

## Uso del ácido piroleñoso

en la propagación de plántulas de *Dioscorea alata* L. clon Criollo

*Use of pyroleanic acid in the plantlets propagation of Dioscorea alata L. Criollo clone*

Recibido: 14/9/24

Aceptado: 06/01/25

Publicado: 10/02/25

Yanet Tejadilla Sánchez<sup>1\*</sup>

E-mail: [yanettejadillasanchez@gmail.com](mailto:yanettejadillasanchez@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7715-5418>

Misterbino Borges García<sup>1</sup>

E-mail: [misterbinobgarcia@gmail.com](mailto:misterbinobgarcia@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2052-7294>

Jesús Antonio Díaz Hernández<sup>1</sup>

E-mail: [jdiaz@ucf.edu.cu](mailto:jdiaz@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8515-3203>

<sup>1</sup>Área de Ciencias Técnicas e Innovación. Departamento de Desarrollo. Empresa Agroindustrial de Granos. Fernando Echenique, Bayamo, Granma". Cuba.

<sup>2</sup> Universidad de Granma, Bayamo, Granma, Cuba.

\*Autor para correspondencia.

### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Tejadilla Sánchez Y., Borges García, M. (2025). Uso del ácido piroleñoso en la propagación de plántulas de *Dioscorea alata* L. clon Criollo. *Revista Científica Agroecosistemas*, 13, e749. <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/749>

### RESUMEN

El ácido piroleñoso también llamado vinagre de madera es un líquido acuoso producido a partir de la pirólisis de biomasa, que se utiliza con múltiples propósitos: en el mejoramiento de la calidad del suelo, como enraizador, biostimulante, biocontrol y como fertilizante foliar, entre otros. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la utilización del ácido piroleñoso en la propagación de plántulas de *Dioscorea alata* L. clon Criollo. Se aplicó un diseño experimental completamente aleatorizado. Las variantes experimentales consistieron en la inmersión durante una hora de fragmentos de tubérculos sanos en distintas dosis de ácido piroleñoso (0, 5, 10 y 15 ml/L) obtenido de plantas de marabú y su posterior plantación en un sustrato compuesto por 100 % de NEREA sustrato. A los 50 días de plantados los fragmentos de tubérculos sanos se determinó el porcentaje de brotación en la población total, y se tomaron aleatoriamente 30 plántulas por tratamiento a las cuales se le determinaron las siguientes evaluaciones morfológicas: longitud del tallo (cm); número (U), largo (cm) y ancho (cm) de las hojas. Con el uso de ácido piroleñoso se obtiene una respuesta favorable en la brotación de los tubérculos, longitud del tallo, número, largo y ancho de las hojas, así como en el control de plagas y enfermedades en plántulas de ñame clon Criollo, durante su propagación en casa de cultivo semiprotegido. Los valores más altos y la mayor respuesta, se alcanzan con el uso de 15 ml/L de ácido piroleñoso.

### Palabras clave:

Agricultura sostenible, Bioproductos, Casa de cultivo semiprotegido, Dormancia.

### ABSTRACT

Pyroleanic acid, also called wood vinegar, is an aqueous liquid produced from the pyrolysis of biomass, which is used for multiple purposes: to improve soil quality, as a rooting agent, biostimulant, biocontrol and foliar fertilizer, among others. The objective of the present work was to evaluate the use of pyroleanic acid in the propagation of *Dioscorea alata* L. clone Criollo seedlings. A completely randomized experimental design was applied. The experimental variants consisted of immersing healthy tuber fragments for one hour in different doses of pyroleanic acid (0, 5, 10 and 15 ml/L) obtained from marabu plants and then planting them in a substrate composed of 100% NEREA substrate. Fifty days after the healthy tuber fragments were planted, the percentage of sprouting in the total population was determined, and 30 seedlings were randomly taken per treatment and the following morphological evaluations were determined: stem length (cm); number (U), length (cm) and width (cm) of the leaves. With the use of pyroleanic acid, a favorable response was obtained in tuber sprouting, stem length, number, length and width of leaves, as well as in the control of pests and diseases in seedlings of yam clone Criollo, during its propagation in a semi-protected cultivation house. The highest values and the greatest response were achieved with the use of 15 ml/L of pyroleanic acid.

