



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v11i3.4442>

Ciencias Sociales y Políticas
Artículo de Investigación

Establecimiento in vitro de banano (*Musa x paradisiaca* L.) con diferentes métodos de desinfección y reguladores de crecimiento

In vitro establishment of banana (*Musa x paradisiaca* L.) with different disinfection methods and growth regulators

Estabelecimento in vitro de bananeira (*Musa x paradisiaca* L.) com diferentes métodos de desinfecção e reguladores de crescimento

Angelica Elizabeth Corro-Yanchaliquin ^I
angelica.corro7445@utc.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0005-5423-5336>

Danny Alexander Cuchiye-Toaquis ^{II}
danny.cuchiye9901@utc.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0008-8848-6397>

Eduardo Fabián Quinatoa-Lozada ^{III}
eduardo.quinatoa1839@utc.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-0552-1871>

Oswaldo Danilo Álvarez-Altamirano ^{IV}
daniloalv2@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0005-4306-4834>

Correspondencia: angelica.corro7445@utc.edu.ec

***Recibido:** 03 de mayo de 2025 ***Aceptado:** 16 de junio de 2025 ***Publicado:** 02 de julio de 2025

- I. Estudiante de Agronomía, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.
- II. Estudiante de Agronomía, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.
- III. Ingeniero Agrónomo, Máster en Biotecnología Molecular y Celular de Plantas, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.
- IV. Ingeniero Agrónomo, Magister en Sanidad Vegetal, Consultor Independiente, Ambato Ecuador.

Establecimiento in vitro de banano (*Musa x paradisiaca* L.) con diferentes métodos de desinfección y reguladores de crecimiento

Resumen

El banano es un cultivo de importancia económica y alimenticia por su contenido de vitaminas y minerales. La propagación in vitro del cultivo de banano *Musa x paradisiaca* L. es una técnica rentable y asegura una producción de plantas libre de patógenos. En la fase de establecimiento in vitro uno de los principales problemas en la mayoría de las especies es la contaminación bacteriana, fúngica y polifenólica en los explantes y medios de cultivo. Por ello, el objetivo de esta investigación fue evaluar el establecimiento in vitro de banano (*Musa x paradisiaca* L.) con diferentes métodos de desinfección y reguladores de crecimiento. En el ensayo se utilizó hijuelos de banano de la variedad William los mismos que son limpiados y lavados para ser sometidas a tres protocolos de desinfección en el que se utiliza alcohol, cloro y Tween 20 en diferentes concentraciones; como también, tres tipos de medios de cultivo en el que se usa Murashige y Skoog (MS), sacarosa en combinación con diferentes reguladores de crecimiento. Se evaluaron variables como contaminación fúngica, bacteriana y fenólica, así como también la sobrevivencia de los explantes. Se realizó un diseño experimental completamente aleatorio (DCA) con arreglo factorial A x B con 9 tratamientos y 10 repeticiones. Entre los resultados obtenidos mencionamos que la contaminación fúngica es la que se presenta en menor porcentaje mientras que la contaminación u oxidación fenólica fue la que mayor porcentaje presentó; El medio de cultivo en el que se presentó la menor contaminación bacteriana fue el medio 1; finalmente, el mayor porcentaje de sobrevivencia (70%) se da en medio de cultivo 1 y el protocolo de desinfección 2 fue el que mayor porcentaje de sobrevivencia presenta.

Palabras claves: banano; bacteriana; fúngica; in vitro; polifenólica.

Abstract

Banana is a crop of economic and nutritional importance due to its vitamin and mineral content. In vitro propagation of the banana crop *Musa x paradisiaca* L. is a cost-effective technique and ensures pathogen-free plant production. During the in vitro establishment phase, one of the main problems in most species is bacterial, fungal, and polyphenolic contamination in the explants and culture media. Therefore, the objective of this research was to evaluate the in vitro establishment of banana (*Musa x paradisiaca* L.) with different disinfection methods and growth regulators. The trial used banana offshoots of the William variety. These were cleaned and washed and subjected to three disinfection protocols using alcohol, chlorine, and Tween 20 at different concentrations; as well as three types of culture media using Murashige and Skoog (MS), sucrose in combination with different growth

Establecimiento in vitro de banano (*Musa x paradisiaca* L.) con diferentes métodos de desinfección y reguladores de crecimiento

regulators. Variables such as fungal, bacterial, and phenolic contamination, as well as explant survival, were evaluated. A completely randomized experimental design (CRD) with an A x B factorial arrangement was used, with 9 treatments and 10 replicates. Among the results obtained, we note that fungal contamination was the lowest percentage, while phenolic contamination or oxidation was the highest. The culture medium with the lowest bacterial contamination was medium 1; finally, the highest survival rate (70%) was found in culture medium 1, and disinfection protocol 2 had the highest survival rate.

Keywords: banana; bacterial; fungal; in vitro; polyphenolic.

