



Artículo

Efecto de diferentes concentraciones y tiempos de inmersión de hipoclorito de sodio en el establecimiento *in vitro* de Asaí (*Euterpe precatoria* Mart)

Effect of different concentrations and immersion times of sodium hypochlorite on the *in vitro* establishment of Asaí (*Euterpe precatoria* Mart)

Marco Antonio Echenique Quezada, Laura Lidia Condori Almanza

RESUMEN:

El Asaí (*Euterpe precatoria* Mart) es una palmera que se distribuye en gran parte de Sudamérica, es considerada una especie multipropósito y con importancia a nivel regional, La propagación del Asaí de manera tradicional es mediante semilla, sin embargo, una forma de obtener mayor cantidad de plantas en menor tiempo es a través del cultivo de tejidos *in vitro*. El trabajo fue realizado en el Laboratorio de Biotecnología Vegetal de la Estación Experimental Sapecho, en el municipio de Palos Blancos del departamento de La Paz, con el objetivo de determinar el efecto de diferentes concentraciones y tiempos de inmersión en hipoclorito de sodio en el establecimiento *in vitro* de Asaí. Para el análisis de los datos se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con la comparación de medias al 5% de probabilidad, se evaluó la contaminación total, contaminación por hongos, contaminación por bacterias, hasta los 55 días más tarde, se observaron los explantes sobrevivientes. Como resultado se puede mencionar que el porcentaje de contaminación total por hongos y bacterias más alto fue 72% en explante de hojas y el 100% en explantes de raíz, que se presentó utilizando el método III (2% de hipoclorito de sodio con un tiempo de 15 minutos), el método de desinfección que tuvo mayor porcentaje de sobrevivencia fue el método I (1% de hipoclorito de sodio y 5 minutos) con 72% en hojas y 100% en raíz. La concentración y tiempo de inmersión de hipoclorito de sodio nos ayuda a eliminar la contaminación tanto de bacteria como también de hongos en los explantes de Asaí.

PALABRAS CLAVE:

Asaí, hipoclorito de sodio, hojas, raíz, *in vitro*.

ABSTRACT:

The Asaí (*Euterpe precatoria* Mart) is a palm tree that is distributed throughout most of South America and is considered a multipurpose species of regional importance. Acai propagation is traditionally by seed; however, one way to obtain a greater number of plants in less time is through *in vitro* tissue culture. The work was carried out in the Plant Biotechnology Laboratory of the Sapecho Experimental Station, in the municipality of Palos Blancos in the department of La Paz, with the objective of determining the effect of different concentrations and immersion times in sodium hypochlorite on the *in vitro* establishment of Asaí. A completely randomized design (CRD) was used for the analysis of the data, with the comparison of means at 5% probability. Total contamination, fungal contamination, bacterial contamination, and surviving explants were evaluated up to 55 days later. As a result, the highest percentage of total contamination by fungi and bacteria was 72% in leaf explants and 100% in root explants, which was presented using method III (2% sodium hypochlorite with a time of 15 minutes), the disinfection method that had the highest percentage of survival was method I (1% sodium hypochlorite and 5 minutes) with 72% in leaves and 100% in roots. The concentration and immersion time of sodium hypochlorite helps us to eliminate the contamination of both bacteria and fungi in the explants of Asaí.

KEYWORDS:

Asaí, sodium hypochlorite, leaves, root, *in vitro*.

AUTORES:

Marco Antonio Echenique Quezada: Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz Bolivia. manmaeq@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-7574-2258>.

Laura Lidia Condori Almanza: Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz – Bolivia. lizlualmanza@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.53287/hayv6872nv19u>

Recibido: 14/10/2023. Aprobado: 18/12/2023.



INTRODUCCIÓN

Euterpe es un género con 28 especies distribuidas desde Centroamérica hasta Bolivia y Brasil, todas ellas monoicas. Dos especies de Euterpe se comercializan mundialmente bajo el nombre de “asaí”: *Euterpe precatoria*, que corresponde al asaí (asaí solteiro) y *Euterpe oleracea* o asaí de macollo

(asaí-de-touceira). *Euterpe precatoria* se distribuye desde Centroamérica hasta Bolivia, pero la producción comercial proviene principalmente de los estados de Amazonas, Acre y Rondônia en Brasil, así como de Pando y Santa Cruz en Bolivia. *Euterpe oleracea* se encuentra en Colombia, Ecuador y Brasil, pero su aprovechamiento comercial se concentra en

los estados de Pará, Amapá, Maranhão y Tocantins en Brasil (Moraes, 1993).

En Bolivia, la industria del palmito data de finales de los años 60. No fue, sino hasta los años noventa que la extracción de rodales silvestres de *E. precatoria* y procesamiento del palmito se desarrollara en mayor escala en el norte boliviano, siendo esta actividad una fuente importante de empleos e ingresos para los hogares rurales y periurbanos, tras la caída de la goma o caucho silvestre (Peña y Claros (1996) citados por Stoain, 2008).

