

Efecto de extractos vegetales en la producción de plántulas de *Nicotiana tabacum* L var. “Corojo 2012” en Pinar del Río, Cuba.

Effect of plant extracts on seedling production of *Nicotiana tabacum* L var. “Corojo 2012” in Pinar del Rio, Cuba.

Valdes Márquez, H. ^{1*}, Pérez Martín, G. M. ¹, Jo García, M. ¹,
Hernández Gonzalo, R. ¹, Milián Domínguez, J.C. ²

¹ Departamento de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saiz Montes de Oca” Calle Martí No. 300 entre 27 de noviembre y González Alcorta, Pinar del Río, Cuba.
²Departamento de Química Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saiz Montes de Oca” Calle Martí No. 300 entre 27 de noviembre y González Alcorta, Pinar del Río, Cuba.



Please cite this article as/Como citar este artículo: Valdes Márquez, H., Pérez Martín, G. M., Jo García, M., Hernández Gonzalo, R., Milián Domínguez, J.C. (2024). Effect of plant extracts on seedling production of *Nicotiana tabacum* L var. “Corojo 2012” in Pinar del Rio, Cuba. *Revista Bio Ciencias*, 11, e1531. <https://doi.org/10.15741/revbio.11.e1531>

Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: June 06th 2023.

Accepted/Aceptado: February 01th 2024.

Available on line/Publicado: March 19th 2024.

RESUMEN

La investigación se realizó en semilleros tradicionales de tabaco en la finca “La Rosa”, en los meses de febrero – marzo de 2021 con el objetivo de evaluar el efecto bioestimulante de las combinaciones de extractos de *S. saman* + *A. vera* + *M. oleifera* sobre plántulas de *N. tabacum* var Corojo 2012. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con 13 tratamientos y tres réplicas, se evaluaron los indicadores altura de las plantas, número de hojas, entrenudos y nudos, diámetro del tallo, largo de las raíces y volumen radical. El tratamiento T4 presenta los mejores resultados en los indicadores altura de la planta y distancia entrenudos con 12,39 cm y 2,34 cm respectivamente. El mejor comportamiento en el número de hojas lo presenta T6 con 5,4 hojas. En el volumen radical los tratamientos T5 y T9 son superiores al testigo en un 54 % y en la longitud de la raíz los mejores resultados los muestran T9 y T10 con valores de 5,64 y 5,59 cm respectivamente, estos a su vez son superiores al testigo en un 16 %. El empleo de extractos combinados muestra un efecto bioestimulante sobre las diferentes variables evaluadas en plántulas de tabaco variedad “Corojo 2012” en semilleros tradicionales.

PALABRAS CLAVE: Extractos, bioestimulante, *Aloe vera*, *Samanea saman*, *Moringa oleifera*.

*Corresponding Author:

Humberto Valdes Márquez. Departamento de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saiz Montes de Oca” Calle Martí No. 300 entre 27 de noviembre y González Alcorta, Pinar del Río, Cuba. E-mail: valdesmarquez2324@gmail.com

ABSTRACT

The research was carried out in traditional tobacco seedbeds on the farm “La Rosa”, in February – March 2021 to evaluate the biostimulant effect of the combinations of extracts of *S. saman* + *A. vera* + *M. oleifera* on seedlings of *N. tabacum* var Corojo 2012. An experimental design of random blocks was used, with 13 treatments and three replications, indicators of plant height, number of leaves, internodes and nodes, stem diameter, root length, and root volume were evaluated. The T4 treatment presents the best results in plant height and internode distance indicators with 12.39 cm and 2.34 cm respectively. The best behavior in the number of leaves presented by T6 with 5.4 leaves. In radical volume, the treatments T5 and T9 are superior to the control by 54 %, and in the length of the root, the best results show T9 and T10 with values of 5.64 and 5.59 cm respectively, in turn, are superior to the control by 16 %. Combined extracts use shows a biostimulant effect on the different variables evaluated in seedlings of tobacco variety “Corojo 2012” in traditional seedbeds.

KEY WORDS: Extracts, biostimulant, *Aloe vera*, *Samanea saman*, *Moringa oleifera*.

Introducción

El tabaco cubano, el mejor del mundo y uno de los productos de exportación tradicional de Cuba, se consolida en el mercado mundial donde se reconoce por la calidad única de las hojas que produce, en cuanto a propiedades organolépticas (olor, color sabor y composición química de las hojas cosechadas), garantiza un mercado estable y seguro, tanto en su comercio en rama como en Puros y Habanos (Rodríguez, 2019; Jiménez Mariña, 2021). Por lo que es de interés general procurar el incremento de sus rendimientos, en ello juega un importante papel la lucha biológica, los biofertilizantes y bioestimulantes (Cruz & González, 2008). En la actualidad resulta de gran importancia investigar y encontrar las variantes que nos permitan el desarrollo de una agricultura rentable y menos contaminante del medio ambiente (Deming et al., 1989).

