

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación
Efecto de los reguladores BAP, AIA y AIB en la multiplicación
***in vitro* de malanga (*Colocasia esculenta* L. Schott)**

Estudiante

Johana Ximena Paillacho Buenaño

Asesoras

María Alexandra Bravo, M.Sc.

Cinthya Martínez, MAE

Honduras, octubre 2024

Autoridades

SERGIO ANDRÉS RODRÍGUEZ ROYO

Rector

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Directora Departamento Ciencia y Producción Agropecuaria

JULIO NAVARRO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros	4
Índice de Figuras	5
Resumen	6
Abstract	7
Introducción	8
Materiales y Métodos	11
Localización	11
Fuente de Material Vegetal	11
Multiplicación <i>in vitro</i> de Malanga (<i>Colocasia esculenta</i> L. Schott).....	11
Transferencia del Material Vegetal.....	11
Medio de Cultivo.....	12
Incubación.....	13
Tratamientos Evaluados.....	13
Variable Evaluada.....	14
Diseño Experimental y Análisis Estadístico	14
Resultados y Discusión.....	15
Conclusión.....	19
Recomendación	20
Referencias.....	21

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Medio basal Murashige y Skoog (MS) (1962) modificado para la multiplicación in vitro de malanga coco (<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott).....	13
Cuadro 2 Efecto de tratamientos aplicando hormonas en el promedio número de brotes por explantes de malanga (<i>Colocasia esculenta</i> L. Schott) en la etapa de multiplicación subcultivo uno, utilizando el medio de Murashige y Skoog (MS).	15
Cuadro 3 Efecto de tratamientos aplicando hormonas en el promedio de número de brotes por explante de malanga (<i>Colocasia esculenta</i> L. Schott) en la etapa de multiplicación subcultivo dos, utilizando el medio de Murashige y Skoog (MS).....	17

Índice de Figuras

Figura 1 Multiplicación de malanga. A- Vitroplanta de malanga en etapa de multiplicación, B- Remoción de material vegetal (hojas y raíces), C- Separación de la planta madre y el brote, D- Remoción de necrosidad, E- Limpieza del brote, F- Brote en el nuevo medio.....	12
Figura 2 Efecto de reguladores de crecimiento en vitro plantas de malanga a los 21 días, en el subcultivo 1 suplementando en el medio (MS) con los tratamientos: A- BAP 3 + AIB 0.3, B- BAP 1 + AIA 0.05 y C- BAP 4 + AIA 2.....	16
Figura 3 <i>Efecto de reguladores de crecimiento en vitro plantas de malanga a los 21 días, en el subcultivo 2 suplementando en el medio (MS) con los tratamientos: A- BAP 3 + AIB 0.3, B- BAP 1 + AIA 0.05 y C- BAP 4 + AIA 2.....</i>	18

Resumen

La malanga o taro (*Colocasia esculenta* L. Schott), es una planta perenne perteneciente a la familia de las aráceas, cultivada en trópicos húmedos, valorada por su alto contenido nutricional e importancia económica. La micropropagación es una biotecnología que nos permite propagar masivamente y en un ambiente controlado usando muy pequeñas porciones de tejido vegetal con el objetivo de producir plantas sanas, e idénticas a la planta madre. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de los reguladores bencilaminopurina (BAP), ácidos indol acético (AIA) e indol butírico (AIB) en la etapa de multiplicación de malanga. Se utilizaron *in vitro* plantas establecidas a partir de meristemas apicales obtenidos de los cormos. Se evaluaron tres tratamientos BAP 3mg/L + AIB 0.3 mg/L; BAP 1 mg/L + AIA 0.05 mg/L; y, BAP 4 mg/L + AIA 2 mg/L suplementados al medio de cultivo MS modificado para la multiplicación *in vitro* de malanga. Se contó el número de brotes por explante en los 7, 14 y 21 días de cada subcultivo (2 en total). Los resultados indicaron que hubo diferencias significativas entre los tratamientos siendo los explantes en el medio de cultivo suplementado con 1 mg/L de BAP y 0.05 mg/L de AIA los que más brotes/explante produjeron en el subcultivo 1. Sin embargo, en el subcultivo 2 no se encontraron diferencias significativas en el promedio de número de brotes. Indicando que el tratamiento de 1 mg/L de BAP y 0.05 mg/L de AIA, es óptimo tanto en el subcultivo 1 y 2.