Esta especie se distribuye en un gradiente altitudinal que va desde 150 hasta 2000 m, encontrándola en varios tipos de bosques amazónicos, ribereños, en planicies encharcadas e inundados, secundarios montanos húmedos siempre verde (Beni, Santa Cruz, Cochabamba y La Paz) Moraes (2014) ampliamente distribuido en la llanura amazónica y en algunos valles de los andes; en el Norte del departamento del Beni; en el chapare de Cochabamba; en Iturrealde y Nor Yungas de La Paz, En el departamento de Pando; en Santa Cruz. En cercanías y áreas de influencia de los ríos Itenez. Paraguay en el parque nacional “Noel Kempff”, también en la provincia Ichilo, a orillas del río Ichilo y Yapacani (Moreno y Moreno, 2006).

Las palmeras tienen un amplio uso, como alimento la pulpa del fruto, industrializada y comercializada, para fabricación de helados, jugos y otros. En Bolivia la colecta y consumo es artesanal; las hojas son utilizadas en la fabricación de escobas, como medicina natural para aliviar dolores en el pecho; y para la extracción del palmito realizada en la provincia Vaca Díez y regiones aledañas (Zonta y Llanque (1994) citado por Apuri, 1996).

Los tallos son utilizados para paredes en forma de tablillas y de los frutos se prepara el jugo de “Asaí”, de las raíces más jóvenes de color rojizo se prepara jarabe que es apreciado como fuente vitamínica, para problemas circulatorios y se extrae también el Palmito” el cual provee alimento para ensaladas. En Pando esta especie ha sido muy utilizada para la producción de exportación como palmito en conserva. Gutiérrez y Peralta (2001).

En la actualidad el árbol *Euterpe precatoria* Mart se propaga por medio de semilla. El proceso de

germinación espontánea empieza poco después de que las semillas caen, ya que no presentan mecanismos de dormancia duradera. El epicarpio se elimina por descomposición natural, con la participación de microorganismos, insectos o pasando a través del sistema digestivo de algunas aves (Arboleda, 2006).

También se puede utilizar la propagación asexual, mediante la eliminación de brotes que surgen espontáneamente en la región justo debajo del tallo de la planta. El número de estos brotes depende del genotipo y del ambiente. Aparecen inicialmente en la base del tallo principal y, posteriormente, en los tallos secundarios, este tipo de propagación demanda mucha mano de obra, tiene un uso limitado, siendo usado actualmente solo cuando se desea una cantidad reducida de plántulas de un genotipo dado y en programas de mejoramiento genético (De Oliveira, 2000).

Por estas razones es importante buscar tecnologías que nos ayuden a aumentar la cantidad de plantas clonales en menor tiempo, que estén libres de microorganismos, y presenten características agronómicas deseables.

El cultivo de tejidos *in vitro* de plantas significa cultivar fragmentos de plantas dentro de un frasco de vidrio en un ambiente artificial, las cuales deben cumplir dos características fundamentales ; la asepsia (ausencia de gérmenes) y el control de los factores que afecten el crecimiento de las plantas (Castillo, 2008), se utilizan un conjunto de técnicas que permiten el establecimiento, mantenimiento y manipulación de cualquier parte de una planta, desde una célula hasta un organismo completo, bajo condiciones artificiales, asépticas y controladas, principalmente eliminando microorganismos (virus, bacterias, y hongo) presentes en los tejidos de las plantas, utilizando diferentes productos y métodos de desinfección. (Soliz, 2012).

La embriogénesis somática es una técnica que permite obtener clones con una arquitectura dimórfica normal y un sistema radical de gran anclaje, además de los otros potenciales que esta técnica presenta para el mejoramiento genético, intercambio y conservación de material a fin de lograr regenerar clones que mantengan características genéticas (Hidalgo, 2014).

Para la Introducción de los cultivos a condiciones *in vitro* se necesitan realizar distintas técnicas de desinfección, que nos permitan lograr mayores índices de establecimiento del material, dentro de las sustancias que se utilizan en la desinfección de los explantes se encuentran entre otros el hipoclorito de sodio (NaClO), hipoclorito de calcio (CaClO), peróxido de Hidrógeno (H₂O₂), etanol (C₂H₅OH), donde el hipoclorito de sodio es el compuesto más utilizado, obteniendo buenos resultados, para la desinfección y el establecimiento *in vitro* de material vegetal. (Borges *et.al.* 2009)

Teniendo en cuenta los aspectos anteriormente descritos, el objetivo de este trabajo de investigación fue determinar el efecto de diferentes concentraciones y tiempos de inmersión en hipoclorito de sodio en el establecimiento *in vitro* de Asaí (*Euterpe precatoria* Mart).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La investigación fue desarrollado en el laboratorio de Biotecnología Vegetal de la Estación Experimental Sapecho, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, ubicado a 2 km de la localidad de sapecho a 276 km de la ciudad de La Paz, Provincia Sud Yungas, municipio de Palos Blancos, altitud de 430 m.s.n.m., latitud Sur 15°33'27.59'', longitud Oeste

67°20'05.10'', con temperaturas media anual de 28°C y una precipitación anual promedio de 1800 mm. (PDM Palos Blancos, 2012).

Metodología

El presente trabajo de investigación fue de tipo experimental descriptivo, evaluando tres concentraciones y tres tiempos de sumersión en Hipoclorito de Sodio (NaClO) para el estabecimeinto de Asai a condiciones *in vitro*.