Para lograr sistemas agrícolas sustentables, amigables y respetuosos con el ambiente y sus principales recursos, el uso de bioestimulantes en la actualidad está en aumento. Estos compuestos tienen una amplia gama de moléculas capaces de promover el crecimiento de las plantas, aplicándose en pequeñas cantidades. Estos afectan positivamente el crecimiento y el desarrollo de las plantas al mejorar la absorción de agua, el crecimiento de raíces y brotes, la tolerancia al estrés abiótico, el contenido de proteínas en los tejidos vegetales y la actividad de las enzimas conectadas a la planta (Puglisi et al., 2020).

Son varias especies vegetales las que por su composición química influyen sobre el crecimiento y desarrollo de los cultivos por ejemplo *A. vera* posee una hormona capaz de acelerar la formación y crecimiento de células nuevas, gracias al calcio; el cual es vital para la osmosis celular (intercambio de líquido), y contribuye a mantener en las células su frágil equilibrio interno y externo (Minond, 2011).

El extracto etanólico y acuoso de la hoja de *M. oleifera* se usa como biofomentador porque contribuye al aumento de nódulos y peso en raíces debido a su contenido de fitohormonas como giberelina y zeatina; así mismo, reduce el estrés generado por exceso de NaCl y Cd₍₂₎, aumenta la productividad debido a la actividad antioxidante que presenta en algunos cultivos (Rady et al., 2013; Howladar, 2014).

Oziel, (2014), plantea que en la actualidad la Moringa está siendo utilizada como abono natural y biomasa orgánica en viveros y cosechas que apuestan por la preservación del medio ambiente.

Según Domínguez et al. (2017) el árbol del algarrobo de la provincia de Pinar del Río presenta en la corteza, flores, hojas y frutos metabolitos secundarios como: flavonoides, taninos, terpenoides, azúcares reductores, mucílagos, saponinas alcaloides entre otros, lo que constituye una fuente de investigación con respecto a la obtención de productos naturales. Además, García et al. (2006) encontró en el follaje de esta especie polifenoles totales, taninos condensados, taninos hidrolizables, alcaloides totales, saponinas y fósforo fítico como equivalente de ácido tánico; además esta especie posee altos niveles comparados con otras leguminosas de potasio y fósforo.

Se ha demostrado el efecto positivo que tienen diferentes bioestimulantes de forma combinada sobre las plantas, el empleo de estos constituye una alternativa para el logro de una agricultura productiva, sostenible y más amigable con el medio ambiente donde se reducen los efectos negativos del uso excesivo de los productos químicos, dado que en la provincia de Pinar del Río es poco frecuente el empleo de productos naturales en la producción de posturas de tabaco y este es un cultivo en el cual para su obtención se requieren altos contenidos de agroquímicos, se tiene como objetivo: Evaluar el efecto bioestimulante de los extractos combinados de *S. saman* + *A. vera* + *M. oleifera* sobre plántulas de *N. tabacum* var Corojo 2012.

Material y Métodos

Características del área de investigación

La investigación se realizó en la finca “La Rosa” del productor Ing. Yusbel Echevarría Olivera perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) “Gervasio Hernández”, ubicada en el km dos de la Carretera a San Juan y Martínez, Pinar del Río, esta finca colinda con otras de la misma entidad. El proceso de experimentación se ejecutó en semilleros tradicionales de tabaco variedad “Corojo 2012” bajo túnel, en los meses de febrero – marzo de 2021.

El suelo en el área experimental se clasificó como Ferralítico Amarillento Lixiviado según la Nueva Versión de Clasificación de los Suelos de Cuba (Hernández-Jiménez et al., 2019).

Montaje de la investigación

La investigación se desarrolló en condiciones de semilleros tradicionales bajo túnel con cubierta de polietileno transparente y laterales con tela anti-áfidos. El suelo del lugar se mejoró con materia orgánica con una dosis de 2 kg m⁻². Se realizó la preparación de suelo con un pase de arado de tres vertederas, posteriormente pase de tiller criollo y los canteros fueron realizados de forma manual con dimensiones de 18 m de largo por 1,20 m de ancho, altura de 25 cm y separación entre canteros de 40 cm, según Espino et al. (2012), se utilizó para cada tratamiento un área de 1 x 1,20 m con una separación de 0,50 m para un área total del experimento de 21,6 m².

Atenciones al semillero

Desde la siembra hasta la germinación de la semilla, que ocurrió a partir de los 6 días, el riego se efectuó dos veces al día, en horarios de la mañana y la tarde para garantizar un adecuado nivel de humedad en el cantero que permitiera la germinación de la semilla. Posterior a la germinación, el riego se realizó una vez al día, preferentemente en horario de la mañana. Se realizó de manera sistemática la eliminación de las arvenses que fueron germinando, manteniendo un cuidado extremo para no dañar las pequeñas plántulas de tabaco ya germinadas. La atención al semillero se realizó siguiendo los criterios de Espino et al. (2012).

