



Universidad Pedagógica Experimental Libertador
Vicerrectorado de Investigación y Postgrado
Instituto Pedagógico “Rafael Alberto Escobar Lara”
Subdirección de Investigación y Postgrado

EVALUACIÓN DE MEDIOS NUTRITIVOS PREPARADOS CON MATERIALES DE BAJO COSTO PARA EL CULTIVO IN VITRO DE *PORTULACA GRANDIFLORA*

Autora: Ruth Milagros Pérez
ruth.perez.ipmar@upel.edu.ve
<https://orcid.org/0009-0004-0158-6645>
UPEL- Instituto Pedagógico de Maracay
Maracay, Aragua – Venezuela

Autora: Aura Marina Torres
aura.torres.ipmar@upel.edu.ve
<https://orcid.org/0009-0006-9969-674X>
UPEL- Instituto Pedagógico de Maracay
Maracay, Aragua – Venezuela

PP. 488-509



EVALUACIÓN DE MEDIOS NUTRITIVOS PREPARADOS CON MATERIALES DE BAJO COSTO PARA EL CULTIVO IN VITRO DE *PORTULACA GRANDIFLORA*

Autora: Ruth Milagros Pérez
ruth.perez.ipmar@upel.edu.ve
<https://orcid.org/0009-0004-0158-6645>
UPEL- Instituto Pedagógico de Maracay
Maracay, Aragua – Venezuela

Autora: Aura Marina Torres
aura.torres.ipmar@upel.edu.ve
<https://orcid.org/0009-0006-9969-674X>
UPEL- Instituto Pedagógico de Maracay
Maracay, Aragua – Venezuela

Recibido: Febrero 2026

Aceptado: Mayo 2026

Resumen

El propósito de la investigación fue evaluar el uso de medios nutritivos preparados con materiales de bajo costo, para el Cultivo In Vitro, en la planta *Portulaca grandiflora* (Bella a las once). Los experimentos se realizaron en el laboratorio de Cultivos de Tejidos Vegetales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, núcleo Maracay. La metodología empleada fue experimental con un diseño de grupo de ensayo y control. Se evaluaron cuatro medios nutritivos diferentes formulados con fertilizantes comerciales económicos: Nitrofoska, Masterblend y Nutriflora. Los resultados mostraron que el medio con Nitrofoska fue el más exitoso, porque promovió la formación de un brote por explante en solo diez días, comparable al tratamiento control con sales más costosas. Se concluyó que la Nitrofoska, el Centrum, el agua de coco y el almidón de maíz pueden ser sustitutos viables para la preparación de medios de cultivo. Estas alternativas reducen bastante los costos al preparar los medios.

Palabras clave: biotecnología vegetal, *Portulaca grandiflora*, Bella a las once, medios de cultivo alternativos.

EVALUATION OF NUTRIENT MEDIA PREPARED WITH LOW-COST MATERIALS FOR IN VITRO CULTURE OF *PORTULACA GRANDIFLORA*

Abstract

The purpose of this research was to evaluate the use of nutrient media prepared with low-cost materials for in vitro culture of the *Portulaca grandiflora* plant (moss rose). The experiments were conducted in the Plant Tissue Culture Laboratory of the Libertador



Experimental Pedagogical University, Maracay campus. The methodology employed was experimental, with a trial-control group design. Four different nutrient media, formulated with inexpensive commercial fertilizers—Nitrofoska, Masterblend, and Nutriflora—were evaluated. The results showed that the medium with Nitrofoska was the most successful, promoting the formation of one shoot per explant in just ten days, comparable to the control treatment with more expensive salts. It was concluded that Nitrofoska, Centrum, coconut water, and corn starch can be viable substitutes for preparing culture media. These alternatives significantly reduce the costs of preparing the media.

Key words: plant biotechnology, *Portulaca grandiflora*, moss rose, alternative growth medium.