Medio de cultivo

El medio de cultivo que se utilizó fue el planteado por de Murashige y Skoog (1962) + 2 mg.L⁻¹ bencilaminopurina (BAP) 10ml/l + 2 mg.L⁻¹ ácido naftalenacetico (ANA) 10ml/l + agua de coco 10% + 2 mg.L⁻¹ 2,4-D (Ácido 2,4-Diclorofenoxiácetico) + 30 g.L⁻¹ de sacarosa y 7 g.L⁻¹ de agar, el pH del medio se ajustó a 5,7, dispensando en una cantidad de 15 ml de medio de cultivo en cada uno de los recipientes antes de esterilizarlo en autoclave a 121 °C y 1,1 kg. cm⁻² por 15 min.

Material vegetal

Los explantes utilizados para la investigación, explantes de hoja y de raíz, de plantas seleccionadas, los mismos se colocaron en tubos de ensayo con agua fría (4 °C), para trasladarlos de manera inmediata al laboratorio, hasta la desinfección superficial.

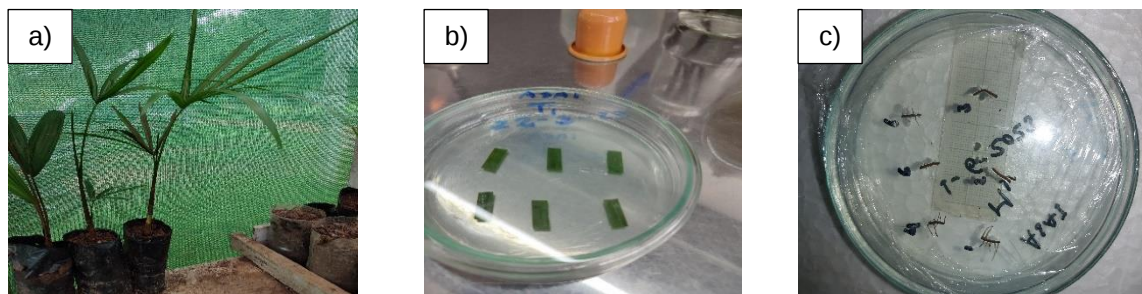


Figura 1. a) planta de asaí E.E. Sapecho; b) Explante de hojas de asaí; c) Explante de raíz de asaí

Desinfección del material vegetal

Para la desinfección de los explantes, se emplearon tres métodos de desinfección, los cuales fueron modificados, utilizando únicamente la

concentración y los tiempos de inmersión de los explantes en hipoclorito de sodio (NaClO).

Los explantes tanto de hojas como de raíces de Asaí seleccionadas se sometieron a dos desinfecciones. En la primera desinfección los

explantes fueron lavados con agua corriente y detergente comercial por 10 minutos, para luego realizar el enjuague con agua destilada, luego de este enjuague se procede a sumergir los explantes en alcohol al 70% durante 1 minuto minutos y luego fueron enjuagados con agua destilada, (Tabla 1).

Tabla 1. Descripción de los métodos de desinfección

MÉTODOS DE DESINFECCIÓN	Hipoclorito de Sodio (%)	Tiempo de inmersión (min)
Método I	1	5
Método II	1,5	10
Método III	2	15

En la camara de flujo laminar se realizó una segunda desinfeccion pasada seis horas, al final de esta desinfección los explantes de Asaí fueron sumergidos en una solución de Formol al 40% por un periodo de 5 minutos. Al finalizar cada uno de los periodos contemplados, en todos los métodos se aplicó tres enjuagues con agua estéril antes de la siembra de los explantes, también se utilizó solución de bactericida-fungicida y antioxidante durante 2 minutos.

Siembra de explantes y condiciones de incubación

Los explantes de hojas y raíz se cortaron en una longitud de aproximadamnete 5 mm seccionados con la ayuda de pinzas y bisturí estériles, los cuales se colocaron en los recipientes con 15 ml del medio de cultivo. En cada recipiente se colocó 5 explantes de hoja y en otro recipiente 5 explantes de raíz, distribuidos uniformemente en toda la

superficie del medio, asegurando un buen contacto de los explantes con el medio de cultivo.

Realizada la siembra, se procedió al sellado y marcado de las muestras, tomando en cuenta la fecha y el tipo de explante sembrado (hoja, raíz). Se lleva a la sala de incubación en donde se les sometió a las siguientes condiciones: temperatura 25°C, humedad relativa de 70%.

Diseño y análisis estadístico

Se aplicó un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial (Vicente, s.f.) esto para determinar la influencia de las distintas concentraciones y tiempos de inmersión del hipoclorito de sodio, en el establecimiento de explantes de Asaí, con 5 repeticiones por tratamiento; cada unidad experimental conformada por 10 explantes (hojas y raíz). Las variables en estudio fueron; Porcentaje de contaminación total; porcentaje de contaminación por hongo; porcentaje de contaminación por bacteria y porcentaje de sobrevivencia, Para comparar las medias de los tratamientos, se aplicó el método de la Diferencia Mínima Significativa (DMS), utilizando un nivel de significancia de 0,05.