Palabras clave: auxinas, brotes, citoquininas, multiplicación, taro

Abstract

Malanga or taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) is a perennial plant belonging to the Araceae family, cultivated in humid tropics, valued for its high nutritional content and economic importance. Micropropagation was used to propagate massively and in a controlled environment small portions of plant tissue to produce healthy and vigorous plants. For this purpose, *in vitro* plants established from apical meristems obtained from corms were used, ensuring the preservation of the genetic characteristics of the mother plant. The objective of this study was to evaluate the effect of the regulators benzylaminopurine (BAP), indole acetic acid (IAA) and indole butyric acid (IBA) on the multiplication stage of malanga. In three treatments with concentrations of BAP 3 + AIB 0.3, BAP 1 + AIA 0.05 and BAP 4 + AIA 2. The number of sprouts was obtained by 2 subcultures, counting sprouts at 7, 14 and 21 days. The results indicated that there were significant differences between treatments with 1 mg/L BAP and 0.05 mg/L AIA being the most effective in subculture 1. However, in subculture 2 no significant differences were found in the number of shoots. Indicating that the treatment of 1 mg/L BAP and 0.05 mg/L AIA, is optimal in both subcultures 1 and 2, because despite being the lowest concentration treatment, it obtained the best results in number of shoots.

Keywords: shoots, cytokinins, auxins, multiplication, taro

Introducción

La malanga o taro (*Colocasia esculenta* L. Schott), es cultivada en trópicos húmedos, pertenece a la familia de las Aráceas, y su origen es Asia, África y Oceanía (Madrigal et al., 2018) . Es una planta perenne, cuyas características presentes son hojas grandes en forma de corazón, de un color verde intenso y brillante. La malanga puede llegar a una altura de hasta dos metros y sus hojas miden entre 30 y 90 cm, su tallo es robusto con tonalidades desde el verde claro hasta el púrpura oscuro (García, 2023) . La parte comestible es el cormo que crece bajo tierra, ayuda al sistema digestivo por su contenido de fibra y regula el colesterol, además posee un gran valor nutricional como las vitaminas del grupo B, especialmente la B6, del grupo C y del grupo E. Agregando que es rica en potasio, magnesio, fósforo y manganeso (Fernández, 2021).

La malanga es una planta herbácea anual, con un ciclo de nueve meses, que requiere precipitaciones de 1,000 a 1,600 mm. Crece bien en climas cálido-húmedos, con temperaturas que oscilan entre los 25 y 35°C, con buena luminosidad y a altitudes que oscilan de 0 a 1,000 m. No tolera bajas temperaturas. Prefiere suelos sueltos limosos, con alto contenido de materia orgánica, pH de 5.5 a 6.5; en suelos arcillosos se dificulta la cosecha si no hay disponibilidad de agua (Martínez et al., 2022).

Los principales países productores de malanga son Nigeria, Ghana y Costa de Marfil. Es muy apreciada en Estados Unidos y Canadá que son los principales importadores. La exportación para el mercado de Estados Unidos, lo suple Honduras y Nicaragua (López et al., 2020). En Honduras se estima que existe entre 1050-1400 hectáreas de malanga, con un crecimiento del 19% en exportaciones representando en ingresos USD \$ 3,586,787 , los productores obtienen un rendimiento promedio 12,960 kg/ha, con un costo de producción de USD \$816/ha y genera empleo a 87 jornales/ha (Cáceres, 2017).

Algunos hongos como *Sclerotium rolfsii* y *Fusarium oxisporum* causan pudrición en su follaje y cormo. También la malanga se ve afectada por bacterias como *Pseudomona solanacearum* cuyos

síntomas son amarillamiento del follaje, marchitez y pudrición del cormo, *Erwinia carotovora pv atropsetica* el síntoma es pudrición suave del cormo y *Xanthomonas campestris* afecta al follaje presentando necrosis marginal de la lámina que avanza por el peciolo. Los nemátodos (*Meloidogyne spp.* y *Pratylenchus spp.*), afectan a las raíces causando síntomas como formación de tumores, agallas, y lesiones severas (Instituto Nacional Técnico y Tecnológico [INATEC], 2018). El virus que más afecta a la malanga es el virus del mosaico (DsMV), que ocasiona deformación de las hojas y reducción de pigmentos fotosintéticos (Cabrera et al., 2010).