### Keywords:

Sustainable agriculture, Bioproducts, Semi-protected growing house, Dormancy.

## INTRODUCCIÓN

El ñame (*Dioscorea* sp.) es un cultivo de importancia en América tropical, debido a su contribución en la seguridad alimentaria de las poblaciones rurales (Sánchez *et al.*, 2021).

Los recientes avances en la búsqueda de procedimientos rápidos de propagación de ñame, han llevado al uso de esquejes como una fuente alternativa de material de plantación. Sin embargo, el uso de tubérculos sigue siendo el único medio de propagación para millones de pequeños agricultores (Aighewi *et al.*, 2020).

La falta de material de plantación para la producción del cultivo, el riesgo de diseminación de virus y enfermedades en el sistema tradicional de producción de semillas de ñame refleja la necesidad de mejoramiento del sistema de producción, especialmente para la alta producción y consumo (Raphiou *et al.*, 2019).

Es importante declarar que la reproducción asexual del ñame, implica que el material de plantación envejece fisiológicamente por los reiterados ciclos de cultivo en campo y se deteriora por la acumulación de plagas y enfermedades, lo que disminuye de forma considerable el potencial de rendimiento del cultivo, de modo que resulta imprescindible establecer un esquema de certificación de material de plantación que combine de manera efectiva los métodos biotecnológicos y convencionales para la producción acelerada de semillas categorizadas, aspecto que en la actualidad constituye la principal limitante para la producción y diversificación sostenible de este cultivo en Cuba y el mundo (Borges y Reyes, 2022).

Uno de los aspectos que ha limitado la propagación del ñame ha sido que el mismo posee un periodo de dormancia de diciembre a inicios de marzo, de modo que la búsqueda de alternativas para reducir el tiempo y propiciar mayores índices de propagación con el uso de bioproductos promisorios como el ácido piroleñoso de producción local resulta de especial interés.

El ácido piroleñoso también llamado vinagre de madera es un líquido acuoso producido a partir de la pirolisis de biomasa como sub producto de la obtención de carbón, se obtiene por la condensación del humo generados durante la pirolisis de la biomasa de 450 - 600 °C, este líquido tiene un ahumado especial, el olor y el color son de amarillo claro a marrón. El líquido saliente contiene 90 % de agua, 5 - 10 % de ácido acético y algunos compuestos químicos como: metanol y fenoles que funcionan como plaguicidas y el ácido valérico, que acelera la germinación y ayuda al desarrollo de microorganismos que mejora el suelo (Pelincó *et al.*, 2020).

El ácido piroleñoso, se utiliza con múltiples propósitos: en el mejoramiento de la calidad del suelo, como enraizador, biostimulante, biocontrol y como fertilizante foliar, entre otros. Tomando en consideración lo antes expuesto, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar la utilización del ácido piroleñoso en la propagación de plántulas de *Dioscorea alata* L. clon Criollo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el Centro de Estudios de Biotecnología Vegetal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y las áreas de viveros del Campus II de la Universidad de Granma en el municipio Bayamo, provincia Granma, Cuba.

### Material vegetal

Se utilizaron fragmentos de tubérculos sanos de 100 gramos de peso de ñame clon Criollo provenientes de plantas *in vitro* cultivadas durante un primer ciclo de cultivo en campo (ocho meses) en el banco de semilla categorizada del Centro de Estudios de Biotecnología de la Universidad de Granma.

Según Borges *et al.* (2018), el clon Criollo, se caracteriza por tener hojas acorazonadas-abarquilladas, enteras, paralelinervias, opuestas, pecíolos con cinco aristas y de color verde oscuro (Fig. 1A). En las hojas jóvenes el punto de inserción limbo-pecíolo y pecíolo-tallo es verde por ambas partes. En las hojas adultas la inserción limbo-pecíolo y pecíolo-tallo, es de color verde en ambas partes. Los tallos son verde, aristados con ligeros tintes marrón en sus extremos, se enrollan en sentido contrario de las manecillas del reloj y la base del tallo hasta 20 cm posee color marrón. Los tubérculos tienen forma irregular, cáscara lisa y de color castaño claro (Fig. 1B), con masa crema y subepidermis blanca; produce bulbillos aéreos y es tolerante a la antracnosis.