El porcentaje se determinó utilizando la siguiente fórmula:

$$\% X = \frac{CEx * 100}{TE}$$

Donde:

%X	CEx
Porcentaje de contaminación total	Número total de explantes contaminados
Porcentaje de contaminación por hongo	Numero de explantes contaminados por hongos
Porcentaje de contaminación por bacteria	Numero de explantes contaminados por bacteria
Porcentaje de sobrevivencia	Numero de explantes sin contaminación

Los hongos se detectaron por medio de la presencia de micelio y las bacterias a través de los exudados presentes en la base de éste el explante viable es aquel que no presentó ninguna presencia de estos.

El efecto de los distintos métodos de desinfección con hipoclorito de sodio al 1; 1,5 y 2% durante 5, 10 y 15 minutos de inmersión sobre los

porcentajes de contaminación total, contaminación por hongos, contaminación por bacteria y explantes sin contaminación de asaí (*Euterpe precatoria* Mart)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

se muestra en la tabla 2. Se puede observar que los mayores porcentajes de sobrevivencia de explantes corresponde al método I (1 % de hipoclorito de sodio durante 5 minutos, los cuales difieren significativamente de los otros métodos evaluados, también se puede observar que a medida que se aumenta las concentraciones y tiempo de inmersión aumenta la contaminación y baja el porcentaje de sobrevivencia de los explantes.

El efecto fitotóxico que produce el hipoclorito de sodio sobre los explantes de hoja y raíz, lo cual se hace más intenso a partir de los 2%. Esto coincide con lo señalado por Ramírez *et al.* (2002), los cuales observaron un fuerte efecto fitotóxico del hipoclorito de sodio a concentraciones de 2% cuando se aplicó a la desinfección del material vegetal de diferentes cultivos como guayabo, ajonjolí y mora (Borges *et al.* 2009).

Los resultados del análisis de varianza bifactorial muestran un efecto altamente significativo ($p < 0,05$) de la interacción entre las

distintas concentraciones de hipoclorito de sodio (1; 1,5 y 2%) y los tiempos de inmersión (5, 10, 15 min.) del material vegetal en todas las variables de estudio, lo cual nos indica que el método I (1% de concentración de hipoclorito y 5 min. de inmersión) es el más eficaz en el establecimiento in vitro de asaí.

Resultados similares fueron obtenidos por Menegazzo *et al.* (2019), quienes informan que las diferencias en el porcentaje de contaminación se deben en gran parte a la acción superficial del hipoclorito de sodio como agente desinfectante y a la presencia endógena de microorganismos contaminantes en los tejidos.

Según Al-Khalifah y Shanavaskhan (2012), la desinfección de los explantes se debe realizar con el empleo de una concentración de 1% de hipoclorito de sodio, cuando provienen de diferentes partes de la planta en la palma datilera; y cuando se trabaja con las inflorescencias de la palma datilera (Abul-Soad, 2012).

Tabla 2. Influencia de diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio y tiempos de inmersión sobre Porcentaje de contaminación total; porcentaje de contaminación por hongo; porcentaje de contaminación por bacteria y porcentaje de sobrevivencia en el establecimiento de Asaí (*Euterpe precatoria* Mart.).

Tratamiento	Hipoclorito de Sodio (%)	Tiempo de Inmersión (min.)	Contaminación total (%)	Contaminación por Hongos (%)	Contaminación por Bacterias (%)	Sobrevivencia (%)
1	1	5	28 a	12 a	16 a	72 d
2	1	10	54 b	25 b	30 b	46 c
3	1	15	61 bc	27 bc	34 bc	39 bc
4	1,5	5	68 cd	30 bcd	30 c	32 ab
5	1,5	10	52 b	24 b	28 b	48 c
6	1,5	15	70 cd	32 cd	34 bc	30 ab
7	2	5	70 cd	33 cd	38 c	30 ab
8	2	10	72 d	26 cd	38 c	28 a
9	2	15	72 d	35 d	37 c	28 ab
EE			0,56	0,07	0,06	0,10
C.V.			14 %	10 %	9 %	12 %

Medias con letras distintas difieren significativamente para $p < 0,05$, EE = Error estándar, CV = Coeficiente de variación.

El análisis de análisis de varianza indica que la contaminación total presente en el establecimiento de asaí a condiciones *in vitro*, depende de los métodos de desinfección que se utilicen en el trabajo.

La mayor contaminación viene de la presencia de bacterias seguidos de la presencia de hongos. Según Folgueras *et al.* (2001) Das y Pal

(2005) y Rodríguez *et al.* (2008), indican que los contaminantes más comunes durante el establecimiento in vitro de explantes procedentes de plántulas son los hongos y las bacterias que habitan de manera normal en condiciones naturales.

Porcentaje de Contaminación total

Los resultados del porcentaje de contaminación total entre los métodos de desinfección y tipo de explante (Figura 2) mostraron que se tuvo alto porcentaje de contaminación para

el método de desinfección III para ambos tipos de explante (hojas y raíces), hallándose menor contaminación para el método de desinfección I para ambos tipos de explante utilizados en el trabajo.