Introducción

El cultivo de tejidos vegetales (CTV) es una herramienta biotecnológica fundamental en la ciencia y la agricultura moderna, ya que ha evolucionado de un concepto de laboratorio a una tecnología indispensable a nivel industrial. Su base teórica radica en el principio de totipotencia celular, que establece que cualquier célula vegetal tiene el potencial genético para regenerar una planta completa. Este concepto, formulado en el siglo XX, ha sido la piedra angular de avances que hoy en día permiten la propagación masiva de plantas y la mejora de sus características. Arano (2023) y Olmos (2023) destacan que el cultivo de tejidos vegetales se ha convertido en una industria multimillonaria que aborda desafíos como la seguridad alimentaria y la conservación de especies. Asimismo, el uso de esta técnica en combinación con herramientas moleculares como CRISPR/Cas9 está revolucionando la forma en que se obtienen variedades de cultivos más resistentes a plagas y con mayor rendimiento.

Sin embargo, el costo de las sustancias necesarias para preparar los medios y los equipos necesarios (como balanza de precisión) puede ser una limitante importante a la hora de realizar este tipo de ensayos. Por otro lado, es necesario seleccionar un material vegetal que responda bien y rápido y que pueda ser obtenido con facilidad. De allí que se plantea una investigación para demostrar que se puede realizar esta técnica de CTV con materiales de fácil acceso y sin medición con balanzas tan precisas.



Por tanto, esta investigación se llevó a cabo usando como material biológico la *Portulaca grandiflora*, mejor conocida como Portulaca, Verdolaga de flor, Flor de seda, Bella a las once, perteneciente a la familia *Portulacaceae*. Ulla Roths Schuh, bióloga y redactora de la página Ecología Verde (2023), señala que la *Portulaca grandiflora* es originaria de Brasil y Argentina, en América del Sur.

Sin embargo, por su gran atractivo se ha extendido a todo el mundo para decorar espacios con sus brillantes flores de colores. Es una planta herbácea con hojas carnosas y suculentas de color verde brillante de forma alargada y cilíndrica. Sus tallos pueden crecer hacia arriba o alargarse sobre el suelo y medir hasta 35 centímetros de largo. Son plantas anuales que necesitan exposición a la luz solar para producir sus llamativas flores, por lo general son de crecimiento lento requieren de 8 a 12 semanas y pueden ponerse en el suelo o en maceta con el objetivo de controlar su crecimiento.

Las flores en forma de copa se presentan en solitario y pueden ser simples o compuestas con un extenso y brillante colorido que abarca las más diversas tonalidades de amarillo, rojo, rosa, blanco, naranja, entre otras (Universidad de Cornell, 2015). Además, posee la singularidad de producir flores de tonalidades distintas en la misma planta, las flores se abren solo cuando se encuentran a pleno sol y permanecen cerradas por la noche o en los días nublados (Bailey, 2014). La *Portulaca grandiflora* es una planta medicinal importante con supuesta actividad inmunoestimulante y desintoxicante (Chavalittumrong et al., 2007). Es interesante promocionar el consumo de estas plantas y/o su adaptación a la agricultura debido al potencial que presentan como flores ornamentales de jardín y su uso medicinal y en materia de cuidado y salud (López y Bretones, 2023; Budiawan et al., 2023).

Debido a la importancia de esta planta, se ha considerado su cultivo y producción de forma masiva para obtener los metabolitos biológicamente activos en altas concentraciones, por lo tanto, ya existen sistemas de producción *In Vitro* que de esta forma garantizan una producción limpia y dirigida dependiendo de las necesidades de estudio (Posada-Cruz et al., 2020).

En este contexto, el cultivo de tejidos vegetales ha merecido especial atención debido a que es una técnica reconocida para el estudio y la multiplicación de plantas, esta técnica es clave para la investigación de especies que no se cultivan de forma convencional (Fren, 2024). La principal vía de regeneración de esta planta es la organogénesis, que se induce principalmente a partir de explantes nodales y ápices de tallo cultivados (Srivastava y Joshi, citados en Fernández et al., 2019).

Ahora bien, las razones que determinan que el cultivo *In Vitro* de células y tejidos vegetales constituya un arte más que una disciplina por derecho propio, las da la experiencia lo cual es la mejor maestra para este tipo de trabajo; a menudo se afronta el problema de interpretar con precisión cuál material biológico o cuál medio nutritivo se debe utilizar para realizar una determinada prueba o experimento y resultan abismales las distintas formas de hacerlo (Roca y Mroginski ,1991).