Resumo

A banana é uma cultura de importância econômica e nutricional devido ao seu conteúdo de vitaminas e minerais. A propagação in vitro da cultura da banana *Musa x paradisiaca* L. é uma técnica de baixo custo e garante a produção de plantas livres de patógenos. Durante a fase de estabelecimento in vitro, um dos principais problemas na maioria das espécies é a contaminação bacteriana, fúngica e polifenólica nos explantes e meios de cultura. Portanto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o estabelecimento in vitro da banana (*Musa x paradisiaca* L.) com diferentes métodos de desinfecção e reguladores de crescimento. O ensaio utilizou brotos de banana da variedade William. Estes foram limpos e lavados e submetidos a três protocolos de desinfecção usando álcool, cloro e Tween 20 em diferentes concentrações; bem como três tipos de meios de cultura usando Murashige e Skoog (MS), sacarose em combinação com diferentes reguladores de crescimento. Variáveis como contaminação fúngica, bacteriana e fenólica, bem como a sobrevivência do explante, foram avaliadas. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em arranjo fatorial A x B, com 9 tratamentos e 10 repetições. Dentre os resultados obtidos, observamos que a contaminação fúngica apresentou o menor percentual, enquanto a contaminação fenólica ou oxidação foi a maior. O meio de cultura com menor contaminação bacteriana foi o meio 1; por fim, a maior taxa de sobrevivência (70%) foi encontrada no meio de cultura 1, e o protocolo de desinfecção 2 apresentou a maior taxa de sobrevivência.

Palavras-chave: banana; bacteriana; fúngica; in vitro; polifenólica.

Introducción

El banano pertenece a la familia de las musáceas, considerado como uno de los cultivos más importantes del mundo. Se estima que alrededor de 400 millones de personas de las zonas tropicales y subtropicales de los países en vías de desarrollo dependen de éste cultivo, siendo de gran importancia económica y alimentaria a nivel mundial (FAOSTAT, 2025), en el que se produjeron alrededor de 148 millones de toneladas en 135 países incluido el Ecuador (FROM, 2017).

A pesar de que el banano tiene un gran potencial productivo, sin embargo, presenta diversas limitaciones al momento de propagar; todas las variedades que conocemos no presenta semilla sexual, es decir que son triploides estériles (Quezada & Quisbert, 2021), por lo que su propagación se lo realiza por cormos, pero esta técnica conlleva a una alta contaminación y diseminación de patógenos de la planta madre (Ancasi-Espejo et al., 2016).

Otro de los problemas encontrados en la etapa de establecimiento in vitro en las musáceas, es común la presencia de microorganismos patógenos en el medio de cultivo, oxidación fenólica de los tejidos, poca viabilidad de los explantes (Ancasi-Espejo et al., 2016), requiriendo de medios de cultivo gelificados, sales de crecimiento, hormonas como las citoquininas en la que la más comúnmente utilizada es 6-Bencilaminopurina (6-BAP) o en combinación con otras (Liu et al., 2017) y un personal capacitado para la siembra y subcultivo de las plantas en todas las fases de micropropagación (Albarrán, 2014).

A raíz de estos problemas, una de las alternativas para obtener plantas de alta calidad sanitaria, libre de patógenos, produciendo en masa plántulas de banano totalmente uniformes para los agricultores es por la técnica de micropropagación (Castro et al., 2002) (Aguirre et al., 2016). La micropropagación es una de las aplicaciones de la biotecnología más difundidas del cultivo in vitro, consiste en la propagación de cultivares en un ambiente artificial, donde controlamos las condiciones ambientales y con el empleo de un medio de cultivo. Este procedimiento implica que cada una de las plántulas propagadas tenga las características iguales a las de la planta donante (Galan et al., 2018). Por lo antes expuesto, el objetivo de esta investigación es evaluar el establecimiento in vitro de banano (*Musa x paradisiaca* L.) con diferentes métodos de desinfección y reguladores de crecimiento en el laboratorio de Biotecnología.

Establecimiento in vitro de banano (*Musa x paradisiaca* L.) con diferentes métodos de desinfección y reguladores de crecimiento