La malanga se propaga de manera asexual, utilizando los cormos como material de propagación cuando se presenta poca disponibilidad o se trata de reproducir en corto plazo un clon promisorio (Figueroa, Milián y Rodríguez, 2019). El método asexual se usa para aprovechar los cormelos o hijos, los cuales crecen de forma lateral y el cormo central está presente debajo de la superficie del suelo, seleccionando los que se encuentran sanos o vigorosos (Tinoco y Cruz, 2023). Las ventajas de la propagación asexual es que valora genéticamente el material vegetal, preserva genotipos y complejos genéticos, acorta ciclos reproductivos para acelerar procesos de cruzamiento y prueba, y conserva los genotipos superiores con características genéticas favorables (Rojas et al., 2013). Algunas desventajas son, la rápida dispersión de enfermedades y poca variabilidad genética, lo que no permite la evolución y adaptación de las especies (Figueroa, Jiménez, et al., 2019).

El cultivo de malanga aplicando la biotecnología de micropropagación se da a partir de meristemas apicales que se establecen en el medio Murashige y Skoog , con el objetivo de producir plantas sanas (Aguilar et al., 2016). Esta técnica consiste en propagar masivamente y en ambiente controlado a partir de pequeñas porciones de tejido vegetal manteniendo las características de la planta madre, siguiendo los métodos adecuados para el saneamiento (Gergoff et al., 2023). En la micropropagación se presentan cuatro etapas principalmente empezando con la etapa de establecimiento, en la cual se selecciona el material vegetal, aísla y desinfecta los explantes y se los inocula en medio de cultivo estéril. Continuando con la etapa de multiplicación en la cual se basa este

proyecto pues busca mantener y aumentar la cantidad de brotes durante los ciclos de multiplicación sucesivos (subcultivos). Después, sigue la etapa de enraizamiento *in vitro* y finalmente la aclimatación que es la etapa final del proceso productivo de micropropagación previa a la salida de las plantas al campo (Paz et al., 2016).

Durante la etapa de multiplicación las hormonas usadas son las auxinas y citoquininas para la inducción del mayor número de brotes por explante. Al medio de cultivo se le agregan reguladores de crecimiento como BAP (6- bencilaminopurina) que es una citoquinina, encargada de estimular el crecimiento de brotes, crecimiento y elongación de las células, crecimiento de las raíces, inhibe el envejecimiento de hojas e Incrementa la resistencia ante condiciones adversas (Vilchez et al., 2009). Adicionalmente AIB (ácido indol butírico), es una auxina que penetra los tejidos celulares y causa un incremento en la acumulación de auxinas las cuales promueven la formación de raíces de manera homogénea y vigorosa (Báez et al., 2015). Por último, el regulador AIA (ácido indol-3-acético), es una auxina, tiene como función principal regular diferentes procesos de desarrollo vegetal como la división celular, crecimiento del tallo principal, también promueve la formación de raíces y reduce el crecimiento de ramales laterales (Quintero, 2016).

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de los reguladores BAP, AIA y AIB en la etapa de multiplicación subcultivos 1 y 2 en malanga.

Materiales y Métodos

Localización

El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales del Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Fuente de Material Vegetal

Se usaron vitroplantas de malanga establecidas a partir de meristemos apicales, y en etapa de multiplicación.

Multiplicación *in vitro* de Malanga (*Colocasia esculenta* L. Schott)