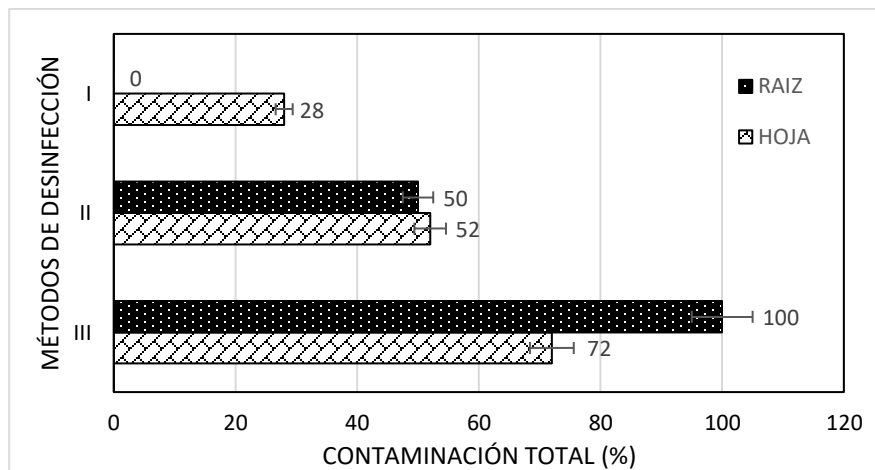


Figura 2. Porcentaje de contaminación total en dos tipos de explante de Asaí bajo la aplicación de tres métodos de desinfección.

Analizando los resultados de la figura 2, se puede indicar que el método I donde se utiliza hipoclorito de sodio al 1% en un tiempo de 5 minutos, es el más apropiado para eliminar la contaminación en los explantes de hojas y raíces, la concentración alta de hipoclorito de sodio puede causar la quema de los explantes y provocar oxidación.

De acuerdo con Laynez-Garsaball y Sánchez-Cuevas (2006), las diferencias en los porcentajes de contaminación posiblemente también se deban a la procedencia inicial del material vegetal establecido en el invernadero, debido a que la concentración de agentes patógenos presente en los tejidos depende de las condiciones de crecimiento de las plantas donantes, siendo mayor en aquellas que provienen de campo en comparación con las que proceden de lugares con condiciones ambientales controladas como los viveros.

La contaminación microbiana es un problema constante, que a menudo compromete el desarrollo exitoso de las técnicas *in vitro* y pone en grave peligro un programa de cultivo de tejidos (Al-Khalifah y Shanavaskhan, 2012).

Porcentaje de contaminación por Hongos

Los resultados del porcentaje de contaminación por hongos entre los métodos de desinfección y tipo de explante (Figura 3) mostraron que se tuvo alto porcentaje de contaminación para el método de desinfección II para ambos tipos de explante (hojas y raíces), hallándose menor contaminación para el método de desinfección I para ambos tipos de explante utilizados en el trabajo.

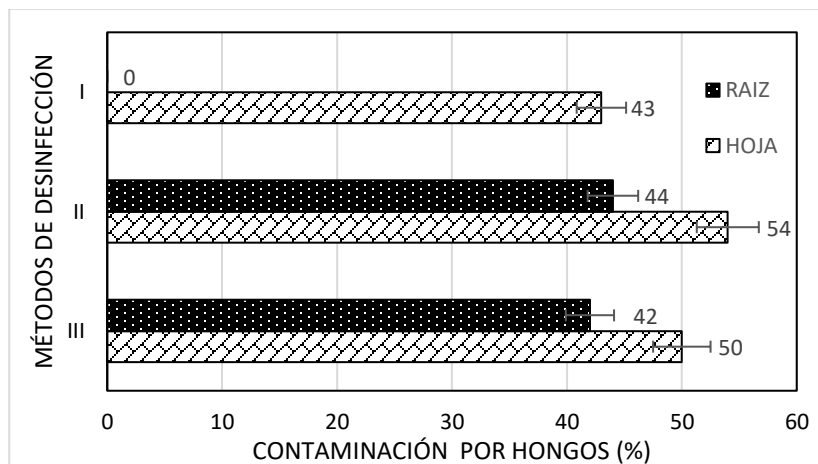


Figura 3. Porcentaje de contaminación por hongos en dos tipos de explante de Asaí bajo la aplicación de tres métodos de desinfección.

Analizando los resultados de la figura 3, se puede indicar que el método I donde se utiliza hipoclorito de sodio al 1% en un tiempo de 5 minutos, es el mas apropiado para eliminar la contaminación por hongos en los explantes de hojas y raices.

Ross et al. (2017), reportaron que se obtuvieron bajos porcentajes de contaminación fúngica en yerba mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) cuando hicieron uso de un fungicida de contacto de amplio espectro en la etapa de desinfección, al sumergir los explantes en una solución de fungicida (Captan®, 0.5 %) durante 20 minutos, obteniendo tasas de contaminación fúngica en los explantes que oscilaron entre el 3.5 y el 5.9 %

En general, la contaminación por hongos sistémicos en los explantes y medios de cultivo fue uno de los problemas más serios durante el trabajo,

posiblemente porque las plántulas y material utilizados para la obtención de explantes provenían de plantaciones comerciales, donde estos patógenos no afectan la producción o el desarrollo de la planta. Esto afecta el número de explantes sobrevivientes. Una manera de disminuir la contaminación en los cultivos es la aplicación semanal de una mezcla de bactericidas y fungicidas sistémicos a las plantas donadoras de explantes. (Rodríguez, D., 1992)

Porcentaje de contaminación por Bacterias

Los resultados del porcentaje de contaminación por bacterias entre los metodos de desinfección y tipo de explante (Figura 4) mostraron que se tuvo alto porcentaje de de contaminación para el metodo de desinfección III para ambos tipos de explante (hojas y raices), hallándose menor contaminación para el método de desinfección I para ambos tipos de explante utilizados en el trabajo.