Materiales y métodos

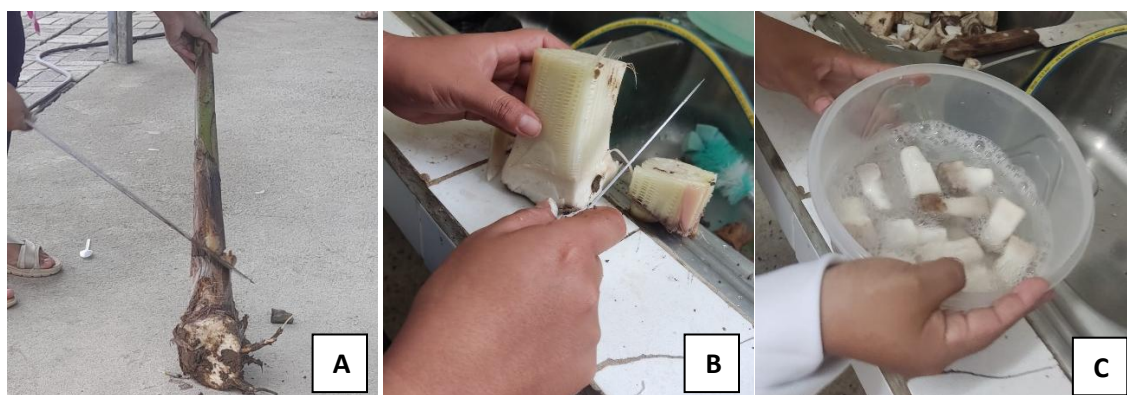
Localización

La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Técnica de Cotopaxi, extensión La Maná. Siendo parte del proyecto Formativo “Aplicación de herramientas biotecnológicas en la propagación de especies de interés agronómico” de la carrera de Agronomía; ubicado en el cantón La Maná de la provincia de Cotopaxi con una altitud de 216 msnm, en las coordenadas geográficas 0°56'49"S, 79°14'12"W.

Selección del material vegetal

Se utilizó hijuelos (cormos) de banano variedad William, como material de partida de aproximadamente 40 cm de largo recolectados en el cantón Valencia en plantas productivas, sanas y que previamente han sido tratadas con un manejo fitosanitario adecuado. Dichos cormos son limpiados y lavados para llevarlos al laboratorio como se aprecia en el **Gráfico 1**.

Gráfico 1. Proceso de desinfección de cormos de banano (*Musa x paradisiaca* L.). (A) hijuelo de banano, (B) reducción del cormo a 4 cm. (C) lavado de cormos



Elaborado por: (Corro & Cuchi, 2025)

Establecimiento in vitro de banano

a. Preparación de medios de cultivo

Para la preparación de los medios de cultivo se utilizaron sales de Murashige y Skoog (MS) el cual incluía vitaminas, sacarosa, reguladores de crecimiento como 6-Bencilaminopurina (BAP), Ácido Indol Acético (AIA), Ácido naftalenacético (ANA) y agar. Un ajuste de pH de 5.7 en todos los medios. Finalmente, los medios de cultivo son sometidos a un proceso de autoclavado, utilizando un

Establecimiento in vitro de banano (*Musa x paradisiaca* L.) con diferentes métodos de desinfección y reguladores de crecimiento

autoclave a 121 °C por 15 minutos para evitar contaminación de los medios de cultivo en el momento de la siembra, como se muestra en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Medios de cultivo utilizados en Establecimiento in vitro de banano (*Musa x paradisiaca* L.) con diferentes métodos de desinfección y reguladores de crecimiento

COMPONENTE	MEDIO 1	MEDIO 2	MEDIO 3
M.S	2,2 g/L	2,2 g/L	2,2 g/L
Azucar	30 g/L	30 g/L	30 g/L
Bap	20ml/L	0,5ml/L	0,2ml/L
AIA		0,5ml/L	
ANA		0,5ml/L	0,5ml/L
myo-inositol			0,05g/L
pH	5,7	5,7	5,7
Carbón activado	1g/L	1g/L	
Agar	8g/L	8g/L	8g/L

Elaborado por: (Corro & Cuchipe, 2025)

b. Desinfección del material vegetal

Los cormos recolectados se procedieron a lavarlos con agua y detergente, luego reducidos a un tamaño de 3 cm, seguido a esto dentro de la cámara de flujo laminar se desinfecta con hipoclorito de sodio, alcohol etílico, Tween20 y enjuagues con agua destilada y estéril en diferentes dosis y tiempos como se indica en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Protocolos de desinfección utilizados en Establecimiento in vitro de banano (*Musa x paradisiaca* L.) con diferentes métodos de desinfección y reguladores de crecimiento.

OMPONENTE	PROTOCOLO1	PROTOCOLO2	PROTOCOLO3
Alcohol		70% por 10min	70% por 5min y 1min 5%, 1% y 0,5% por
Cloro	10% por 3min	5% por 1min	10,7y3min

Establecimiento in vitro de banano (*Musa x paradisiaca* L.) con diferentes métodos de desinfección y reguladores de crecimiento

Tween 20			1 gota por 5 min
agua destilada	100% por 1min	100% por 1min	100% por 1min

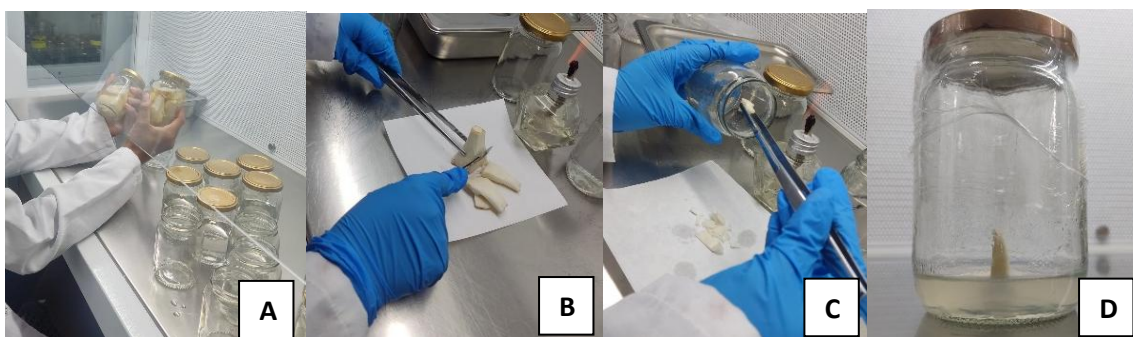
Elaborado por: (Corro & Cuchiye, 2025)