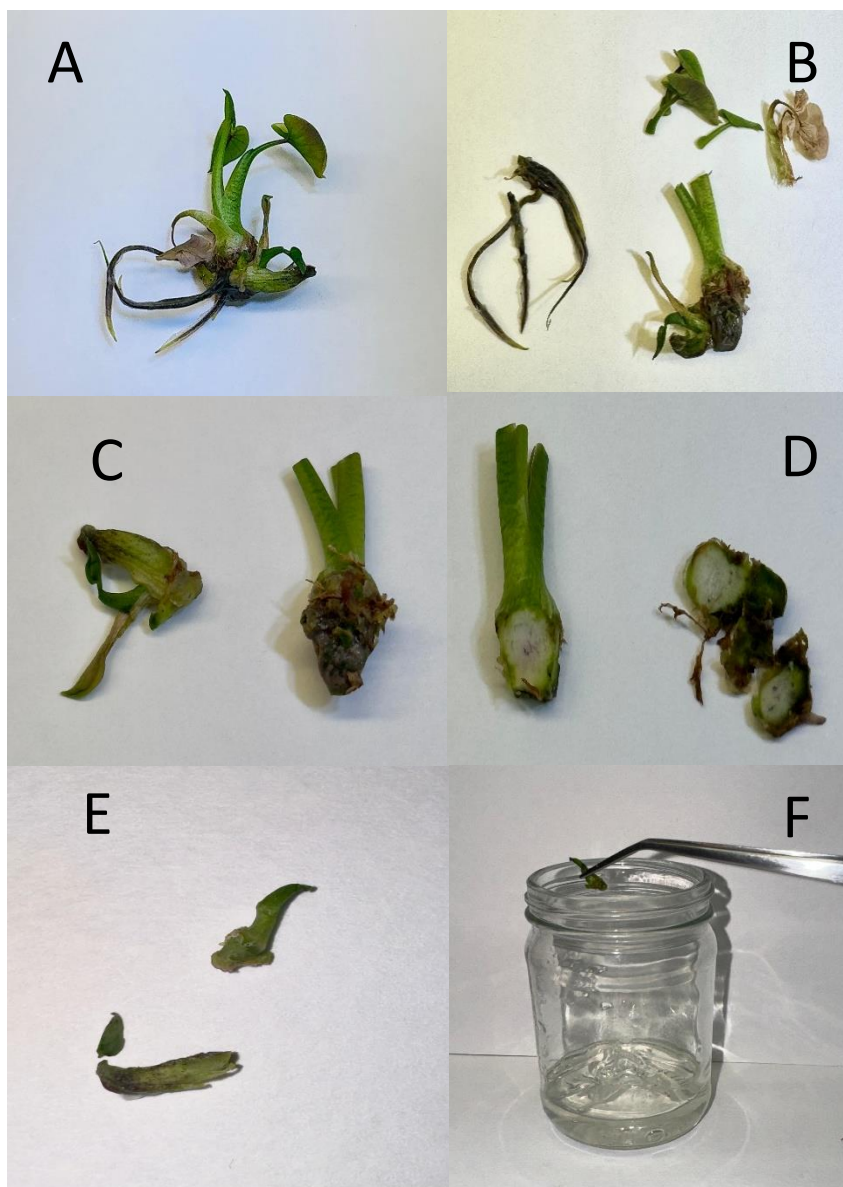
Luego de la etapa de establecimiento, a los 37 días se realizó el cambio a la Etapa de multiplicación subcultivo 1, en la cual se retiró las hojas marchitas y se transfirió los explantes a medio fresco.

Transferencia del Material Vegetal

En la etapa de multiplicación se realizó el cambio de medio correspondiente, con ello en el momento de sembrar se eliminaron raíces y hojas que cubrían los meristemas apicales, al realizar el cambio de medios se hizo una distribución de los brotes que ya estaban aptos para ubicarlos individualmente en otros frascos y separados de su correspondiente planta madre (Figura 1).

Figura 1

Multiplicación de malanga. A- Vitroplanta de malanga en etapa de multiplicación, B- Remoción de material vegetal (hojas y raíces), C- Separación de la planta madre y el brote, D- Remoción de necrosidad, E- Limpieza del brote, F- Brote en el nuevo medio.



Medio de Cultivo

Se usó el medio de cultivo de Murashige y Skoog (MS) (1962) modificado para la multiplicación de malanga (Cuadro 1). Se ajustó el pH del medio a 5.7 y se suplementó con reguladores de

crecimiento según el tratamiento evaluado. Las condiciones de esterilización del medio en el autoclave fueron 1 kg/cm² a 121°C por 20 minutos. Todos los medios fueron gelificados usando 1.8 g/L de Phytigel.

En el primer refrescamiento, subcultivo 1 se aplicaron los tratamientos a los 37 días después de establecido el explante. En el subcultivo 2, se realizó el refrescamiento a los 31 días.

Cuadro 1

Medio basal Murashige y Skoog (MS) (1962) modificado para la multiplicación in vitro de malanga coco (Colocasia esculenta (L.) Schott).

Componentes	Fórmula	Nombre común	mg/L
Macroelementos	NH ₄ NO ₃	Nitrato de amonio	1650.000
	KNO ₃	Nitrato de potasio	1900.000
	MgSO ₄ .7H ₂ O	Sulfato de magnesio heptahidratado	370.000
	CaCl ₂ .2H ₂ O	Cloruro de calcio bihidratado	440.000
	KH ₂ PO ₄	Fosfato monobásico de potasio	170.000
Microelementos	H ₃ BO ₃	Ácido bórico	6.200
	CoCl ₂ .6H ₂ O	Cloruro de cobalto hexahidratado	0.025
	CuSO ₄ .5H ₂ O	Sulfato de cobre pentahidratado	0.025
	KI	Yoduro de potasio	0.830
	MnSO ₄ .4H ₂ O	Sulfato de manganeso tetrahidratado	22.300
	Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	Molibdato de sodio bihidratado	0.250
	ZnSO ₄ .7H ₂ O	Sulfato de zinc heptahidratado	8.600
	Hierro	FeNa EDTA	Hierro Sodio Etilendiaminotetraacético
Componentes orgánicos		Inositol	100.000
		Tiamina- HCL	1.000
		Piridoxina	0.500
		Ácido Nicotínico	0.500
		Sacarosa	20,000.000