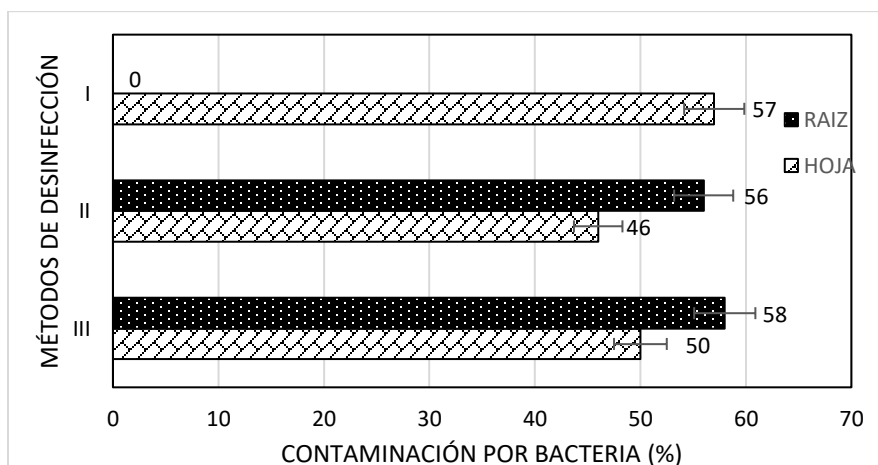


Figura 4. Porcentaje de contaminación por bacterias en dos tipos de explante de Asaí bajo la aplicación de tres métodos de desinfección.

Analizando los resultados de la figura 4, se puede indicar que el método I donde se utiliza hipoclorito de sodio al 1% en un tiempo de 5 minutos, es el mas apropiado para eliminar la contaminación por bacteria en explantes de raíz y el metodo II donde se utiliza hipoclorito de sodio al 1,5% en un tiempo de 10 minutos en explantes de hojas.

Othmani *et al.* (2009) emplearon el Hg_2Cl_2 (bicloruro de mercurio al0.01% por 1h para la desinfección superficial de hojas jóvenes adyacentes al ápice de hijuelos de palma dátíl cv. Deglet Bey. También el empleo de antibióticos en el cultivo de palma datilera podría ser utilizado.

Corozo *et al.* (2020), indican que con el uso de antibióticos como la amoxicilina en concentraciones de 5 mg L^{-1} en el medio de cultivo se pueden obtener tasas de contaminación bacteriana del 0 %. Sin embargo, es importante indicar que, el uso indiscriminado de este tipo sustancias no garantiza la eliminación total de bacterias (Arbeláez *et al.*, 2016).

Jiménez (1999) menciona que los métodos de desinfección utilizados no siempre eliminan a las poblaciones de bacterias asociadas a los tejidos de las plantas in vivo; muchas son capaces de permanecer latentes en el interior de las células, en los espacios intercelulares o en los haces conductores quedando protegidas. Esto podría explicar los resultados obtenidos en cuanto a la presencia de una mayor proporción de contaminantes bacterianos.

Porcentaje de Supervivencia

Los resultados del porcentaje de supervivencia por los métodos de desinfección y tipo de explante (Figura 5), mostraron que se tuvo alto porcentaje de supervivencia para el metodo de desinfección I para ambos tipos de explante (hojas y raices), hallándose menor supervivencia para el método de desinfección III para ambos tipos de explante utilizados en el trabajo.

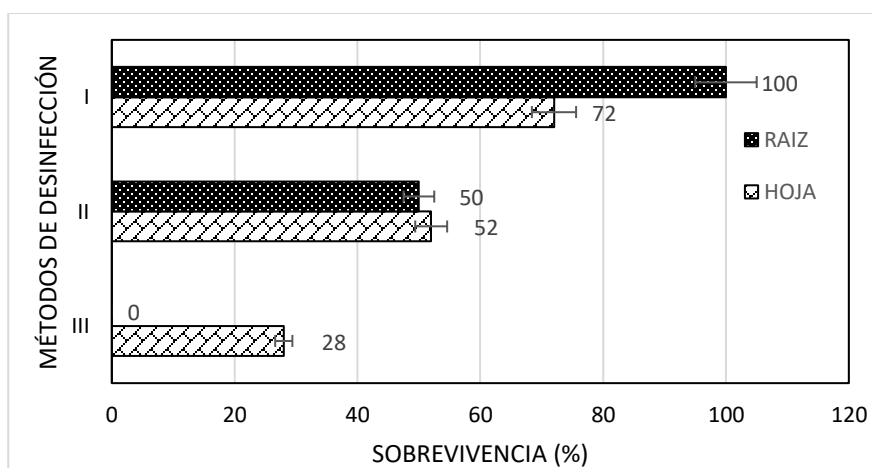


Figura 5. Porcentaje de supervivencia en los tipos de explante de Asaí bajo la aplicación de tres métodos de desinfección.