c. Siembra de meristemos de banano

Dentro de la cámara de flujo laminar los cormos luego de la desinfección son reducidos a un tamaño de 1 a 2 cm. La siembra de los meristemos se los hace en las mismas condiciones asépticas y utilizando pinzas y bisturí estériles, se coloca los explantes dentro de frascos de vidrio en los que se colocó los diferentes medios de cultivo previamente esterilizados.

Los frascos con los explantes fueron colocados en condiciones controladas con una temperatura promedio de 25 °C y un fotoperiodo de 16 horas luz y 8 de oscuridad para su desarrollo.

Gráfico 2. Siembra in vitro de meristemos de banano (*Musa x paradisiaca* L.). (A) desinfección en alcohol y cloro, (B) reducción de cormos a 2cm. (C) siembra en medio de cultivo y (D) explante sembrado



Elaborado por: (Corro & Cuchiye, 2025)

Variables evaluadas

Contaminación fúngica

Luego de 15 días se evaluó en forma visual y directa la presencia de micelio en el medio de cultivo y explantes en cada una de las repeticiones.

Contaminación bacteriana

A partir de los 15 días de haber establecido el cultivo se procedió a identificar los frascos que hayan presentado un crecimiento bacteriano con una apariencia lechosa alrededor de los explantes.

Establecimiento in vitro de banano (*Musa x paradisiaca* L.) con diferentes métodos de desinfección y reguladores de crecimiento

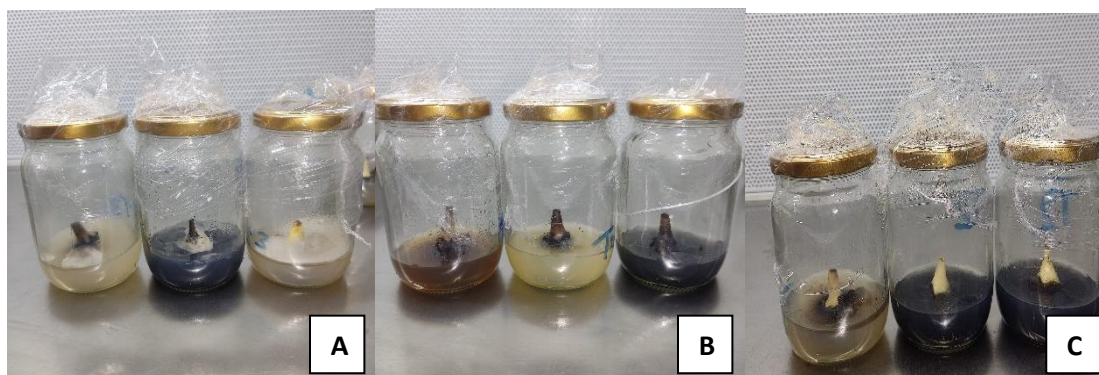
Oxidación polifenólica

Una vez transcurrido 15 días se evaluó el grado de oxidación que presentan los explantes y el medio de cultivo, la particularidad de esta contaminación es un color marrón, y oscuro en el explante y en el medio de cultivo a su alrededor. Esto se da por la oxidación de compuestos fenólicos por la enzima polifenol oxidasa (PPO).

Sobrevivencia de los explantes

Transcurrido un periodo de 2 a 3 meses se evaluó los explantes que sobrevivieron al establecimiento in vitro del banano y presentaron algún tipo de respuesta de inicio de crecimiento.

Gráfico 3. Evaluación de los cultivos in vitro de banano (*Musa x paradisiaca* L.). (A) contaminación bacteriana y fúngica, (B) oxidación polifenólica. (C) explantes que sobrevivieron



Elaborado por: (Corro & Cuchi, 2025)

La investigación se llevó a cabo bajo un diseño experimental completamente aleatorio (DCA) con arreglo factorial A x B, donde el factor A es Protocolos de desinfección y el factor B son los Medios de cultivo, con 9 tratamientos y 10 repeticiones.

Para el análisis estadístico se incluyó un análisis de varianza previa verificación de normalidad y homogeneidad de las variables, Las comparaciones de medias fueron realizadas a un P valor de $P < 0.05$ de probabilidad, mediante la prueba de Tukey, utilizando el programa estadístico de Infostat.