**Fig. 1.** Características del ñame clon Criollo, planta (A) y tubérculos (B)



A

B

Fuente: Elaboración propia

Se aplicó un diseño experimental completamente aleatorizado. Las variantes experimentales consistieron en la inmersión durante una hora de fragmentos de tubérculos sanos de ñame en distintas dosis de ácido piroleñoso (control sin aplicación del producto y con 5, 10 y 15 ml.L<sup>-1</sup> en agua corriente), obtenido de plantas de marabú (*Dichrostachys cinerea* L.) y su posterior plantación en 100 % NEREA sustrato con buen drenaje, con tres replicas por tratamiento, 100 fragmentos de tubérculos por replica en total 300 por tratamiento.

La plantación se realizó en canteros de 1.0 m de ancho x 3.0 m de largo x 0.2 m de altura en casa de cultivo

semiprotegido. Se realizaron 30 hileras a una profundidad de 10 cm, en la cual se colocaron 10 fragmentos de 100 g por cada hilera para un total de 300 fragmentos por tratamiento. A una altura de 10 cm se colocó una penca de coco o palma real para favorecer la oscuridad. El riego fue diario y con abundante agua, durante la tarde con la caída del sol. Las condiciones ambientales prevaecientes fueron temperatura 32 °C, humedad relativa 60 – 80 % y fotoperiodo de 11 a 12 horas luz.

A los 50 días de plantados los fragmentos de tubérculos se determinó el porcentaje de brotación en la población total, y se tomaron aleatoriamente 30 plántula por tratamiento a las cuales se le determinaron las siguientes evaluaciones morfológicas: longitud del tallo (cm); número (U), largo (cm) y ancho (cm) de las hojas.

Se monitoreó sistemáticamente la incidencia de plagas según las instrucciones técnicas del cultivo del ñame (MINAG, 2008).

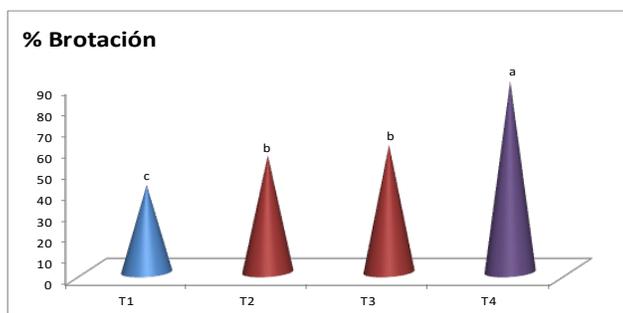
### Análisis estadístico

Se aplicó un análisis de varianza de clasificación simple con prueba de comparación múltiple de medias de Tukey al 5 % de probabilidad del error. Para comprobar la normalidad de los datos se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk mientras que la homogeneidad de las varianzas fue con el empleo de la prueba de Levene. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2020).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El uso del ácido píroleñoso en sus diferentes dosis mostró un efecto significativo ( $P < 0.05$ ) con relación al tratamiento control sin aplicación, en los porcentajes de brotación de las plántulas de ñame (*Dioscorea alata* L.) clon Criollo en la fase de propagación a 50 días de cultivo en condiciones de casa de cultivo semiprotegido. Los mayores valores significativos ( $P < 0.05$ ) se alcanzaron con el tratamiento de inmersión de los fragmentos de tubérculos en una solución de 15 ml/L de ácido píroleñoso en agua corriente. (Fig.2)