Nota. Tomado de Roca y Mroginski (1991)

Incubación

Los explantes fueron incubados en el cuarto de crecimiento del laboratorio a 22 °C, 35% de humedad relativa y luz por 16 horas a 4kLux y 40 µmol/m²/s de radiación fotosintéticamente activa.

Tratamientos Evaluados

Se evaluaron tres tratamientos combinando la citocinina BAP (6- bencilaminopurina) con las auxinas AIB (ácido indol butírico) o con AIA (ácido indol-3-acético). Las combinaciones y dosis evaluadas fueron las siguientes:

Tratamiento 3BAP + 0.3AIB: 3 mg/L de BAP + 0.3 mg/L de AIB

Tratamiento 1BAP + 0.05AIA: 1 mg/L de BAP + 0.05 mg/L de AIA

Tratamiento 4BAP + 2AIA: 4 mg/L de BAP + 2 mg/L de AIA

Variable Evaluada

Se contó el número de brotes por explante a los 7, 14, 21 días en cada subcultivo.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se utilizó un Diseño Completo al Azar (DCA), con tres tratamientos, con 25 repeticiones por tratamiento. Para el análisis estadístico se usó el programa Infostat, en el que se realizó un análisis de varianza y separación de medias por el método de Tukey con una probabilidad de 0.05.

Resultados y Discusión

En el subcultivo 1 se observó diferencias significativas en el promedio de número de brotes por explante como respuesta a los tratamientos (Cuadro 2). El tratamiento con más número de brotes por explante fue BAP 1 + AIA 0.05, alcanzando en promedio 2.27 brotes a los 21 días. Este resultado sugiere que la combinación de BAP y AIA en estas concentraciones optimiza el desarrollo de nuevos de los brotes.

Cuadro 2

Efecto de tratamientos aplicando hormonas en el promedio número de brotes por explantes de malanga (Colocasia esculenta L. Schott) en la etapa de multiplicación subcultivo uno, utilizando el medio de Murashige y Skoog (MS).

Tratamientos (mg/L)	Número de brotes		
	7 días	14 días	21 días
BAP 3 + AIB 0.3	1.18 a	1.00 b	1.00 b
BAP 1 + AIA 0.05	1.00 a	1.73 a	2.27 a
BAP 4 + AIA 2	1.00 a	1.00 b	1.06 b
P	0.042	0.0001	0.0001
CV	0.89	1.68	1.51

Blanco (2013), sugiere que se puede obtener mejores resultados de proliferación en la etapa de multiplicación a los 30 días al aplicar el tratamiento de BAP 1 + AIA 0.05. Saucedo et al. (2008) , obtuvieron mejores resultados utilizando el tratamiento de BAP 4 + AIA 2, en *Xanthosoma sagittifolium* L. Schott en este estudio ese tratamiento no hubo alguna diferencia significativa en el subcultivo 1, indicando que a pesar de ambas ser de la familia de las aráceas, no responden de manera similar a los reguladores de crecimiento.

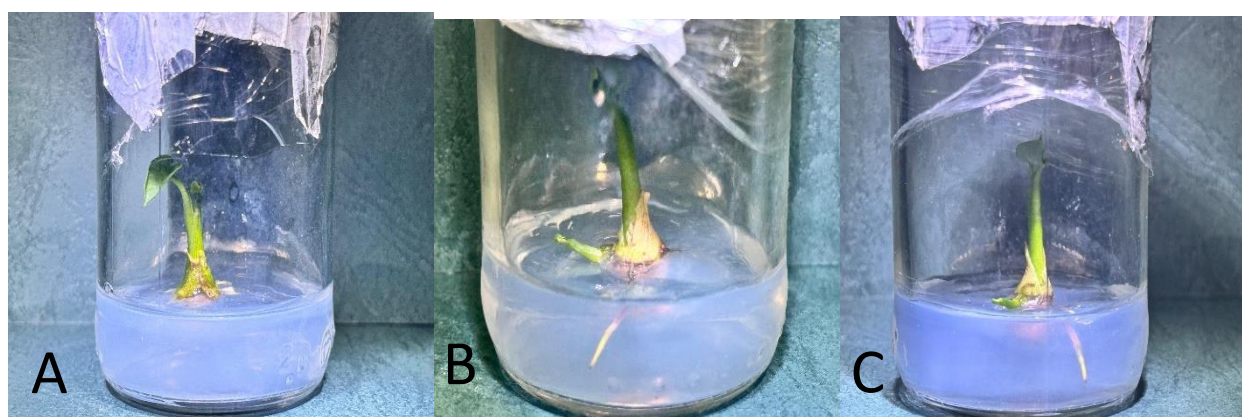
Según Alcantara et al. (2019), las bajas concentraciones de reguladores de crecimiento si tienen efecto en la división celular o cambio de patrones de crecimiento de los vegetales, este estudio pudimos comprobar esto, pues el tratamiento de BAP 1 + AIA 0.05, obtuvo el mayor número de brotes y fue el de menor concentración de reguladores.

