Carrillo YS. Effect of different nutritional management on yield and quality of tomato fruits. *Agron. Agron. Mesoam*. 29(2):389-401. Mayo-agosto, 2018. doi:10.15517/ma.v29i2.28889. Available from: <http://www.revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso>
16. Sadak MS, Sekara A, Al-Ashkar I, Habib-ur-Rahman M, Skalicky M, Brestic M, *et al.* Exogenous aspartic acid alleviates salt stress-induced decline in growth by enhancing antioxidants and compatible solutes while reducing reactive oxygen species in wheat. *Front Plant Sci*. 2022; 13:987641. doi: <http://doi.org/10.3389/fpls.2022.987641>
17. Trovato M, Funck D, Forlani G, Okumoto S, Amir R. Editorial: Amino acids in plants: regulation and functions in development and stress defense. *Front Plant Sci*. 2021; 12:772810. doi: <http://doi.org/10.3389/fpls.2021.772810>
18. Rouphael, Y., Spíchal, L., Panzarová, K., Casa, R., & Colla, G. High-throughput plant phenotyping for developing novel biostimulants. *Frontiers in Plant Science*, 2023. 14, 1129872. Available from: <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1129872>
19. Majeed A, Muhammad Z. Salinity: A major agricultural problem-causes, impacts on crop productivity and management strategies. In: *Plant abiotic stress tolerance: agronomic, molecular and biotechnological approaches*. Springer International Publishing; 2019. p. 83-99. doi: http://doi.org/10.1007/978-3-030-06118-0_3
20. Hernández, A., J. M. Pérez, D. Bosch y N. Castro. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Ediciones INCA. 2015. Mayabeque, Cuba. ISBN: 978-959-7023-77-7. Available from: <https://ediciones.inca.edu.cu/>
21. Rouphael Y, Colla G. Biostimulants in agriculture. *Front Plant Sci*. 2020; 11:40. doi: <http://doi.org/10.3389/fpls.2020.00040>
22. Schneider CA, Rasband WS, Eliceiri KW. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nat Methods*. 2012; 9(7):671-5. doi: <http://doi.org/10.1038/nmeth.2089>
23. Peña, Kolima, Calero-Hurtado, A., Olivera-Olivera, D., Rodríguez, J. C., Fernandes, T., & Ajila, G. Agroproductive response of *Zea mays* L. with the foliar application of VIUSID agro®. *Revista de La Facultad de Agronomía de La Universidad Del Zulia*, 2021 38(3), 573-584. Available from: [https://doi.org/10.47280/RevFacAgron\(LUZ\).v38.n3.06](https://doi.org/10.47280/RevFacAgron(LUZ).v38.n3.06)
24. Jiang, J., Wang, Z., Kong, X., Chen, Y., & Li, J. Exogenous tryptophan application improves cadmium tolerance and inhibits cadmium upward transport in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). *Frontiers in Plant Science*. 13-7-2022, 1-13. Available from: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.969675>
25. Peña Calzada K, Calero Hurtado A, Peistrup V, Mühlmann I, Rodríguez Miranda D, Rodríguez Coca LI, *et al.* Respuestas fisiológicas y productivas de plantas de remolacha tratadas con una solución de aminoácidos. *Temas Agrar*. 2024; 29(1):113-25. doi: <http://doi.org/10.21897/pkxmyw03>
26. Romero LM, Estrada NM, Gálvez JR, Concepción OM, Chávez E, Kukurtcu B. Effect of Viusid Agro® on the Growth of Banana (*Musa* Spp.) Seedlings Under Nursery Conditions. *Int J Agric Res Environ Sci*. 2023;4(2):0-4. doi: <http://doi.org/10.51626/ijares.2023.04.00036>
27. Pordeus AV, Moraes L de A, Medeiros D de O, Benitez LC. Growth response of hydroponic *Lactuca sativa* L. to application of fertilizer organic VIUSID Agro®. *J Agric Sci*. 2020; 12(11):268. doi: <http://doi.org/10.5539/jas.v12n11p268>
28. Yakhin OI, Lubyaynov AA, Yakhin IA, Brown PH. Biostimulants in plant science: a global perspective. *Front Plant Sci*. 2017; 7:2049. doi: <http://doi.org/10.3389/fpls.2016.02049>
29. Zhang C, Zhang J, Liu W, Ji J, Zhang K, Li H, *et al.* Mechanisms of branched chain amino acids promoting growth and lipid accumulation in *Camelina sativa* seedlings under drought and salt stress. *Sustain Energy Technol Assess*. 2025; 75:104201. doi: <http://doi.org/10.1016/j.se-ta.2025.104201>