Al utilizar hipoclorito de sodio (NaOCl) al 1% (v/v) durante 5 minutos se obtuvo un 100% de supervivencia en explantes de raíz y 72% de supervivencia en explantes de hojas, Mroginski y Roca (1991), señalan que es difícil lograr cultivos completamente estériles para cualquier especie. Asimismo, Leifert *et al.* (1991), afirman que en diferentes estudios los explantes que han sido tomados de plantas cultivadas en el campo en climas

tropicales son más difíciles y a veces imposibles de esterilizar.

Resultados similares fueron obtenidos por Laynez-Garsaball y Sánchez-Cuevas (2006), observaron que los mayores porcentajes de supervivencia de los explantes, son aquellos en donde las concentraciones de hipoclorito de sodio fueron menores, mientras que el porcentaje de

sobrevivencia disminuyó en los tratamientos con altas concentraciones de este desinfectante, indicando el efecto toxico de este compuesto en los tejidos y señalando una relación inversamente proporcional entre el porcentaje de sobrevivencia y la concentración del hipoclorito de sodio.

CONCLUSIONES

La utilización de 1% de hipoclorito de sodio durante 5 minutos para la desinfección de explantes de Asaí, permite obtener mayor y mejor establecimiento y sobrevivencia de los explantes.

La mayor contaminación viene de la presencia de bacterias seguidos de la presencia de hongos en ambos tipos de explantes.

La doble desinfección pasada 6 horas antes de realizar la siembra al medio de cultivo, tiene mayor eficiencia para obtener explantes libres de hongos y bacterias.

Se debe utilizar otros tipos de antibióticos y fungicidas más eficaces para evitar la presencia de bacterias y hongos en los explantes de hojas y raíces en el cultivo de asaí.

Realizar el cambio de medios de cultivos pasados los 55 días de siembra, porque a partir de este periodo de tiempo se presenta diferentes tipos de contaminación.

BIBLIOGRAFÍA

Abul-Soad, A.A. 2012. Influence of inflorescence explant age and 2,4-D incubation period on somatic embryogenesis of date palm. *Emir. J. Food Agric.* 2012. 24 (5): 434-443

Aguilera, G., Puentes, C., Rodriguez, E. 2021. Métodos de desinfección para el establecimiento in vitro de dos variedades de yuca para uso agroindustrial. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, La Paz, vol.8, nº3, pág. 21-30,. ISSN: 2518-6868

Al-Khalifah, N.S., Shanavaskhan A.E. 2012. Micropropagation of Date Palms. *Asia-Pacific Consortium on Agricultural Biotechnology (APCoAB) and Association of Agricultural*

*Research Institutions in the Near East and North Africa (AARINENA).*p.54

- Apuri, M. Z. 1996. Crecimiento de plantulas de Asaí (*Euterpe precatoria* Martius) en distintas intensidades de luz. Tesis de Grado Licenciatura Ingeniería Forestal. Riberalta, Beni. Universidad Técnica del Beni Mariscal José Ballivián. Bolivia. 76 p.
- Arbeláez, LM; Montoya, J; Saavedra, SA. 2016. Evaluación de protocolos para el establecimiento y desinfección in vitro de meristemos de plátano *Musa* spp. (en línea). *Vitae* 23:S391-S395. Consultado 10 sep. 2023. Disponible en <https://www.proquest.com/docview/1783661064>
- Arboleda, N. C. 2006. Ecología, aprovechamiento y manejo sostenible de nueve especies de plantas del departamento del Amazonas, generadoras de productos maderables y no maderables. Corporación para el Desarrollo Sostenible del sur de la Amazonia, Corpoamazonia. *Protocolo de Uso y Aprovechamiento del Asai en la Actividad Artesanal*, 12. Obtenido de <https://repositorio.artesania.colombia.com.co/bitstream/001/3393/1/INST-D%202015.%2072.pdf>
- Borges, G. M; Estrada, A. E; Pérez, R. I; Meneses, R. S. 2009. Uso de distintos tratamientos de desinfección en el cultivo in vitro de *Dioscorea alata* L. clon caraqueño. *Rev. Colomb. Biotecnol.* Vol.XI. No 2. 127-135
- Castillo, A. 2008. Propagación de plantas por cultivo in vitro: una biotecnología que nos acompaña hace mucho tiempo. Las Brujas. Uruguay: AR-VITRO, INIA, 8p
- Corozo, L; Héctor, E; Macías, F; Vásquez, B; Pinargote, B; Cobeña, G; Mendoza, A; Arteaga, F. 2020. Micropropagación de dos variedades ecuatorianas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) (en línea). *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences* 36(3): 224-232. Consultado 10 sep. 2023. Disponible en <https://revistas.udec.cl/index.php/chjaas/article/view/2985/3069>
- Das, M., Pal, A. 2005. In vitro generation of *Bambusa balcoia* Roxb. Factors affecting changes of morphogenetic competence in axillary buds. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 81 (01): 109-112.