Si bien existen muchas fórmulas comerciales, se puede utilizar un medio sencillo y complementarlo con diferentes componentes y reguladores de crecimiento para llegar empíricamente a la fórmula que le brinde al tejido las mejores condiciones para su crecimiento y producción. Se han descrito un gran número de medios nutritivos para el cultivo de vegetales *In Vitro* (Murashige y Skoog, 1962). Estos medios de cultivo constan de sales minerales, vitaminas, aminoácidos, azúcares y reguladores de crecimiento.

La composición del medio de Murashige-Skoog da buenos resultados en el cultivo *In Vitro*, ya que contiene los requerimientos nutricionales necesarios para la mayoría de las especies vegetales y ha sido utilizado en la confección de mezclas comerciales (Rodríguez et al., 2004). Las investigaciones experimentales han demostrado que se puede reemplazar sus componentes seleccionando una combinación de nutrientes en función del conocimiento de la fisiología de la especie, del tipo de cultivo a desarrollar (plántulas, callos, raíces, meristemos, embriones) o del objetivo del trabajo (crecimiento, diferenciación u obtención de metabolitos). En varios de los estudios sobre cultivos de células y tejidos vegetales esto se ha tratado de resolver variando los componentes de los medios de cultivo (Calva y Pérez, 2005) y las condiciones físicas y fisicoquímicas de los



procesos, aprovechando las ventajas que ofrece la rápida respuesta de las células *in vitro* ante pequeños cambios en su medio ambiente con respecto a las plantas crecidas por métodos tradicionales.

Los primeros medios nutritivos tradicionales utilizados en cultivo de células y tejidos vegetales fueron semisintéticos debido al alto costo y la demanda que presentaban sus diversos componentes. Frecuentemente contenían extractos o complejos orgánicos como agua de coco, hidrolizado de caseína y extracto de levadura. Actualmente, en palabras de Calva y Pérez (2005), la mayoría de los medios son de composición conocida estando constituidos básicamente por cinco grupos de ingredientes: nutrientes inorgánicos, fuente de carbono, fuente de nitrógeno, vitaminas y reguladores del crecimiento que *in vivo* son sintetizados por una parte u órgano de la planta para luego ser transportados a otros órganos donde se metabolizan y/o acumulan.

Con respecto a los medios gelificantes, el más convencional es el agar solidificante, pues la demanda ha elevado su precio, y se puede reemplazar por algunos almidones como crema de arroz, maicena, (Flores, Robledo y Jimarez, 2017; Hernández, Carrizales, Moreno, Flores y Fiorello, 2016) en cuanto a las fuentes de nitrógeno más comunes son el nitrato y amonio, pero también se han utilizado urea, hidrolizado de caseína, extracto de levadura y aminoácidos, entre otros.

La fuente de carbono más empleada es la sacarosa o glucosa y en menor grado la maltosa, galactosa, almidón y melaza. Los micronutrientes, generalmente adicionados al medio de cultivo en forma de sales, son utilizados por las células como cofactores enzimáticos, como el molibdeno para la nitrato reductasa y el magnesio para algunas cinasas (Murashige y Skoog 1962). Todas estas sustancias son de alto costo y de difícil acceso. En el caso del Laboratorio de Cultivo In Vitro de Tejidos Vegetales, adscrito al Núcleo de Investigación, Docencia y Extensión en la Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología (NIDEECYT) de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL) Núcleo Maracay, la falta de disponibilidad constante de estos materiales necesarios retrasa o impide el desarrollo de las investigaciones en el área. Por lo tanto, se hace



necesario evaluar alternativas experimentales que, a su vez, permitan enriquecer el conocimiento teórico-práctico al respecto.