**Fig. 2.** Porcentaje de brotación de las plántulas de ñame (*Dioscorea alata* L.)



Fuente: Elaboración propia

Clon Criollo con el uso de diferentes dosis del ácido píroleñoso en la fase de propagación a 50 días de cultivo en condiciones de cultivo semiprotegido. T1, tratamiento

control sin aplicación de ácido píroleñoso; T2, tratamiento de inmersión de los fragmentos de tubérculos en una solución de 5 ml/L de ácido píroleñoso en agua corriente; T3, tratamiento de inmersión de los fragmentos de tubérculos en una solución de 10 ml/L de ácido píroleñoso en agua corriente; T4, tratamiento de inmersión de los fragmentos de tubérculos en una solución de 15 ml/L de ácido píroleñoso en agua corriente. Medias de tratamientos con letras distintas difieren significativamente según la prueba de comparación múltiples de media de Tukey para ( $p < 0.05$ ). EE, Error estándar.

Estos resultados indican la factibilidad técnica y agronómica en la propagación de ñame clon Criollo con el uso de diferentes dosis del ácido píroleñoso en la fase de propagación a 50 días de cultivo en condiciones de cultivo semiprotegido, y principalmente con la dosis de 15 ml/L. Esto se debe a la presencia en este bioproducto de componentes como el ácido valérico que interviene en la estimulación de varios procesos de desarrollo vegetativo como la germinación y/o brotación de las plantas entre otros.

Al respecto Álvarez & Hirai (2009) señalaron que el líquido saliente de ácido píroleñoso contiene un 80-90 % de agua, 5-10 % de ácido acético y más de 200 tipos de compuestos químicos diluidos. Entre estos compuestos se encuentran, por ejemplo, metanol y fenoles, que funcionan como plaguicidas; y ácido valérico, que acelera la germinación y ayuda al desarrollo de los microorganismos que mejoran el suelo y la calidad del abono orgánico.

Resultados similares y ligeramente superiores fueron obtenidos por Pelinco *et al.* (2020), los cuales refieren efectos significativos del ácido píroleñoso en la germinación, de semillas de cocona (*Solanum sessiliflorum*), cacao (*Theobroma cacao*) con 96. 70%, y 100%, sin embargo, hubo efectos negativos para las semillas de sandía (*Citrullus lanatus*). Así mismo, la aplicación de ácido píroleñoso a dosis de 10 ml tuvo los mejores resultados en la germinación de semillas de cacao (97 %) y cocona (90 %).

Por otro lado, resultados semejantes fueron logrados por Ramos (2022) al evaluar la respuesta de los clones promisorios de ñame tanto comerciales (Belep, Blanco de Guinea y Amarillo Blanco) como los locales (Criollo y Chino Blanco) a partir de fragmentos de tubérculos plantados en canteros semiprotegidos pero con arena de río tratada y NEREA® sustrato al 100 %. A los 45 días de cultivo obtuvieron altos porcentajes de brotación en un rango de 95 a 97 %, para todos los clones en los dos sustratos evaluados, demostrando las potencialidades biológicas de los fragmentos de tubérculos para regenerar plantas fuertes y vigorosas, mientras que, Duany (2023) al evaluar diferentes sustratos (aserrín de madera, compost de estiércol vacuno, arena de río lavada y NEREA sustrato) en la propagación del ñame clon Criollo obtuvo altos porcentajes de brotación al cabo de 60 días en el rango de 86 a 96 %.

El incremento significativo del efecto del ácido píroleñoso en la brotación contribuye a reducir la dormancia natural de los tubérculos aspecto esencial para asegurar una mayor

plantación y la uniformidad total del cultivo. Con relación a ello Sánchez *et al.* (2021) señalaron que la dormancia natural que presentan los tubérculos de ñame puede durar varios meses, lo que hace que el almacenamiento en este cultivo sea de carácter obligatorio antes de iniciar con una nueva siembra. Esto implica riesgos y costos adicionales para el agricultor, lo que lo obliga en ocasiones a realizar las siembras usando tubérculos que aún no han completado su periodo de dormancia natural. Como consecuencia se presenta en campo brotación irregular y cultivos desuniforme.