- Folgueras, M., Herrera, L., Carrazana, D. 2001. La contaminación microbiana en la micropropagación in vitro de las raíces y tuberculos tropicales. En: Libro de reportes cortos. Ciego de Avila: Taller internacional BioVeg 2001, pp. 183 – 185.
- Gómez, D. 2016. Formación de callo embriogénico en palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.) a partir de inflorescencias femeninas inmaduras. Tesis para optar el título de biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Ciencias. Lima – Perú.
- Gutierrez-Vasquez, Carlos Alberto; Peralta, Rodolfo. 2001. Palmas Comunes de Pandp, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 76p.
- De Oliveira, M. D. 2000. Cultivo del árbol de Acai para la producción de frutas. *Embrapa Amazonia Oriental*. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/268262411>
- Hidalgo, C. 2014. Estudio preliminar para la obtención de explantes de cacao (*Theobroma cacao* L.) a través de embriogénesis somática. Tesis Lic. Daule, Ecuador. Universidad de Guayaquil. 90 p.
- Jiménez, E. 1999. Aplicaciones de la biotecnología en la mejora genética de plantas y en la producción de semillas. Módulo 4. Propagación masiva de plantas in vitro. Instituto de Biotecnología de las Plantas, Santa Clara. 82 p.
- Layne-Garsaball, JA; Sánchez-Cuevas, MC. 2006. Desinfección de ápices de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) cv. 'Querepa Rosada' con hipoclorito de sodio (en línea). Revista Científica UDO Agrícola 6(1):60-66. Consultado 10 sep. 2023. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2252782>
- Leifert, C; Ritchie, J; Waites, W. 1991. Contaminants of Plant Tissue and Cell Culture. World Journal of Microbiology and Biotechnology 7: 452-469. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/BF00303371>
- Menegazzo, RF; Rickli, ME; Menegazzo, AW; Lopes, AD; Manfio, CE; Koefender, J. 2019. In vitro multiplication of cassava varieties (en línea). Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR 22(4):101-107. Consultado 12 sep. 2023. Disponible en <https://revistas.unipar.br/index.php/veterinaria/article/view/7618>
- Moraes, M. 1993. *Guía de árboles de Bolivia*. Herbario Nacional de Bolivia - Missouri Botanical Garden, La Paz.
- Moraes, M. 2014. Palmeras útiles de Bolivia. Las especies mayormente aprovechadas para diferentes fines y aplicaciones. Herbario Nacional de Bolivia - Universidad Mayor de San Andrés, Plural editores, La Paz. 148 p.
- Moreno, L. y Moreno, S. 2006. Colección de palmeras de Bolivia Palmae-Arecaceae. Editorial FAN, Santa Cruz. 576 p.
- Mroginski, L; Roca, W. 1991. Establecimiento de un laboratorio para el cultivo de tejidos vegetales. En: p. 1-17. W. M. Roca y L. A. Mroginski (Eds). Cultivo de Tejidos en la Agricultura. Fundamentos y Aplicaciones. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. Publicación N° 151.
- Othmani, A., Bayoudh, C., Drira, N., Trifi, M. 2009. In vitro Cloning of Date Palm *Phoenix dactylifera* L., cv. Deglet Bey by using embryogenic suspension and temporary immersion bioreactor (TIB). Biotechnol. & Biotechnol. EQ.
- PDM (Plan de Desarrollo Municipal) Palos Blancos. Gobierno Autónomo Municipal de Palos Blancos. 2012. Consultora Iniciativa. La Paz, Bolivia. 429 p.
- Ramirez, M., Urdaneta, A., León de Sierralta, S. 2002. Establecimiento *In vitro* de explantes adultos de guanabo (*annona muricata* L.) tratados con hipoclorito de sodio. Rev. Fac. Agron. 19 (1): 1 – 8.
- Rodríguez, D. 1992. Propagación in vitro de palma africana. Tesis presentada como requisito previo a la obtención del título de ingeniero agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana
- Rodriguez, M., Matehus, J., Gersti, A., Santana, M.A. 2008. Identificación de agente Causal de una bacteriosis en ñame (*Dioscorea alata* L.). Interciencia 33 (7): 1-11.
- Ross, S; Arriaga, ME; Pechi, E. 2017. Establecimiento in vitro de Yerba mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) nativa de Uruguay (en línea). Agrociencia Uruguay 21(1):15-23. Consultado 12 sep. 2023. Disponible en http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S2301-15482017000100015&script=sci_arttext
- Soliz, R., Olivera, J., Rafael, S., La Rosa, L. 2012. Propagación in vitro de Carica papaya var. PTM-331 a partir de meristemos apicales. Revista Peruana de Biología, v. 18, n. 3. pp. 343-347.

Stoain, D. 2008. La economía del palmito en el norte amazónico de Bolivia. Disponible en: [http://amazonia.bo/amazonia_bo.php?opcion=biblioteca &_pagi_pg=12](http://amazonia.bo/amazonia_bo.php?opcion=biblioteca&_pagi_pg=12)

Vicente, J. s.f. Guía Metodológica de diseños experimentales. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 221 p.