Resultados

Contaminación bacteriana, fúngica y fenólica según el protocolo de desinfección

Una vez evaluado los tres protocolos de desinfección se pudo observar que la contaminación fúngica se presenta en porcentajes bajos, es así que el protocolo 2 en el que se utilizó alcohol al 70% e

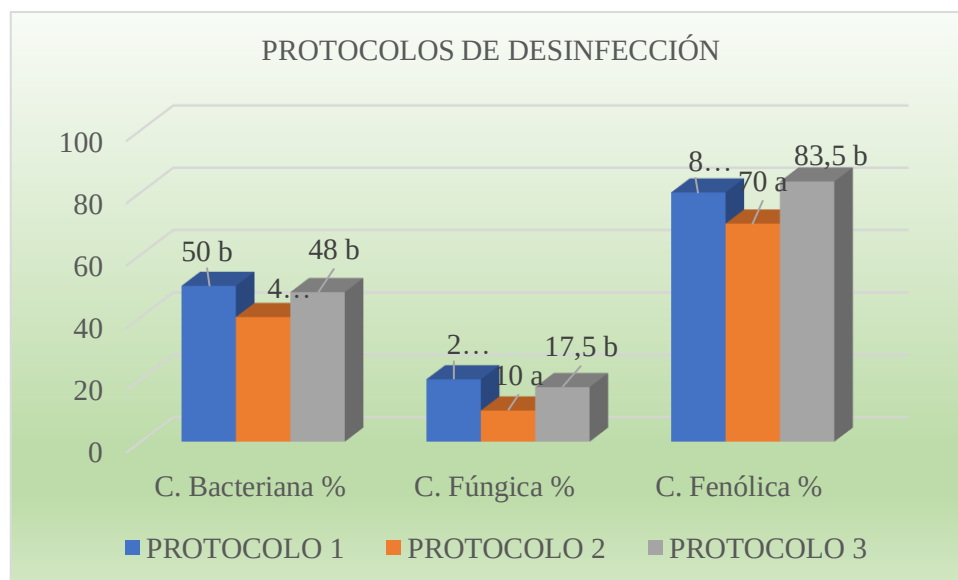
Establecimiento in vitro de banano (*Musa x paradisiaca* L.) con diferentes métodos de desinfección y reguladores de crecimiento

hipoclorito de sodio (cloro) al 5% presentó un 10 % de contaminación por hongos, seguido del protocolo 3 con un 17,5 % de contaminación, en el que adicional a lo que tiene el protocolo 1 se colocó tween 20, finalmente, el protocolo 1 en el que solo contenía hipoclorito de sodio obtuvo un 20% de contaminación por hongos.

La contaminación bacteriana tuvo un mayor incremento en los explantes del cultivo de banano, en la que el protocolo 2 tiene un 40 % de contaminación, seguido de los protocolos 3 y 1 con un 48 y 50% de contaminación respectivamente; (Franco et al., 2020) en su estudio menciona que registró un 25% y 12.5% de contaminación con bacterias y hongos respectivamente, en el que usó 5% de hipoclorito de sodio.

La mayor contaminación que se pudo observar en los explantes fue la fenólica, reportando un 70% de oxidación en el protocolo 2, seguido de los protocolos 1 y 3 con promedios de 80 y 83.5% de contaminación respectivamente como se observa en la **Figura 1**. (Quezada & Quisbert, 2021) reportan datos de un 8% de contaminación polifenólica al combinar reguladores de crecimiento con carbón activado y con ácido ascórbico, lo que nos hace pensar que la adición de estos dos últimos componentes en los medios de cultivo ayuda a reducir la oxidación.

Figura 1. Contaminación bacteriana, fúngica y fenólica según el protocolo de desinfección utilizado en el establecimiento in vitro de banano (*Musa x paradisiaca* L.) con diferentes métodos de desinfección y reguladores de crecimiento

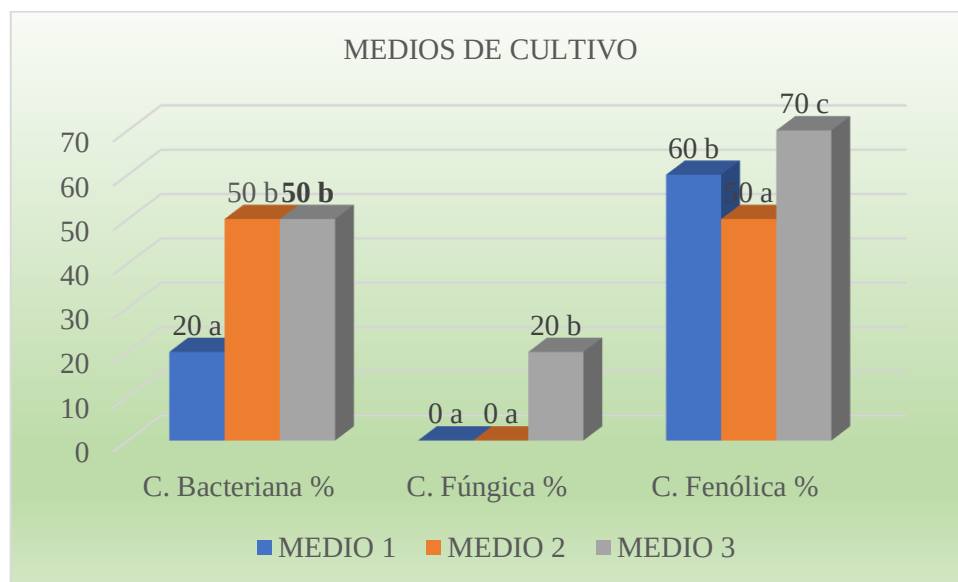


Elaborado por: (Corro & Cuchiye, 2025)