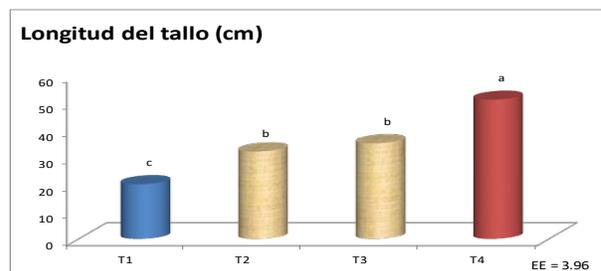
Uno de los inconvenientes al que se enfrentan los agricultores para la siembra de este cultivo es el largo periodo de dormancia que presentan los tubérculos después de la cosecha (Darkwa *et al.*, 2019). Esto obliga a almacenar los tubérculos cosechados durante largos periodos de tiempo (Kone *et al.*, 2018), incluso si las condiciones del suelo para la siembra son adecuadas. Este almacenamiento puede durar entre 1.5 a 4 meses, y se realiza bajo condiciones de sombra, en lugares frescos y aireados, en la finca del productor. Sin embargo, durante este periodo de almacenamiento los tubérculos se exponen al ataque de plagas y enfermedades que ocasionan pérdidas de hasta 50 % de la producción en almacenamiento (Sánchez *et al.*, 2020).

Sánchez *et al.* (2021) demostraron que el estado de reposo de los tubérculos de ñame puede ser interrumpido mediante la aplicación exógena de reguladores del crecimiento vegetal, en cuyo caso algunos tratamientos resultaron ser más efectivos, dependiendo de la edad de la cosecha o madurez de los mismos. Desde el punto de vista práctico, podría ser posible obtener cultivos de ñame más uniformes mediante la siembra de tubérculos o secciones de ñame tratados con reguladores del crecimiento vegetal, que aceleren la brotación de las yemas que se encuentran en reposo natural. Esto resolvería los problemas que enfrentan los agricultores en campo, en donde la brotación de los tubérculos sembrados es desuniforme, ocasionando cultivos con plantas con diferente grado de desarrollo, lo que ocasiona dificultades en el manejo y cosechas con alto grado de desuniformidad.

Igualmente a la respuesta alcanzada para la brotación, se evidenció para los indicadores morfológicos una respuesta significativa ( $p < 0.05$ ) al uso del ácido piroleñoso en sus diferentes dosis y variables evaluadas lo que indica que este bioproducto, no solo tiene efecto favorable sobre la germinación sino también en el crecimiento y desarrollo vegetativo de las plántulas

En la figura 3 se ilustra los valores de la longitud del tallo de las plántulas de ñame (*Dioscorea alata* L.) Clon Criollo con el uso de diferentes dosis del ácido piroleñoso en la fase de propagación a 50 días de cultivo en condiciones de cultivo semiprotegido. Se observa claramente el efecto significativo ( $P < 0.05$ ) del ácido piroleñoso en todas las dosis, y a medida que aumenta la dosis a partir de 15 ml/L se alcanzan los mayores valores significativos ( $P < 0.05$ ). (Fig. 3)