Preparación de los extractos

El material vegetal de *S. saman* y *M. oleifera* proviene de especies silvestres cercanas al área de estudio, para la preparación de los extractos se utilizaron brotes jóvenes de plantas adultas. El material de *A. vera* que se utilizó provino de plantas con más de dos años, las cuales son cultivadas por el productor. El material de estudio fue trasladado al laboratorio de investigaciones de la Universidad de Pinar del Río y se procesaron las muestras para la obtención de los extractos, esto se realizó por el método de maceración siguiendo los criterios de García Luján et al. (2010).

Diseño experimental y tratamientos

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con 13 tratamientos y 3 réplicas. Se tomaron 15 plántulas para evaluar. El total de plántulas muestreadas fue de 780.

Tabla 1. Tratamientos, forma y momento de aplicación.

	Tratamientos		Momento de aplicación después de la germinación	Forma de aplicación
T1	Aloe 6 % Moringa 6 %	A6 %+ M6 %	10; 17; 24 y 31 días	Foliar
T2	Aloe 6 % Moringa 4 %	A6 %+ M4 %	10; 17; 24 y 31 días	Foliar
T3	Aloe 8 % Moringa 4 %	A8 %+ M4 %	10; 17; 24 y 31 días	Foliar
T4	Aloe 8 % Moringa 6 %	A8 %+ M6 %	10; 17; 24 y 31 días	Foliar
T5	<i>S. saman</i> 10 % Aloe 6 % Moringa 4 %	S10 % + A6 %+ M4 %	10; 17; 24 y 31 días	Foliar
T6	<i>S. saman</i> 10 % Aloe 6 % Moringa 6 %	S10 % + A6 %+ M6 %	10; 17; 24 y 31 días	Foliar
T7	<i>S. saman</i> 10 % Aloe 8 Moringa 4 %	S10 % + A8 %+ M4 %	10; 17; 24 y 31 días	Foliar
T8	<i>S. saman</i> 10 % Aloe 8 % Moringa 6 %	S10 % + A8 %+ M6 %	10; 17; 24 y 31 días	Foliar
T9	<i>S. saman</i> 15 % Aloe 6 % Moringa 4 %	S15 % + A6 %+ M4 %	10; 17; 24 y 31 días	Foliar
T10	<i>S. saman</i> 15 % Aloe 6 % Moringa 6 %	S15 % + A6 %+ M6 %	10; 17; 24 y 31 días	Foliar
T11	<i>S. saman</i> 15 % Aloe 8 % Moringa 4 %	S15 % + A8 %+ M4 %	10; 17; 24 y 31 días	Foliar
T12	<i>S. saman</i> 15 % Aloe 8 % Moringa 6 %	S15 % + A8 %+ M6 %	10; 17; 24 y 31 días	Foliar
T13	Testigo	Fertilización química	Dos días antes de la siembra y 20 días después de la siembra	Fondo y Foliar

Fuente: Elaboración propia

Al testigo se le aplicó 375 g por metro cuadrado de fórmula completa N P K Mg (5-12-6-2,6), dos días antes de la siembra se aplicó el 50 % del fertilizante y el resto a los 20 días después de la siembra según recomienda Espino et al. (2012) en el Instructivo técnico del cultivo del tabaco.

Indicadores a evaluar en la investigación

En el momento del trasplante, a los 40 días de establecidas las plantas en condiciones de semillero se seleccionaron 15 plantas por tratamiento y se realizaron tres réplicas. Las plántulas se trasladan al laboratorio de investigaciones de la Universidad de Pinar del Río para procesarlas y evaluar los indicadores siguientes:

Altura de las plantas (PH): Se midió desde la parte basal hasta el ápice del tallo, empleando una regla graduada de 30 cm.

Número de hojas (LN): Se determinó por conteo en las plantas seleccionadas por tratamiento.

Distancia entre nudos (Dist/K): Se determinó por conteo en las plantas seleccionadas por tratamiento.

Número de nudos (KN): Se determinó por conteo en las plantas seleccionadas por tratamientos.

Diámetro del tallo (SD): Se realizaron varias mediciones con el Pie de Rey al tallo de las plántulas de tabaco y posteriormente se determinó el promedio.

Largo de las raíces (RL): Se determinó midiendo el largo de las raíces de las plántulas.

Volumen radical (RV): Se introdujeron las raíces en probeta graduada y se tomó como volumen el aumento del agua en la probeta.

Análisis estadístico

Se determinó el ajuste a una distribución normal mediante la prueba de Bondad de Ajuste Kolmogorov-Smirnov y la Homogeneidad de Varianza mediante las Pruebas de Bartlett. En los casos en que los datos cumplieron los requisitos exigidos se procesó mediante ANOVA de clasificación simple y se utilizó la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para la comparación entre medias. Se empleó para los análisis estadísticos el programa SSPS v. 22.