Contaminación bacteriana, fúngica y fenólica según el medio de cultivo utilizado

Como se puede apreciar en el **Figura 2**, la contaminación fúngica se presentó en bajo porcentaje, tal es así que tanto el medio 1 y 2 tuvo 0% de contaminación y el medio 3 un 20% de contaminación por hongos. La contaminación por bacterias estuvo alrededor de un 50% tanto para el medio 2 y medio 3, sin embargo, el medio 1 presentó una tasa de contaminación del 20 % siendo el que menor contaminación bacteriana obtuvo. (Pereira et al., 2003) menciona que la contaminación bacteriana es más perjudicial, ya que no se detecta en forma temprana y los agentes contaminantes pueden ser transferidos durante los posteriores subcultivos. Por otro lado, la contaminación u oxidación polifenólica en los medios de cultivo fue superior o igual al 50 %, siendo el medio 3 quien presentó la tasa de contaminación más alta con un 70 % de contaminación polifenólica, esto se debe según (Ramírez et al., 2008) a que la oxidación está asociada a compuestos fenólicos los mismos que necrosan los explantes por acción de las enzimas oxidorreductasas.

Figura 2. Contaminación bacteriana, fúngica y fenólica según el medio de cultivo utilizado en el establecimiento in vitro de banano (*Musa x paradisiaca* L.) con diferentes métodos de desinfección y reguladores de crecimiento



Elaborado por: (Corro & Cuchiye, 2025)

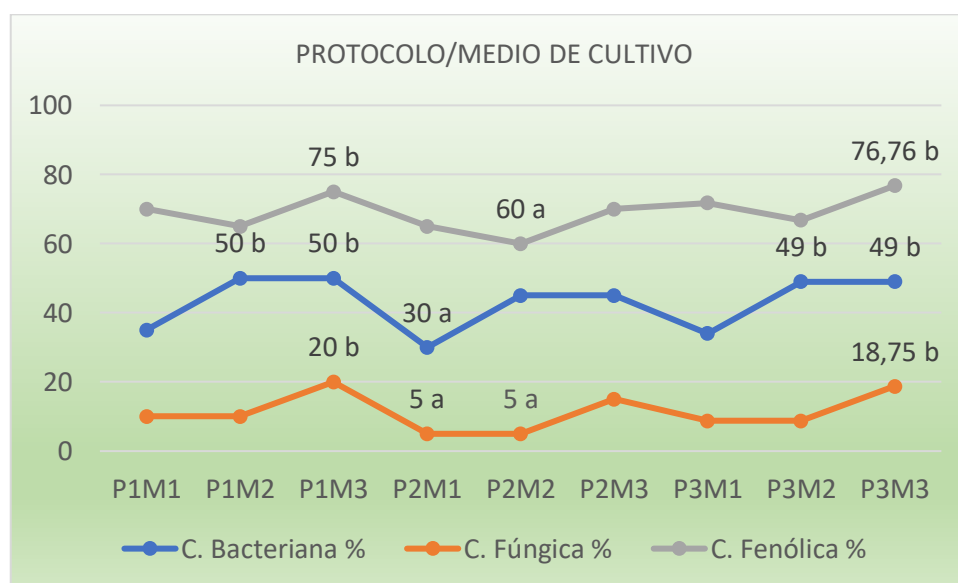
Establecimiento in vitro de banano (*Musa x paradisiaca* L.) con diferentes métodos de desinfección y reguladores de crecimiento

Interacción del protocolo de desinfección y el medio de cultivo utilizado

En la **figura 3**, se puede apreciar que el mayor obstáculo o problema encontrado fue la contaminación u oxidación polifenólica llegando a promedios de hasta 76,76% en la interacción del Protocolo3 con el Medio3, por el contrario, la interacción en la que se reporta el más bajo porcentaje de oxidación es el Protocolo2 con el Medio2 en el que se adicionó carbón activado con promedios de 60%; en un estudio sobre el efecto del carbón activado y las condiciones de oscuridad reportadas por (Díaz et al., 2016) registraron un 39,09% de contaminación en la fase de establecimiento.