**Fig. 3.** Longitud del tallo de las plántulas de ñame (*Dioscorea alata* L.)



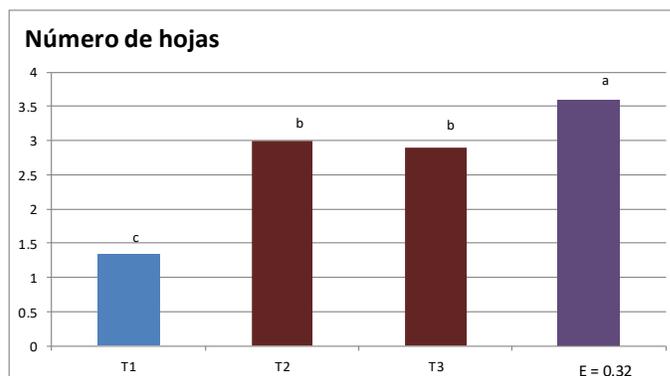
Fuente: Elaboración propia

Clon Criollo con el uso de diferentes dosis del ácido piroleñoso en la fase de propagación a 50 días de cultivo en condiciones de cultivo semiprotegido. T1, tratamiento control sin aplicación de ácido piroleñoso; T2, tratamiento de inmersión de los fragmentos de tubérculos en una solución de 5 ml/L de ácido piroleñoso en agua corriente; T3, tratamiento de inmersión de los fragmentos de tubérculos en una solución de 10 ml/L de ácido piroleñoso en agua corriente; T4, tratamiento de inmersión de los fragmentos de tubérculos en una solución de 15 ml/L de ácido piroleñoso en agua corriente. Medias de tratamientos con letras distintas difieren significativamente según la prueba de comparación múltiples de media de Tukey para ( $p < 0.05$ ). EE, Error estándar

Estos resultados demuestran el efecto del ácido piroleñoso en la longitud del tallo, uno de los indicadores principales del desarrollo vegetativo de las plántulas, con valores en un rango de 32 a 51 cm. Duany (2023) al evaluar diferentes sustratos (aserrín de madera, compost de estiércol vacuno, arena de río lavada y NEREA® sustrato) en la propagación del ñame clon Criollo logró valores para la longitud del tallo inferiores en el rango de 25 a 30 cm al cabo de 60 días de plantados en condiciones de cultivo semiprotegido.

Respecto el número de hojas de las plántulas de ñame clon Criollo (Fig. 4) se aprecia un efecto significativo ( $P < 0.05$ ) del ácido piroleñoso en todas las dosis, y a medida que aumenta la dosis se alcanzan los mayores valores significativos ( $P < 0.05$ ) en la concentración de 15 ml/L

**Fig. 4.** Número de hojas de las plántulas de ñame (*Dioscorea alata* L.)



Fuente: Elaboración propia

Clon Criollo con el uso de diferentes dosis del ácido piroleñoso en la fase de propagación a 50 días de cultivo en condiciones de cultivo semiprotegido. T1, tratamiento control sin aplicación de ácido piroleñoso; T2, tratamiento de inmersión de los fragmentos de tubérculos en una solución de 5 ml/L de ácido piroleñoso en agua corriente; T3, tratamiento de inmersión de los fragmentos de tubérculos en una solución de 10 ml/L de ácido piroleñoso en agua corriente; T4, tratamiento de inmersión de los fragmentos de tubérculos en una solución de 15 ml/L de ácido piroleñoso en agua corriente. Medias de tratamientos con letras distintas difieren significativamente según la prueba de comparación múltiples de media de Tukey para ( $p < 0,05$ ). EE, Error estándar

Ramos (2022) alcanzó valores semejantes para el número de hojas en un rango de 2.5 a 4 al evaluar la respuesta de las plántulas procedentes de fragmentos de tubérculos sanos de los clones promisorios Belep, Criollo, Chino Blanco, Blanco de Guinea y Amarillo Blanco plantados en canteos semiprotegidos con arena de río lavada y NEREA® al 100% durante 45 días.

Los resultados del ancho y largo de las hojas de las plántulas de ñame clon Criollo con el uso de diferentes dosis del ácido piroleñoso (Tabla 1) posee igual respuesta a las distintas variables analizadas anteriormente.

Tabla 1. Ancho y largo de las hojas de las plántulas de ñame (*Dioscorea alata* L.) clon Criollo con el uso de diferentes dosis del ácido piroleñoso en la fase de propagación a 50 días de cultivo en condiciones de cultivo semiprotegido.

Tratamientos	Dosis (ml.L-1)	Hojas (cm)	
		Ancho	Largo
1	0.0	6.6 c	6.5 c
2	5.0	8.0 b	8.2 b
3	10.0	8.5 b	8.3 b
4	15.0	11.0 a	12.0 a
EE		0.67	0.66

Fuente: Elaboración propia

T1, tratamiento; T2, tratamiento de inmersión de los fragmentos de tubérculos en una solución de 5 ml/L de ácido piroleñoso en agua corriente; T3, tratamiento de inmersión de los fragmentos de tubérculos en una solución de 10 ml/L de ácido piroleñoso en agua corriente; T4, tratamiento de inmersión de los fragmentos de tubérculos en una solución de 15 ml/L de ácido piroleñoso en agua corriente. Medias de tratamientos con letras distintas en una misma columna difieren significativamente según la prueba de comparación múltiples de media de Tukey para ( $p < 0,05$ ). EE, Error estándar