Los tratamientos de BAP 3 + AIB 0.3 y BAP 4 + AIA 2, mostraron un crecimiento más limitado en los días 14 y 21, en comparación del tratamiento BAP 1 + AIA 0.05. Esto indica que no todas las combinaciones hormonales son igualmente efectivas, y que una concentración adecuada es crucial para maximizar el desarrollo de los brotes.

Los resultados obtenidos tras el cambio de medio evidencian que suplementar al medio de cultivo con reguladores de crecimiento es fundamental para la multiplicación *in vitro* de malanga ya que inducen la formación de brotes múltiples (Figura 2). Las hormonas vegetales son moléculas señalizadoras que se localizan en los diferentes tejidos de una planta y en cantidades específicas de acuerdo con el proceso que regulan. Los cambios en la concentración y distribución de las hormonas vegetales modulan el desarrollo y las respuestas al estrés biótico y abiótico (Porta y Jiménez, 2019).

Figura 2

Efecto de reguladores de crecimiento in vitro plantas de malanga a los 21 días, en el subcultivo 1 suplementando en el medio (MS) con los tratamientos: A- BAP 3 + AIB 0.3, B- BAP 1 + AIA 0.05 y C- BAP 4 + AIA 2.



En el subcultivo 2 no se observaron diferencias significativas en el número de brotes por explante (Cuadro 3). A pesar de las variaciones en las concentraciones de BAP, AIB o AIA, todos los tratamientos mostraron un crecimiento similar en este subcultivo. Este resultado se puede atribuir a que el explante se ha habituado a las dosis de los reguladores, por lo que se recomienda como mínimo seis subcultivos para que se acumulen las hormonas en el explante y se logren ver efectos en la formación de brotes (Astudillo, 2013).

Guerra (2013), sugiere que es importante aumentar los subcultivos ya que genera un mayor número brotes al aumentarlos, incluso obtuvo mejores resultados empleando el medio semisólido a comparación del líquido en malanga, indicando que el estado físico del medio es un factor importante.

Según (Vilchez et al., 2009), obtuvieron mayor número de brotes empleando BAP 3 mg/L y BAP 4 mg/L, lo cual difiere en el subcultivo 2, pues no se presentó alguna diferencia significativa empleando estas concentraciones, sin embargo, si se aumentó el número de brotes del subcultivo 1 al 2

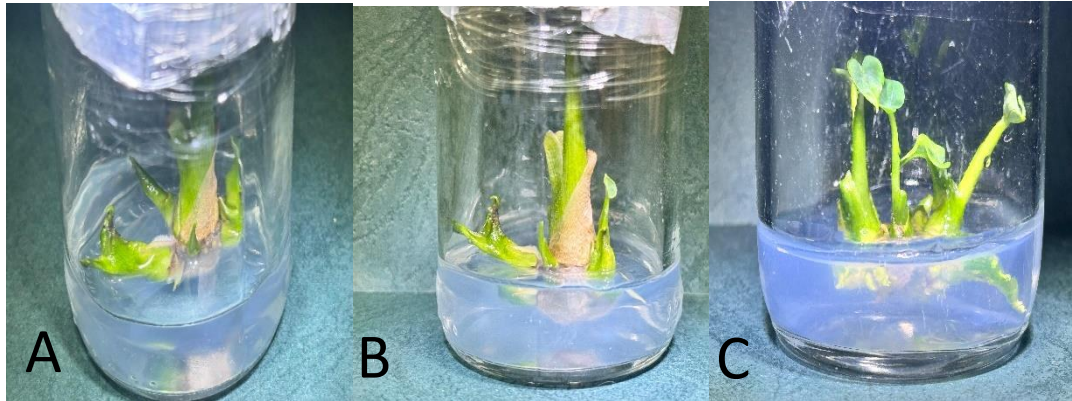
Cuadro 3

Efecto de tratamientos aplicando hormonas en el promedio de número de brotes por explante de malanga (Colocasia esculenta L. Schott) en la etapa de multiplicación subcultivo dos, utilizando el medio de Murashige y Skoog (MS).