Resultados y Discusión

Comportamiento de los indicadores morfológicos de las plántulas de *N. tabacum* L. con la aplicación de los extractos combinados de *S. saman* + *A. vera* + *M. oleifera*.

La calidad de las plántulas es resultante de la integración de numerosas características fisiológicas y morfológicas que controlan las posibilidades de desarrollo y crecimiento ulterior de las plántulas. Es uno de los factores más importantes que condicionan el éxito de la plantación. Se coincide con Almeida Zambrano (2010) al afirmar que la calidad de las plantas viene determinada por su capacidad de sobrevivir bajo condiciones de estrés y predecir un crecimiento vigoroso después de su plantación.

Se puede observar en la tabla 2 que para el indicador altura de la planta el tratamiento T4 (A8 % + A6 %) tiene el mejor resultado con 12,39 cm, presentando diferencias significativas sobre el testigo y los demás tratamientos. Estos resultados son superiores a los que obtuvo Pérez-Martín et al. (2022) al utilizar extractos de *A. vera* al 6 y 8 % y *S. saman* al 10 y 15 % en semilleros tradicionales de tabaco variedad "Corojo 2012" lo que evidencia la ventaja de la aplicación de los extractos de forma combinada dado a la posible acción sinérgica y beneficiosa que entre

ellos se produce. Además, estos resultados son semejantes a los alcanzados por Rodríguez (2014) y González et al. (2017) al utilizar otros bioestimulantes en plántulas de tabaco.

Los tratamientos T2, T4 y T6 tienen un efecto estimulante sobre el indicador altura de planta dado que son superiores al testigo, resultados similares los obtuvo Dala et al. (2004) al aplicar EcoMic®+FitoMas-E®+IHplus® de forma combinada, además se coinciden con lo informado por diferentes autores que han empleado la combinación de biofertilizantes y bioestimulantes en diferentes cultivos agrícolas, ya que estos son capaces de estimular la altura de las plantas con diferencias significativas con respecto al resto de los tratamientos, esta combinación mejora la respuesta de las plantas.

Tabla 2. Efecto de las combinaciones de *S. saman* + *A. vera* + *M. oleifera* en indicadores morfofisiológicos de las plántulas de *N. tabacum*.

Tratamientos	PH (cm)	Sig.	LN	Sig	Dist/K (cm)	Sig	SD (mm)	Sig	KN	Sig
T1 A6 % M6 %	9.27	cd	4.20	c	1.44	de	3.37	a	5.20	de
T2 A6 % M4 %	11.20	b	3.60	d	1.71	c	3.13	ab	5.53	bcd
T3 A8 % M4 %	8.60	de	3.53	d	1.56	cd	3.09	ab	4.93	efg
T4 A8 % M6 %	12.39	a	4.67	bc	2.34	a	2.82	b	4.67	fg
T5 S10A6M4 %	7.77	e	4.87	ab	1.15	fg	3.39	a	5.33	cde
T6 S10A6M6 %	11.23	b	5.40	a	1.64	cd	3.32	a	6.07	a
T7 S10A8M4 %	9.83	c	5.00	ab	1.34	ef	3.27	a	5.93	ab
T8 S10A8M6 %	7.72	e	4.87	ab	1.19	f	3.12	ab	5.13	def
T9 S15A6M4 %	6.71	f	5.27	ab	0.96	g	3.02	ab	5.33	cde
T10 S15A6M6 %	9.77	c	5.20	ab	1.30	ef	3.45	a	5.93	ab
T11 S15A8M4 %	9.65	cd	5.27	ab	1.54	cd	3.28	a	4.53	g
T12 S15A8M6 %	9.97	c	4.93	ab	1.95	b	3.05	ab	4.00	h
T13 Testigo	9.20	cd	3.60	d	1.28	ef	3.16	ab	5.73	abc
SE	1.872		0.521		0.700		0.285		0.385	

Medias con letras iguales no difieren significativa para $p \leq 0.05$ según prueba de Duncan. SE: Error estándar.

Fuente: Elaboración propia

En el indicador número de hojas los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T13 (testigo) tienen diferencias significativas con los tratamientos T5 al T12, en estos últimos tratamientos se destaca que aunque no hay diferencias significativas entre ellos, el de mayor valor absoluto es T6 (S10 % + A6 % + M6 %) con 5,4 hojas, resultados similares los muestra Pérez-Martín et al. (2022)

al utilizar extractos sencillos de aloe, moringa y algarrobo en plántulas de tabaco variedad "Corojo 2012" y Hernández y Jó (2022) al utilizar diferentes concentraciones de extracto de moringa en semilleros de tabaco variedad "Corojo 2006".

En el indicador distancia entrenudos T4 (A8 % + A6 %) tiene el mejor resultado con 2,34 cm, presentando diferencias significativas sobre el testigo y los demás tratamientos. Los tratamientos T2, T3, T6, T11 y T12 son superiores a T13 (testigo) y a T5, T7, T8, T9 y T10, estos últimos son inferiores al testigo.