La búsqueda de medios nutritivos de bajo costo y fácil preparación, puede hacerse tomando en consideración que los fertilizantes líquidos comerciales de uso agrícola o doméstico pueden servir para sustituir las sales minerales (macro y microelementos) (Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO, 1999), además no se requieren balanzas de precisión por tratarse de sustancias en estado líquido. Las hormonas pueden ser sustituidas por agua de coco (Patiño, Mosquera y González, 2011). Los gelificantes como el agar pueden sustituirse por almidón de maíz (Herrera, Silva y Sánchez, 2013) y las vitaminas pueden ser aportadas utilizando polivitamínicos de uso humano. Sin embargo, los antecedentes encontrados reportan respuestas morfogénicas de brotes, callos y raíces pero con poco vigor y respuesta lenta, de allí que se emprende una investigación para evaluar distintos fertilizantes líquidos (Hernández, Carrizales, Moreno, Flores y Fiorello 2016).

Por otra parte, se evalúa la respuesta de plantas domésticas comunes e inclusive silvestres, lo que facilita su uso en laboratorios de Biología de Educación Media General. Al respecto, Delgado (2012) plantea que:

La biotecnología vegetal tiene un gran potencial para aportar en la solución de problemas mundiales de alto impacto como el déficit alimentario que se prevé, la producción de materiales para la salud, la industria y la preservación ambiental. De ahí la importancia de introducirla en la enseñanza de la educación básica y media, para que las generaciones futuras puedan hacer un uso adecuado de sus productos y aplicaciones, tomando decisiones responsables en cuanto a políticas públicas y de impacto ambiental. El cultivo de tejidos vegetales “in vitro” es una oportunidad para desarrollar competencias laborales en los jóvenes de la educación media, lo que genera retos para el diseño y desarrollo de herramientas pedagógicas novedosas y creativas que estimulen el pensamiento complejo en los estudiantes. (p. 9)



De lo anterior se desprende que la biotecnología vegetal es una herramienta crucial para el futuro del planeta; por lo tanto, la escuela tiene la responsabilidad de enseñarla críticamente. El cultivo de tejidos *in vitro* se presenta como la estrategia didáctica ideal en la educación media para conectar la teoría científica con el desarrollo de habilidades técnicas y el pensamiento crítico de los estudiantes. Además, se facilita distintas actividades en el laboratorio ofrece la oportunidad de aprendizaje práctico a los estudiantes con materiales de fácil acceso para que todos puedan realizarlo.

El propósito fundamental de este artículo fue evaluar el uso de medios nutritivos preparados con materiales de bajo costo, para el Cultivo *In Vitro*, en la planta *Portulaca grandiflora* (Bella a las once) y con esto compartir con la comunidad en general una forma de propagar una especie vegetal común, de fácil adquisición y capacidad reproductiva.

Materiales y métodos

La metodología empleada responde a un diseño experimental. Según Arias (2006), este se define como el proceso de someter a un objeto a determinadas condiciones o tratamientos para observar sus reacciones y en la que se manipula al menos una variable independiente (medios de cultivo) para observar su efecto sobre otra u otras variables dependientes (organogénesis y porcentaje de asepsia) en un ambiente controlado. Aquí se incluirían los diseños de grupo de ensayo y control. Por tanto, el estudio es de nivel explicativo, debido a que se busca establecer las causas y efectos de un fenómeno.

Los experimentos que se describen en el presente informe se realizaron en las instalaciones del laboratorio de Cultivos de Tejidos Vegetales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Núcleo Maracay en Venezuela. Es importante mencionar que se realizaron tres ensayos debido a que en el primer diseño se obtuvo gran cantidad de contaminación y los explantes no demostraron una respuesta morfogénica favorable, en el segundo ensayo se contaminó de forma masiva sin posibilidad de respuesta alguna, por tal razón se debió realizar un tercer ensayo, cambiando la planta *Catharanthus roseus* por *Portulaca grandiflora*, y modificaciones necesarias a los medios nutritivos a evaluar.