Tratamientos(mg/L)	Número de brotes		
	7 días	14 días	21 días
BAP 3 + AIB 0.3	1.48	1.52	2.08
BAP 1 + AIA 0.05	1.13	1.33	1.73
BAP 4 + AIA 2	1.30	1.48	1.74
P	0.5914	0.9248	0.5004
CV	3.07	3.61	4.19

Figura 3

Efecto de reguladores de crecimiento in vitro plantas de malanga a los 21 días, en el subcultivo 2 suplementando en el medio (MS) con los tratamientos: A- BAP 3 + AIB 0.3, B- BAP 1 + AIA 0.05 y C- BAP 4 + AIA 2



Conclusión

El tratamiento de BAP 1 mg/L + AIA 0.05 mg/L, produjo mayor número de brotes por explante en los subcultivos 1 y 2 de la etapa de multiplicación de malanga.

Recomendación

Se recomienda suplementar al medio de cultivo MS modificado con BAP 1mg/L + AIA 0.05 mg/L, para la multiplicación *in vitro* de malanga subcultivos 1 y 2.

Referencias

- Aguilar, N., Aguirre, G., Avilá, T., Cadima, X., Calle, M., Céspedes, J., Coca, N., Coca, M. y Chávez, M. (2016). *Aplicación del cultivo de tejidos en la multiplicación y conservación de los recursos fitogenéticos* [Posgrado]. Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia. <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/212904/1/Aguirre%2C%20Baudoin%2C%20Leigue%20UMSS%202016.pdf>
- Alcantara, J., Acero, J., Alcántara, J. y Sánchez, R. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Nova*, 17(32). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702019000200109
- Astudillo, J. (2013). *Establecimiento y multiplicación in vitro de malanga coco (colocasia esculenta l. schott)* [Proyecto Especial de Graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/421767e0-c2a1-47bb-80a1-f0cadd02c777/content>
- Báez, A., González, L., Solíz, E., Bautista, A. y Bernal, M. (2015). *Efecto de la aplicación del ácido indol-3-butírico en la producción y calidad de trigo (triticum aestivum L.)*. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000300007
- Blanco, L. (2013). *Evaluación de la tasa de multiplicación in vitro de colocasia esculenta (L.) schott. (malanga) mediante la aplicación de diferentes concentraciones de benzilamino-purina y ácido Indol acético*. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/6172/1/223880.pdf>
- Cabrera, D., González, J., Portal, O. y Hernández, R. (2010). Influencia del virus del mosaico de la malanga sobre el contenido de clorofilas en *xanthosoma nigrum* (vell.). *Revista De Protección Vegetal*, 25(3). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522010000300008#:~:text=El%20Virus%20del%20mosaico%20de%20la%20malanga%20\(Potyviridae%3A%20Potyvirus\),en%201987%20sobre%20\(Xanthosoma%20sp.](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522010000300008#:~:text=El%20Virus%20del%20mosaico%20de%20la%20malanga%20(Potyviridae%3A%20Potyvirus),en%201987%20sobre%20(Xanthosoma%20sp.)
- Cáceres. (2017). *Exportaciones de malanga presentan un crecimiento en honduras*. <https://tiempo.hn/exportaciones-malanga-presentan-crecimiento-honduras/>
- Fernández, N. (2021). *¿Qué es la malanga y cuáles son los beneficios de este tubérculo?* <https://www.cadenadial.com/2021/que-es-la-malanga-y-cuales-son-los-beneficios-de-este-tuberculo-262514.html>
- Figuroa, Y., Jiménez, M., Rodríguez, S., Rodríguez, Y., Espinosa, E., Masa, N. y Lago, M. (2019). El cultivo de la “malanga” (*colocasia esculenta* (l.) schott.) en cuba. *Revista El Salvador Ciencia Y Tecnología*, 24, Artículo 39. https://issuu.com/conacyt/docs/conacyt_revista_escyt_vol24_n39/s/15700139
- Figuroa, Y., Milián, M. y Rodríguez, Y. (2019). Mejoramiento, conservación y diversidad genética de la malanga (*colocasia esculenta* (l.) schott.). *Cultivos Tropicales*, 40(2). <https://www.redalyc.org/journal/1932/193262825009/html/>
- García, U. (2023). *Malanga (Colocasia esculenta): Todo lo que necesitas saber sobre esta planta y sus beneficios*. <https://plantaraices.com/malanga-colocasia-esculenta/>