En el indicador diámetro del tallo no hay diferencias significativas, lo que hace que este parámetro sea más estable en el comportamiento ante los tratamientos, resultados que coinciden con Méndez et al. (2007), Terry-Alfonso et al. (2020) y Heredia-Moran (2021) al no encontrar variaciones entre los tratamientos, este indicador juega un importante papel en la calidad de las plántulas, ya que está muy relacionado con los niveles de NPK que existen en el suelo.

Para el número de nudos el mejor tratamiento fue T6 con un valor de 6,07 nudos, el cual no mostró diferencias significativas con T7, T10 y T13 resultados similares los muestra Hernández y Jó (2022) al aplicar moringa al 2 %, 3 % y 4 %, donde obtienen 5 nudos en el tratamiento de moringa al 4 %.

De forma general el mejor comportamiento se obtuvo en los tratamientos T4 y T6 porque incrementan los indicadores observados en comparación con el testigo, resultados similares los obtuvo Calero-Hurtado et al. (2019) al aplicar bioestimulantes combinados en la variedad de tabaco negro 'Sancti Spíritus 2006'. Además, los resultados que se obtienen al aplicar extractos combinados son superiores a los que obtuvo Pérez-Martín et al. (2022) al emplear estos mismos de forma simple.

Muchos autores atribuyen el adecuado vigor manifestado por las plantas, al aporte de sustancias bioestimuladoras del crecimiento, tales como, citoquininas, auxinas, giberelinas, aminoácidos y vitaminas, lo que permite la aceleración del desarrollo de las mismas, fundamentalmente, por medio de la fijación del N₂ atmosférico, la producción de fitohormonas, enzimas y la mineralización de nutrientes (Herve, 1994; Dala et al., 2004; Khan et al., 2009; Craigie, 2011; Sharma et al., 2013; Howladar, 2014; du Jardín, 2015; Del Ángel, 2017).

Los componentes mencionados anteriormente se encuentran presentes en los diferentes extractos que se combinan en este estudio según la revisión bibliográfica realizada, donde se destaca la presencia de zeatina en el extracto de *M. oleifera*; aminoácidos, minerales, vitaminas, hormonas como auxina y giberelina, enzimas y minerales en el extracto de *A. vera* y metabolitos secundarios como flavonoides, taninos, terpenoides, azúcares reductores, alcaloides en el extracto de *S. saman*, además de que se destaca por sus altos contenidos de fósforo y potasio.

Comportamiento del volumen radical y longitud de la raíz con los tratamientos de extractos de *S. saman* + *A. vera* + *M. oleifera* en plántulas de tabaco.

Racey (1985) señala que el volumen radical es un atractivo criterio para estimar la calidad de las plantas y predecir su comportamiento en el terreno una vez plantadas, ya que puede ser medido en plantas producidas a raíz desnuda y raíz cubierta a través de métodos no destructivos.

En el volumen radical se destacan los tratamientos T5 y T9 con 0,3453 y 0,3067 cm³, estos tratamientos son superiores al testigo en un 54 %, se coincide con Pérez-Martín et al. (2022) que obtiene resultados superiores al testigo en un 45 % con la aplicación de los extractos de *A. vera* al 6 % y *S. saman* al 10 %, también Jo-García et al. (2020) obtienen resultados superiores al testigo al emplear *A. vera* al 6 % en plántulas de plátano.

La longitud de la raíz es un indicador fundamental en la calidad de las plántulas pues contribuye notablemente a la resistencia de las mismas a factores adversos como los vientos, además de aumentar la capacidad de exploración de la planta.

El sistema radical desempeña funciones relacionadas con la absorción y transporte de agua y nutrientes, también se encarga de anclar y dar soporte a la planta, así mismo es capaz de sintetizar hormonas que regulan el crecimiento de la planta, principalmente citocininas (Intagri S.C, 2019).