La contaminación bacteriana se ubicó en promedios del 50% en el Protocolo1 en el que solo se utiliza cloro en interacción con el medio 2 y 3, mientras que el Protocolo2 en interacción con el Medio1 reportó un 30% de contaminación por bacterias. (Arbeláez et al., 2016) recomienda la utilización de hormona BAP en combinación con axinas para un mejor establecimiento in vitro de estas musáceas. En el caso de la contaminación fúngica el promedio más alto se reportó en la interacción del Protocolo1 con el Medio3 llegando a 20% de contaminación, mientras que las interacciones del Protocolo2 con los medios de cultivo 1 y 2 obtuvieron los porcentajes más bajos con apenas el 5% de contaminación por hongos. Tanto la contaminación por hongos, bacterias y oxidación en la fase de establecimiento son los principales causantes de pérdidas de material vegetal (Quezada & Cardozo, 2022).

Figura 3. Interacción del protocolo de desinfección y el medio de cultivo utilizado en el establecimiento in vitro de banano (*Musa x paradisiaca* L.) con diferentes métodos de desinfección y reguladores de crecimiento

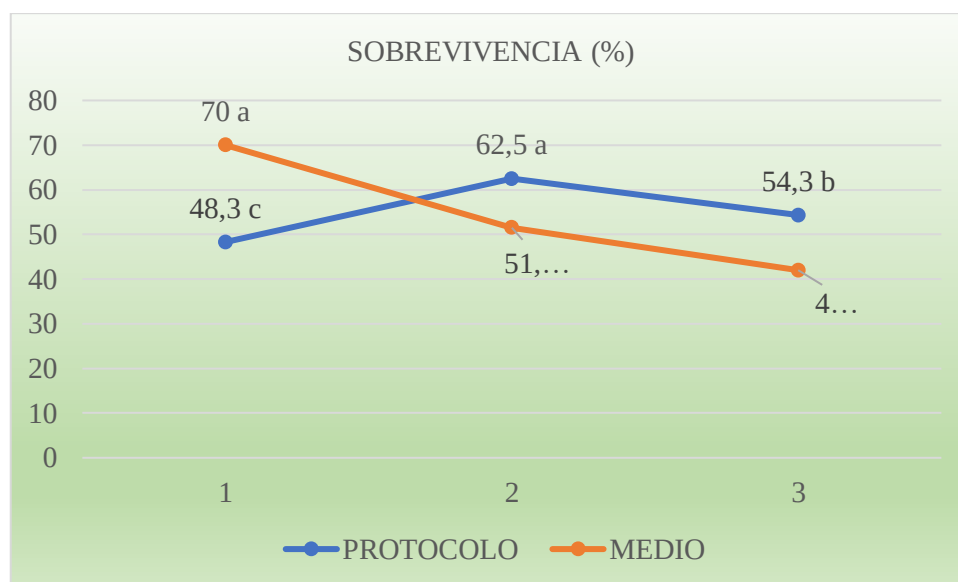


Elaborado por: (Corro & Cuchipe, 2025)

Porcentaje de sobrevivencia de los explantes

El mayor porcentaje de sobrevivencia se evidenció en el medio de cultivo 1 con un 70% de explantes que lograron sobrevivir, mientras que el medio3 apenas alcanza una sobrevivencia de 42%, los autores (Quezada & Quisbert, 2021) reportan datos de sobrevivencia de un 75% en el medio de cultivo que combina ANA, IBA Y BAP con Carbón activado. En cuanto al protocolo1 al utilizar solamente cloro como agente desinfectante se obtiene un 48%, mientras que al combinar cloro y alcohol etílico se obtienes un 62.5% de sobrevivencia en los explantes, resultados similares a los nuestros las obtuvo (Ubilla, 2016) con un 62% de meristemos apicales establecidos in vitro, sin embargo (Gómez, 2018) menciona que en su ensayo obtuvo el 100% de supervivencia de los explantes utilizando alcohol al 70% por 1 minuto e hipoclorito de sodio al 2% durante 6 a 8 minutos.

Figura 3. Sobrevivencia de los explantes en el establecimiento in vitro de banano (*Musa x paradisiaca* L.) con diferentes métodos de desinfección y reguladores de crecimiento



Elaborado por: (Corro & Cuchiye, 2025)

Conclusiones

Al evaluar los tres protocolos de desinfección se concluye que la contaminación fúngica es la que se presenta en menor porcentaje mientras que la contaminación u oxidación fenólica fue la que mayor porcentaje presentó; siendo el protocolo 2 en el que se utiliza alcohol al 70%, cloro al 5% el que mejor efecto causó al reducir la contaminación fúngica, bacteriana y fenólica en cada tratamiento.

Establecimiento in vitro de banano (*Musa x paradisiaca* L.) con diferentes métodos de desinfección y reguladores de crecimiento

El medio de cultivo en el que se presentó la menor contaminación bacteriana fue el medio 1, de la misma manera el medio 1 y 2 no presenta contaminación fúngica y en el caso de la contaminación fenólica el medio 3 presenta la mayor oxidación fenólica debido a que no se adicionó carbón activado. El mayor porcentaje de sobrevivencia (70%) se da en medio de cultivo 1 mientras que en el medio 3 la sobrevivencia se reduce hasta un 42%. El protocolo de desinfección 2 fue el que mayor porcentaje de sobrevivencia presenta.