El ácido piroleñoso tuvo un efecto significativo en los indicadores principales de las plántulas brotación, longitud del tallo, número, ancho y largo de las hojas con los mayores valores en el, tratamiento de inmersión de los fragmentos de tubérculos en una solución de 15 ml/L de ácido piroleñoso en agua corriente (Fig. 5).

**Fig.5.** Plántulas de ñame (*Dioscorea alata* L.)



Fuente: Elaboración propia

Clon Criollo obtenida a partir de segmento de tubérculo tratado con 15 ml/L de ácido a 50 días en condiciones de cultivo semiprotegido.

El ácido piroleñoso, tiene características únicas que los hacen valiosos y con un elevado número de aplicaciones en la agricultura, mejoras en la cosecha de productos, germinación de semillas, inhibidor de patógenos y hongos de plantas y como fertilizante orgánico (Lima *et al.*, 2019).

La evaluación de plagas y enfermedades en las plántulas demostró ausencia de incidencia de las mismas al cabo de los 50 días de cultivo en condiciones de cultivo semiprotegido. Esto es debido a que el ácido piroleñoso posee un efecto de biocontrol dado principalmente por los compuestos ácido acético y fenoles. Además el material vegetal procedió de tubérculos sanos y su plantación se realizó sobre NEREA® sustrato, el cual por sus características físico-químicas favorece la propagación de las plantas y evita la incidencia de plagas y enfermedades.

El ácido piroleñoso es un producto innovador que posee diversos beneficios en el área de la agricultura, en donde se ha demostrado que posee cierta eficacia para la fertilización, enraizamiento, estimulando el crecimiento y como alternativa para el manejo de plagas y enfermedades como control natural (Espín, 2020).

En este sentido, Padilha de Farias *et al.* (2020) al evaluar el control *in vitro* e *in vivo* de la pudrición seca de nematodos en el cultivo del ñame usando extractos de ácido piroleñoso demostraron el efecto favorable de este bioproducto en el tratamiento de tubérculos de ñame infectados con *Scutellonema bradys* y *Pratylenchus* sp. Bajo condiciones de casa de cultivo semiprotegido. Según Campos (2018) la actividad antimicrobiana de los extractos piroleñosos es debido a la presencia de compuestos fenólicos, carbonilos, y ácidos orgánicos.

## CONCLUSIONES

Con el uso de ácido piroleñoso se obtiene una respuesta favorable en la brotación de los tubérculos, longitud del tallo, número, largo y ancho de las hojas, así como en el control de plagas y enfermedades en plántulas de ñame clon Criollo, durante su propagación en casa de cultivo semiprotegido. Los valores más altos y la mayor respuesta, se alcanzan con el uso de 15 ml/L de ácido piroleñoso.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la cooperación internacional brindada por el Team project Flemish Interuniversity Council (VLIR-UOS); University Gent, Belgium “Biotecnología *in vitro* de plantas para el incremento de la seguridad alimentaria en la región oriental de Cuba” en especial al Prof. Dr. Stefaan Werbrouck, Director Lab. Applied *In Vitro* Plant Biotechnology y al proyecto Institucional “Tecnologías innovativas para el fortalecimiento de la soberanía alimentaria y nutricional en la Universidad de Granma, Granma, Cuba”.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aighewi, B.A., Maroya, N.G, Asiedu, R., Aihebor, D., Balogun, M. & Mignouna, D. (2020). Seed yam production from whole tubers versus minisett. *Journal of Crop Improvement*, DOI: [10.1080/15427528.2020.1779157](https://doi.org/10.1080/15427528.2020.1779157). Université de Provence, Aix – Marseille 1, 97 pp.

Alvarez, F. & Hirai, Y. (2009). Producción y uso del ácido piroleñoso. InfoAgro Costa Rica. 2 pp.