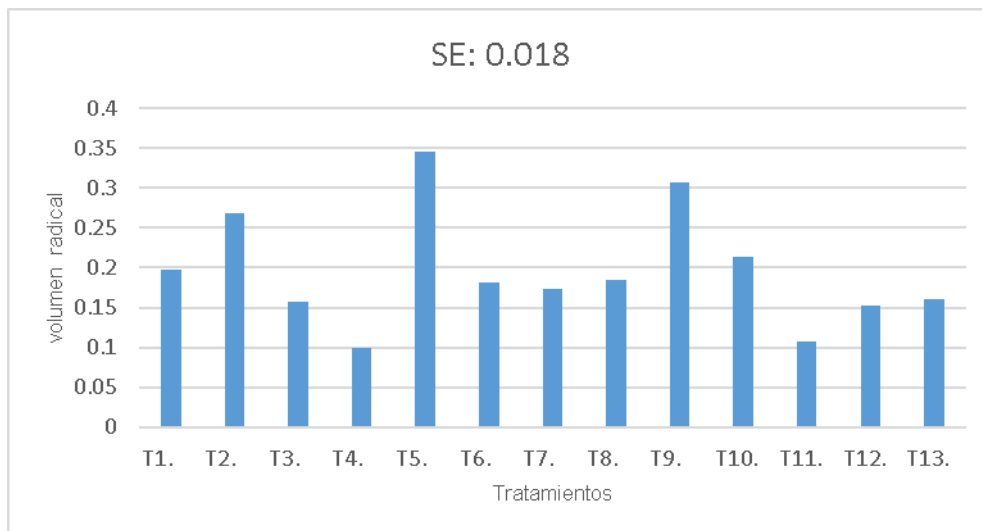


Figura 1. Comportamiento de los tratamientos combinados de *A. vera* + *M. oleifera* + *S. saman* en el indicador volumen radical en las plántulas de *N. tabacum*.

SE: Error estandar

Fuente: Elaboración propia.

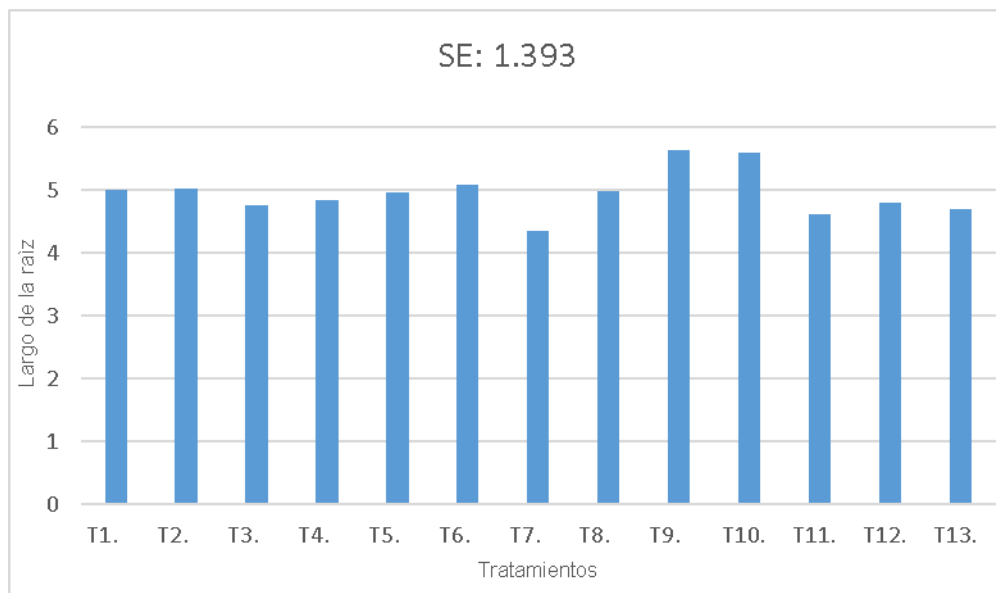


Figura 2. Comportamiento de los tratamientos de *A. vera* + *M. oleifera* + *S. saman* en el indicador largo de la raíz cm en plántulas de *N. tabacum*.

SE: Error estandar

Fuente: Elaboración propia.

En el indicador longitud de la raíz no se observan diferencias significativas entre los tratamientos, los mejores resultados los muestran T9 (S15 %+ A6 %+ M4 %) seguido de T10 (S15 %+ A6 %+ M6 %) con valores de 5,64 y 5,59 cm respectivamente, estos tratamientos son superiores al testigo en un 16 %, se coincide con Jo-García et al. (2020) que obtuvieron los mejores resultados cuando aplicaron *A. vera* al 4 y 6 % en vitroplantas de plátano, además Hernández y Jo (2022) obtienen resultados similares a estos con la utilización de moringa al 3 y 4 %. Estos resultados son superiores a los que obtiene Pérez-Martín et al. (2022) al emplear extractos sencillos de *S. saman* al 10 y 15 % y *A. vera* al 6 y 8 %.

Alvarado-Aguayo y Munzón-Quintana (2020) con la utilización del gel de *A. vera* + tierra amarilla + cascarilla de arroz alcanzaron mayor longitud de la raíz en un 30 % a los tratamientos que contenían un enraizante comercial.

Rodríguez y Hechevarría (2004) evaluaron el efecto estimulante de diferentes extractos de plantas donde se destacó el extracto de gel de *A. vera* particularmente con relación a la formación de raíces, superando incluso a los reguladores usados tradicionalmente como control, lo que demuestra la posible presencia de actividad auxínica en el mismo.

El incremento tanto del volumen radical como de la longitud de las raíces, debido al empleo de estos extractos, en el cultivo del tabaco va a favorecer la absorción de nutrientes, mayor supervivencia en el campo a la hora del trasplante y mejor anclaje de la planta.