En cuanto al *material vegetal*, en el primer y en el segundo ensayo el material utilizado fue la planta de Buenas tardes (*Catharanthus roseus*) proveniente de una vivienda particular de la ciudad de Turmero. Para el tercer ensayo la planta utilizada fue Bella a las once (*Portulaca grandiflora*) obtenida en un vivero comercial de la ciudad de La Victoria, Estado Aragua- Venezuela. Cabe destacar que en todos los ensayos se tomaron plantas de aspecto saludable, vigorosas, de las cuales se tomaron hojas y tallos jóvenes sin floración. Para el primer ensayo los explantes utilizados fueron discos de hojas sin nervadura central y micro esquejes de la planta Buenas Tardes. Para el segundo ensayo solo se usó microesquejes de la misma planta. Y para el tercer y último ensayo se utilizaron microesquejes de Bella a las once. Los diseños de los tres ensayos se describen en la tabla 1 en la cual se muestra una comparación entre los tres ensayos realizados, haciendo referencia principalmente al suplemento hormonal de BAP 2.5mg/l y Kinetina 2mg/l.

Tabla 1

Medios nutritivos control

Compuestos	Cantidades Ensayo 1 y 2	Cantidades Ensayo 3
Macroelementos de M&S		100ml
Microelementos de M&S		10ml
Hierro EDTA		5ml
Vitaminas		
Inositol		100mg/l
Tiamina (HCL)		0,1mg/l
Acido Nicotínico		0.5mg/l
Piridoxina		0.5mg/l
Glicina (Aminoácido)		0,2mg/l
Hormonas		
Kinetina	-	2mg/l
Auxina: Acido 3, indolacético (AIA)	1mg/l	-
Citoquininas (B, AP o BP)	2.25mg/l	-
BAP	2.5mg/l	-
Otros		
Sacarosa		30g/l
Agar		7,5g/l
pH		5.7-5.8

En vista de los resultados desfavorables en la evaluación del primer medio, se analizaron los resultados y se tomó la decisión de realizar un segundo diseño, con la finalidad de mejorar la respuesta morfogénica, modificándolo de la siguiente forma (ver tabla 3). Se utilizó nuevamente el fertilizante Triple 15 en distintas y menores concentraciones que en el primer ensayo, el Nitrofoska para la provisión de micronutrientes y la vitamina utilizada fue Centrum.

Tabla 3
Medio nutritivo utilizado en el ensayo 2

Componentes	T1	T2	T3	T4
Sales minerales	M&S	Triple 15 5 g/l	Triple 15 10 g/l	Triple 15 15 g/l
Nitrofoska	-		3 ml/l	
Centrum	-		1 mg/l	
Almidón de maíz	-		70 g/l	
Sacarosa	-		30 g/l	
Agua de coco	-		300ml/l	

Por último, y como consecuencia de la contaminación masiva y total que se produjo en el ensayo #2, se decidió realizar el tercer ensayo (ver tabla 4), en esta ocasión se modificó no solo el medio nutritivo, evaluando los fertilizantes Nitrofoska, Masterblend y Nutriflora, sino que también se cambió la planta a utilizar, siendo esta *Portulaca grandiflora*, en base al trabajo realizado por las estudiantes de la Maestría y los resultados favorables obtenidos con dicha planta, Díaz y Mejías (2016).

Tabla 4
Medio nutritivo del ensayo 3

Componentes	T1	T2	T3	T4
Sales minerales	M&S	Nitrofoska 4 ml/l	Masterblend 4 ml/l	Nutriflora 100 ml/l
Centrum	-		1 ml/l	
Almidón de maíz	-		70 g/l	
Sacarosa	-		30 g/l	
Agua de coco	-		300 ml/l	



A continuación, en la figura 2, se muestran en la fotografía los materiales utilizados para el tercer medio nutritivo realizado, de izquierda a derecha se observan los frascos que contienen las sales de M&S, los fertilizantes Nitrofoska, Masterblend y Nutriflora, la vitamina Centrum, el agua de coco y la Maicena.

Figura 2

Materiales utilizados para la composición del tercer medio nutritivo



Para la desinfección del material vegetal se utilizaron las siguientes medidas asépticas: Se tomaron las porciones necesarias del material vegetal y se lavaron con la solución jabonosa durante 10 minutos bajo agitación constante. Posteriormente se enjuagaron con abundante agua destilada. Para continuar se tomó el segmento del entrenudo y se llevó a una segunda desinfección con Hipoclorito de Sodio al 5,5 % por un lapso de 10 minutos bajo agitación. Para finalizar se enjuagó 3 veces con agua destilada esterilizada.