30. González YA, Pérez Díaz Y, Calero Hurtado A. Prácticas agrícolas sostenibles que benefician la productividad del maní. In: Valdivia YC, Peña Calzada K, editores. *Soberanía alimentaria y desarrollo agropecuario y forestal sostenible II*. 2nd ed. 2024. p. 97-114. Available from: <https://dspace.uniss.edu.cu/handle/123456789/9067>

31. Júnio E, Caetano M, Costa CC, Batista JD, Armando E, Arielly C, *et al.* Aplicação de bioestimulante e número de frutos sobre a alocação de fitomassa em meloeiro. *Rev Bras Gest Ambient.* 2022;16(1):27-36. doi: <http://doi.org/10.18378/rbga.v16i1.9488>
32. Priyanka B, Ramesh T, Rathika S, Balasubramaniam P. Foliar application of fish amino acid and egg amino acid to improve the physiological parameters of rice. *Int J Curr Microbiol Appl Sci.* 2019; 8(2):3005-9. doi: <http://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.802.351>
33. Parra A, *et al.* Biostimulants for plant growth and mitigation of abiotic stresses: a metabolomics perspective. *Metabolites.* 2020; 10(12):505. doi: <http://doi.org/10.3390/metabo10120505>
34. Pérez Díaz Y, Calero Hurtado A, Peña Calzada K, Gutiérrez Díaz JL, Rodríguez González V. Densidades de plantas y aplicación foliar de aminoácidos incrementan el rendimiento del ajonjolí. *Temas Agrar.* 2024; 29(1):100-12. doi: <http://doi.org/10.21897/w2sd1542>
35. Pleguezuelo CRR, Zuazo VHD, García-Tejero I, Fernández JLM. Biostimulants in sustainable pomegranate production. *Sci Hortic.* 2021; 283:110067. doi: <http://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110067>
36. Rodríguez, M. A., Cabrera, L. R., & Madrigal, Y. E. Respuesta productiva del frijol ante la aplicación de un promotor del crecimiento activado molecularmente. In Y. C. Valdivia & P. Kolima 2023 (Eds.), (1st ed., pp. 199-210). Available from: <https://dspace.uclv.edu/cu/handle/123456789/14163>
37. Betancourt VMH, Hernández OH, Chaviano GF. Efecto de tres dosis de VIUSID agro en el comportamiento productivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad buenaventura. In: Valdivia YC, Peña Calzada K, editores. Soberanía alimentaria y desarrollo agropecuario y forestal sostenible: II. 2nd ed., 2024. p. 158-170. Available from: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15775462>.
38. Ayyildiz M, Erdal G. The relationship between carbon dioxide emission and crop and livestock production indexes: a dynamic common correlated effects approach. *Environ Sci Pollut Res.* 2021;28(1):597-610. doi: <http://doi.org/10.1007/s11356-020-10409-8>
39. Maza NE, Álvarez MWC, Alvarado CMR, Hernández GT. Influencia de VIUSID agro en la producción de semillas de pepino (*Cucumis sativus* L.). *Agríc Trop.* 2019; 5(1):1-11. Available from: <http://ojs.inivit.cu/index.php?journal=ini-vit&page=issue&op=view&path%5B%5D=AT05012019>
40. Funes Aguilar F. Reseña sobre el estado actual de la agroecología en Cuba. *Agroecología.* 2017;12(1):7-18. Available from: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo%3Fcodigo%3D6407551>
41. Pérez-Fernández, N., Gutiérrez-Gevara, O., & Fonseca-Pérez, M. Efecto de VIUSID® Agro en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*, L.) en condiciones de organoponía. *Cultivos Tropicales*, 2022 43(4), 1-7. Available from: <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1704/3370>
42. Magna M, Nunes M, Cassia R De, Saboya C, Grande C. Crescimento, produtividade e fertilidade do solo na cultura do algodoeiro sob o uso de biofertilizantes e adubación NPK. *Rev Agroecol Semiárido.* 2021;5(3):1-15. doi: <http://doi.org/10.35512/ras.v5i3.5355>
43. Rouphael Y, Colla G. Synergistic biostimulatory action: Designing the next generation of plant biostimulants for sustainable agriculture. *Front Plant Sci.* 2018; 9:1655. doi: <http://doi.org/10.3389/fpls.2018.01655>
44. Gomes, M. M. de A., Costa, C. C., Pereira, U. dos S., Sousa, M. E. de, Sousa, C. A. A. de, Lopes, K. P., Diniz, G. L., & Silva, G. C. da. Foliar biostimulant application on the growth and development of *Citrullus lanatus* seedlings grown in salinized substrate. *Cuaderno Pedagógico.* (2024). 21(9), e8350. Available from: <https://doi.org/10.54033/cad-pedv21n9-322>