Conclusiones

Los tratamientos T4, T6, T9 y T10 muestran los mejores resultados en las variables morfológicas evaluadas donde son superiores al testigo evidenciando un efecto bioestimulante en plántulas de tabaco variedad "Corojo 2012". El empleo de extractos vegetales de *S. saman*, *A. vera* y *M. oleifera* de forma combinada constituyen una alternativa en la producción de plántulas de tabaco.

Contribución de los autores

Conceptualización del trabajo, autores HVM, GMPM, MJG, RHG y JCMD.; desarrollo de la metodología, autor HVM, GMPM, MJG y RHG.; manejo de software, HVM y RHG.; validación experimental HVM, GMPM, MJG y RHG; análisis de resultados autores HVM, GMPM, MJG, RHG y JCMD.; Manejo de datos autores HVM y RHG.; escritura y preparación del manuscrito, HVM y GMPM.; redacción, revisión y edición autores HVM y GMPM.

Todos los autores de este manuscrito han leído y aceptado la versión publicada del mismo.

Financiamiento

Esta investigación no recibió financiamiento externo

Conflicto de interés

"Los autores declaran no tener conflicto de interés".

Referencias

- Almeida Zambrano, D. M. (2010). Efecto del extracto de *Aloe vera* L. en la producción de plántulas de *Solanum lycopersicum* L. (tomate), en condiciones de Cepellón [BachelorThesis, LATACUNGA / UTC / 2010]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/3528>
- Alvarado-Aguayo, A., & Munzón-Quintana, M. (2020). Evaluación de la efectividad de gel de sábila y agua de coco como enraizantes naturales en diferentes sustratos para propagación asexual de árboles de ficus benjamina. *Agronomía Costarricense*, 44(1), 65–78. <http://dx.doi.org/10.15517/rac.v44i1.40002>

- Calero-Hurtado, A., Quintero-Rodríguez, E., Olivera-Viciedo, D., Peña-Calzada, K., & Pérez-Díaz, Y. (2019). Influencia de dos bioestimulantes en el comportamiento agrícola del cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). Revista de La Facultad de Ciencias, 8(1), 31–44. <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v8n1.73546>
- Craigie, J. (2011). Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. Journal of Applied Phycology, 23, 371–393. <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9560-4>
- Cruz, F., & González, M. (2008). Influencia de las aplicaciones del Bion y algunos bioestimulantes en la incidencia de organismos plagas en el tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). Revista Electrónica Granma Ciencia, 12(2), 1–7.
- Dala, B., Expósito Elizagaray, I., González Ochoa, J. L., & Danger Echevarría, L. (2004). Influencia de algunos bioestimulantes en el crecimiento y productividad del tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) variedad “Lignon” (2003). Alimentaria: Revista de tecnología e higiene de los alimentos, 357, 69–72. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=990354>
- Del Ángel, A. E. (2017). Acción biomédica y potencial económico de la sábila (*Aloe barbadensis* M.) [Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo]. UAA “Antonio Navarro.”
- Deming, W. E., Nicolau Medina, J., & Gozalbes Ballester, M. (1989). Calidad, productividad y competitividad: La salida de la crisis. Díaz de Santos. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=123126>
- Domínguez, J. C. M., Monroy, O. I., & Hernández, H. V. (2017). Caracterización fitoquímica de *Samanea saman* Jacq Merr. (algarrobo). Revista Cubana de Ciencias Forestales, 5(1), Article 1.
- du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. Scientia Horticulturae, 196, 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Espino Cordero, P., Izquierdo, A., Blanco, L., Hernandez, J., Quintana, G., Benites, O., & Ibizate, J. (2012). Instructivo técnico para el cultivo del tabaco en Cuba. Ministerio de la Agricultura. Instituto de Investigaciones del Tabaco.
- García, D. E., Medina, M. G., Humbría, J., Domínguez, C., Baldizán, A., Cova, L., & Soca, y M. (2006). Composición proximal, niveles de metabolitos secundarios y valor nutritivo del follaje de algunos árboles forrajeros tropicales. Archivos de Zootecnia, 55(212), Article 212.
- García Luján, C., Martínez R., A., Ortega S., J. L., & Castro B., F. (2010). Componentes químicos y su relación con las actividades biológicas de algunos extractos vegetales. Química Viva, 9(2), 86–96. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86314868005>
- González, G. L. G., Jiménez Arteaga, M. C., Vaquero Cruz, L., Paz Martínez, I., Falcón Rodríguez, A., & Araujo Aguilera, L. (2017). Evaluación de la aplicación de quitosana sobre plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). Centro Agrícola, 44(1), 34–40. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-57852017000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Heredia-Moran, J. J. (2021). Respuesta agronómica del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) a la aplicación de cuatro bioestimulantes en etapa de vivero [Bachelor Thesis, Quevedo: UTEQ]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6469>
- Hernández, R., & Jo, M. (2022). Producción de posturas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) var Corojo 2006 utilizando productos naturales. Avances, 24(1), 120–134. <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/679>
- Hernández-Jiménez, A., Pérez-Jiménez, J. M., Bosch-Infante, D., & Speck, N. C. (2019). La clasificación de suelos de Cuba: Énfasis en la versión de 2015. Cultivos Tropicales, 40(1), Article

1. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362019000100015&lng=es&tlng=es.
- Herve, J. J. (1994). Biostimulants, a new concept for the future; prospects offered by the chemistry of synthesis and biotechnology. *Comptes Rendus de l' Academie d' Agriculture de France*, 80(2), 91–102. <https://eurekamag.com/research/002/766/002766662.php>
- Howladar, S. M. (2014). A novel *Moringa oleifera* leaf extract can mitigate the stress effects of salinity and cadmium in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 100, 69–75. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2013.11.022>
- Intagri S.C. (2019). Bioestimulación del Crecimiento Radical de los Cultivos. Intagri S.C. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulacion-del-crecimiento-radical-de-los-cultivos>
- Jiménez Mariña, L. (2021). Correlación entre crecimiento y rendimiento en el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) con aplicación de abonos verdes. *Avances*, 23(1), 15–22. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7925370>
- Jo-García, M., Hernández, R., & Estevez, M. (2020). Extracto de *Aloe vera* L. en la adaptación de vitroplantas de plátano. *Avances*, 22(1), 110–112. www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/513/1598
- Khan, W., Menon, U., Subramanian, S., Jithesh, M., Rayorath, P., Hodges, D., Critchley, A., Craigie, J., Norrie, J., & Prithiviraj, B. (2009). Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development. *Journal of Plant Growth Regulation*, 28, 386–399. <https://doi.org/10.1007/s00344-009-9103-x>
- Méndez, Y., Reyes, J. J., & Marina, C. (2007). Aplicación del Biobrás 16 en semilleros orgánicos de tabaco negro en suelos fuvisoles. Universidad de Granma, Bayamo-Cuba <https://www.grupoagricoladecuba.gag.cu/media/Agrotecnia/pdf/2007/Revista1/43.pdf>
- Minond, B. A. (2011). Propiedades del *Aloe vera*, Instituto Científico Weizman.
- Oziel. (2014, junio 17). Usos de la Moringa en la agricultura. ColMoringa. <https://colmoringa.com/usos-de-la-moringa-en-la-agricultura/>
- Pérez-Martín, G. M., Valdes-Márquez, H., Jo-García, M., Hernández-Gonzalo, R., & Milián-Domínguez, J. C. (2022). Extractos naturales para incrementar la calidad y sostenibilidad de posturas de *Nicotiana tabacum* L. var. Corojo 2012 en Pinar del Río, Cuba. *Revista de La Facultad de Ciencias*, 11(1), Article 1. <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v11n1.98998>
- Puglisi, I., La Bella, E., Rovetto, E. I., Lo Piero, A. R., & Baglieri, A. (2020). Biostimulant Effect and Biochemical Response in Lettuce Seedlings Treated with *A. Scenedesmus quadricauda* Extract. *Plants (Basel, Switzerland)*, 9(1), 123. <https://doi.org/10.3390/plants9010123>
- Racey, G. D. (1985). A Comparison of Planting Stock Characterization with Root Area Index, Volume and Dry Weight. *The Forestry Chronicle*, 61(2), 64–70. <https://doi.org/10.5558/tfc61064-2>
- Rady, M. M., Varma C., B., & Howladar, S. M. (2013). Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings overcome NaCl stress as a result of presoaking in } leaf extract. *Scientia Horticulturae*, 162, 63–70. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.07.046>
- Rodríguez, F. L. (2019). El Cultivo del Tabaco. Manual de estudio para estudiantes de Agronomía. PARTE I. Fase Agrícola del cultivo del tabaco.
- Rodríguez, H., & Hechevarría, I. (2004). Efectos estimulantes del crecimiento de extractos acuosos de plantas medicinales y gel de *Aloe vera* (L.) N. L. Burm. *Revista Cubana de*

- Plantas Medicinales, 9(2), http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1028-47962004000200006&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Rodríguez, R. (2014). Efecto de dos normas de siembra sobre el rendimiento en semilleros tradicionales de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) [Tesis para aspirar al título de ingeniero agrónomo, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas]. <https://1library.co/document/zgwr7mny-efecto-normas-siembra-rendimiento-semilleros-tradicionales-nicotiana-tabacum.html>
- Sharma, S., Fleming, C., Selby, C., Rao, J., & Martin, T. (2013). Plant biostimulants: A review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *Journal of Applied Phycology*, 465-490. <https://doi.org/10.1007/s10811-013-0101-9>
- Terry-Alfonso, E., Ruiz-Padrón, J., Tejeda-Peraza, T., Reynaldo-Escobar, I., Carrillo-Sosa, Y., & Morales-Morales, H. A. (2020). Interacción de bioproductos como alternativas para la producción horticultura cubana. *Tecnociencia Chihuahua*, 8(3). <https://vocero.uach.mx/index.php/tecnociencia/article/view/612>