Borges, M. & Reyes, D (2022). Mejoramiento de la tecnología del cultivo del ñame (*Dioscorea alata* L.) clon criollo en campo. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(3), 159-166. <https://aes.ucf.edu/cu/index.php/aes>.

Borges M., Reyes D, Leyva H., Ávila, U. & Lambert, T. (2018). Producción de ñame clon Criollo a partir de bulbillos aéreos. *Agronomía Mesoamericana*, 29 (1): 75-84.

Campos, A.D. (2018). Informação técnica sobre extrato piroleñoso. Pelotas, Embrapa Clima Temperado. 9p. (Circular Técnica, 177).

Darkwa, K., B. Olanmi, R. Asiedu, & Asfaw, A. (2019). Review of empirical and emerging breeding methods and tools for yam (*Dioscorea* spp.) improvement: Status and prospects. *Plant Breed.* 139: 474-497. doi: <https://doi.org/10.1111/pbr.12783>. [ Links ].

Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., González, L., Tablada, M. & Robledo, C.W. (2020). Programa InfoStat. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.

Duany, D. (2023). Uso de diferentes sustratos en la propagación de semillas categorizadas de ñame (*Dioscorea alata* L.) clon Criollo. Trabajo de Diploma. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Granma. 43 pp.

Espín, D. R. (2020). Evaluación de diferentes dosis de ácido piroleñoso para el control de las principales plagas en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.) [tesis de maestría, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio institucional. <https://repositorio.uteg.edu.ec/server/api/core/bitstreams/81f1d134-d554-4e69-bd62-8a583ffaaf90/content>

Kone, S., D. T. Okou, J. Adom, M. Egnin, C. M. Jolly, and J. A. Djaman. (2018). Yam *Dioscorea cayennensis* subsp. *rotundata* (Poir.) J. Miegé (synonym *Dioscorea rotundata* Poir): Importance and expression of differential gene profiled after postharvest. *Trop Agric.* 95: 1-17.

Lima, G. G., Mendes, C., de Marchi, G., Vicari, T., Cestari, M. M., Gomes, M. F. & Leme, D. M. (2019). The evaluation of the potential ecotoxicity of pyrolygneous acid obtained from fast pyrolysis. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 180: 616–623. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.05.058>.

Padilha de Farias, S., Van Der Linden, A., Sebastião, E., Solletti, J.I., Balliano, T.L., Filho, G.M., & Silva M.F. (2020). *In vitro* and in vivo control of yam dry rot nematodes using pyrolygneous extracts from palm trees. *Rev. Ceres, Viçosa*, v. 67, n.6, p. 482-490.

Pelínco, E., Quispe, N.F. & Catacora, M. (2020). Efecto del ácido Piroleñoso en la germinación de Sandía, Cocona y Cacao en el Distrito de San Gabán, Carabaya. *PURIQ* 2(3). 11 pp.

Ramos, Y. (2022). Reproducción sostenible del cultivo del ñame (*Dioscorea* spp.) en condiciones de montaña. Tesis de Maestría en Ciencias Agrícolas, Universidad de Oriente, 69 pp.

Raphiou, M., Siaka, K., Kouami, N., Nebambi L. & Bello, S. (2019). Effect of the Soil and Sawdust Substrates on the Sprouting Rates of Yam Minisett Varieties in the Guinea Sudan Zone of Benin. *International Invention of Scientific Journal*. Volume 03 Issue 01.

Sánchez, D. B., Luna, L. L., Díaz, A. T., Pérez, J. V. & Cadena J. (2020). Identificación de hongos asociados a la pudrición seca del ñame bajo condiciones de almacenamiento. *Rev. Investig. Altoandin.* 22: 199-214. doi: <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2020.655>.

Sánchez, D. B., Luna, L. L., Regino S.M. & Cadena, J. (2021). Inducción de la brotación en tubérculos de ñame (*Dioscorea rotundata* Poir) con la aplicación de reguladores de crecimiento. *Terra Latinoam*, 39 Chapingo, 10 pp.