- Gergoff, G., Ruscitti, M. y Gimenez, D. (Eds.). (2023). *Introducción a la propagación vegetal de la fisiología a la práctica integrada* (1ª ed., 551-599). Edulp. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/161988>
- Guerra, D. (2013). Influencia de reguladores del crecimiento y el estado físico del medio de cultivo en la multiplicación *in vitro* de *Colocasia esculenta* clon 'INIVIT MC2001'. *Biotecnología Vegetal*, 13, Artículo 4, 225–229. <https://biblat.unam.mx/hevila//Biotecnologiavegetal/2013/vol13/no4/5.pdf>
- Instituto Nacional Técnico y Tecnológico. (2018). *Manual del protagonista raíces y tubérculos*. https://www.tecnacional.edu.ni/media/Raices_y_Tuberculos.pdf
- López, M., Martínez, J. y Ramos, R. (2020). La malanga (*Colocasia esculenta* schott) un cultivo alternativo para tabasco. *Agroregion*, 3. <https://agroregion.com/articulo?id=153>
- Madrigal, L., Hernández, J., Carranco, M., Calvo, M. y Casas Rosa (2018). Caracterización física y nutricional de harina del tubérculo de “Malanga” (*Colocasia esculenta* L. Schott). *Archivos Latinoamericanos De Nutrición (Alan)*, 68, Artículo 2. <https://doi.org/10.37527/2018.68.2.008>
- Martínez, J., López, R., Ramos, J., Ramírez, M. y Ramos, R. (2022). *Generación de tecnología para la producción sustentable y uso integral de malanga*. Instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias. <https://sii.ecosur.mx/Content/ProductosActividades/archivos/55866/textocompleto-17-01-2024-11-23.pdf>
- Paz, M., Ríos, D., Becerra, J. y Sánchez, M. (2016). Caracterización fisiológica del enraizamiento in vitro de *eucalyptus nitens* y *eucalyptus globulus*. *Gayana Botánica*, 73(2). <https://doi.org/10.4067/S0717-66432016000200421>
- Porta, H. y Jiménez, G. (2019). *Papel de las hormonas vegetales en la regulación de la autofagia en plantas*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7943163>
- Quintero, C. (2016). *Evaluación de la producción de ácido indol acético (aia) y fijación libre de nitrógeno en cepas nativas de azotobacter sp. aislados de suelos del altiplano cundiboyacense*. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/57998/Document%20Final%20%2009%20junio%202016%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=El%20AIA%2C%20es%20una%20de,motivado%20su%20uso%20en%20agricultura>
- Roca, W. y Mroginski, L. (1991). Cultivo de tejidos en la agricultura fundamentos y aplicaciones. *Centro Internacional De Agricultura Tropical (CIAT)*, Artículo 151, 469–481. http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/Cultivo_de_tejidos_en_la_agricultura.pdf
- Rojas, S., García, J. y Alarcón, M. (2013). *Propagación asexual de plantas*. <https://ecojardines.files.wordpress.com/2013/12/propagacinasexualdeplantas.pdf>
- Saucedo, S., Ramos, L. y Reyes, T. (2008). Efecto de los Reguladores de Crecimiento para la Propagación in vitro de la Malanga (*Xanthosoma sagittifolium* L. Schott). *Dialnet*, 1, 17–21. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4045210.pdf>
- Tinoco, A. y Cruz, L. (2023). *Efecto de la aplicación de colchicina in vitro sobre la morfología y citología en dos cultivares de malanga (colocasia esculenta l. schott)* [Tesis de pregrado]. Universidad nacional agraria, Managua, Nicaragua. <https://repositorio.una.edu.ni/4645/1/tnf30t591.pdf>

Vilchez, J., Rivas, Y., Albany, N., Molina, M. y Martínez, L. (2009). Efecto de la N6-bencilaminopurina sobre la multiplicación in vitro de ocumo criollo (*Xanthosoma sagittifolium* L. Schott). *Revista De La Facultad De Agronomía*, 26, Artículo 2. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182009000200005