Referencias

1. Aguirre, G., Baudoin, J.-P., & Leigue Arnéz, L. (2016). Aplicación de cultivo de tejido en la multiplicación y conservación de los recursos fitogenéticos. Aplicación del cultivo de tejidos en la multiplicación y conservación de los recursos fitogenéticos. <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/212904/1/>
2. Albarrán, J. (2014). Biorreactores de inmersión temporal para la propagación masiva de plantas. INIA Divulga, 28(28), 2-8.
3. Ancasi-Espejo, R. G., Montero-Tonconi, J. R., Ferreira-Castedo, N. J., & Muñoz-Guzmán, I. (2016). Determinación un mejor medio de cultivo en la fase de establecimiento para la propagación in vitro de plátano (*Musa paradisiaca* L). Journal of the Selva Andina Research Society, 7(2), 104-111.
4. Arbeláez, L. M. A., Montoya, J. L., & Saavedra, S. A. R. (2016). EVALUACIÓN DE PROTOCOLOS PARA EL ESTABLECIMIENTO Y DESINFECCIÓN in vitro DE MERISTEMOS DE PLATANO *Musa spp*/ASSESSMENT PROTOCOLS FOR THE ESTABLISHMENT AND DISINFECTION in vitro MERISTEM OF BANANA *Musa spp*. Vitae, 23, S391.
5. Castro, D., Díaz, J., & Montoya, N. (2002). Propagación clonal de bananos en Biorreactores de Inmersión Temporal. XV Reunión Acorbat, 44-48.
6. Díaz, M. I., Flor Benítez, B. A., Enciso Garay, C. R., & González Segnana, L. R. (2016). El carbón activado y las condiciones de oscuridad en la micropropagación de banana variedad Nanicao. Revista Colombiana de Biotecnología, 18(2), 140-146.
7. FAOSTAT. (2025). Estadísticas | FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Statistics. <http://www.fao.org/statistics/es>

Establecimiento in vitro de banano (*Musa x paradisiaca* L.) con diferentes métodos de desinfección y reguladores de crecimiento

8. Franco, Y. M., Cataldi, C. E. M., Ovejero, N. N. D., & Lezcano, M. I. D. (2020). Protocolo de desinfección para establecimiento in vitro de meristema apical de banano *Musa* spp. CEDAMAZ, 10(2), Article 2.
9. FROM, P. B. P. (2017). Global Programme on Banana Fusarium Wilt Disease. https://www.fao.org/fileadmin/templates/fcc/web_programmesummary_PRINT.pdf
10. Galan, V., Rangel, A., Lopez, J., Hernandez, J. B. P., Sandoval, J., & Rocha, H. S. (2018). Propagación del banano: Técnicas tradicionales, nuevas tecnologías e innovaciones. <https://doi.org/10.1590/0100-29452018574>
11. Gómez, R. E. (2018). Estandarización de un protocolo de micropropagación de papaya (*carica papaya* L.) en un sistema de inmersión temporal de vasos gemelos (bit) [B.S. thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2018]. <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/9079>
12. Liu, J., Gao, P., Sun, X., Zhang, J., Sun, P., Wang, J., Jia, C., Zhang, J., Hu, W., & Xu, B. (2017). Efficient regeneration and genetic transformation platform applicable to five *Musa* varieties. *Electronic Journal of Biotechnology*, 25, 33-38.
13. Pereira, J. E. S., Mattos, M. L. T., & Fortes, G. R. de L. (2003). Identificação e controle com antibióticos de bactérias endofíticas contaminantes em explantes de batata micropropagados. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 38, 827-834.
14. Quezada, M. A. E., & Cardozo, W. H. (2022). Evaluación de antibióticos y fungicidas, en la introducción in vitro de banano (*Musa acuminata*) en la Estación Experimental Sapecho | Apthapi. <https://doi.org/10.53287/pukn2928cx61e>
15. Quezada, M. A. E., & Quisbert, M. F. M. (2021). Determinación del medio de cultivo para el establecimiento in vitro de banano (*Musa acuminata*) en la Estación Experimental Sapecho – Alto Beni: Marco Antonio Echenique Quezada, Mariela Filomena Mamani Quisbert. *Apthapi*, 7(3), 2247-2254.
16. Ramírez, M., Lindorf, H., & García, E. (2008). Cambios morfoanatómicos en los ápices del vástago y de la raíz del banano Williams (AAA, *Musa* sp.) bajo distintas concentraciones de N6-benciladenina. <http://saber.ucv.ve/handle/10872/17073>
17. Ubilla, E. L. (2016). Propagación in vitro de Banano (*Musa acuminata*)-variedades Gros Michel y Williams-a partir de meristema [PhD Thesis, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2016.]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5935/1/CPA-2016-T092.pdf>

Establecimiento in vitro de banano (*Musa x paradisiaca* L.) con diferentes métodos de desinfección y reguladores de crecimiento

©2025 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).|