Para el proceso de implantación se tomaron medidas rigurosas de asepsia y cuidado para evitar la contaminación de los tratamientos y los explantes, teniendo como precaución el uso de materiales como servilletas, pinzas y bisturí totalmente esterilizados, antes y durante el proceso de la siembra. Se realizó el aseo de las manos con agua, jabón y alcohol, y bajo ningún concepto se hizo contacto previo con el material vegetal. Por último, se estableció el uso correcto de tapabocas, gorro y bata. En cada uno de los ensayo se realizaron 10 repeticiones por cada tratamiento, donde cada frasco contenía tres explantes, para un total de 50 frascos y 150 explantes para los ensayos 1, 2 y 3.



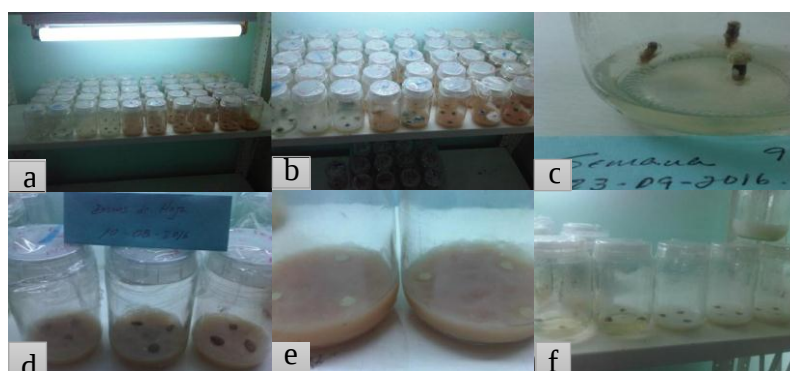
Presentación y discusión de resultados

Ensayo N° 1. Para el primer ensayo se utilizó la planta *Catharanthus roseus* (Buenas Tardes), ya que es de fácil adquisición y cultivo, de igual manera para los medios nutritivos se utilizaron compuestos alternativos de bajo costo con la finalidad de que a los estudiantes no les sea complicado ni costoso adquirir los materiales para realizar este tipo de experimentos, como se puede observar en la figura 3b, en la segunda semana ya se presentaba contaminación en los frascos sin respuesta de ninguno de los explantes.

Al pasar las semanas los explantes tanto de discos de hojas como de yemas axilares se necrosaron y perdieron la coloración tornándose amarillentos (Figuras 3d y 3e). Sin embargo, de este ensayo no se obtuvo una respuesta morfogénica significativa por parte de los explantes. También se pudo observar que el 10% de los tratamientos se mantuvo completamente asépticos, de los cuales 5% pertenece al tratamiento control y el otro 5% al tratamiento con medios alternativos y sales de M&S. Es importante señalar que en uno de los explantes perteneciente a yemas axilares se produjo una sola respuesta morfogénica, teniendo como resultado un callo en uno de los tratamientos con el medio nutritivo de M&S.

Figura 3

Primer ensayo realizado con planta Buenas Tardes



Leyenda: a) Primer día del montaje discos de hojas y microesquejes. b) 2da semana de cultivo con presencia de hongos. c) Respuesta morfogénica de callos en un explante. d) Explantes necrosados. e) Explantes pálidos, pérdida de pigmentación. f) Tratamientos asépticos.



Ensayo N° 2. En vista de que en el primer montaje no produjo una respuesta significativa, se procedió a realizar un segundo ensayo, tomando en consideración los posibles errores presentados en el primer ensayo y las observaciones tomadas del mismo, por tanto, en el protocolo del segundo montaje, se disminuyó la cantidad de triple 15 utilizado (Tabla 1 y 2). De igual manera, se sustituyó la vitamina utilizada y las sales minerales, en busca de una mejor respuesta de los explantes. Sin embargo, como se evidencia en la figura 4, la contaminación que se presentó en este ensayo fue total al cabo de una semana, donde el 100% de los tratamientos se encontraba con gran cantidad de hongos, los cuales niegan la posibilidad de producir respuestas de las plantas sembradas.

Figura 4

Segundo ensayo realizado con plantas Buenas Tardes



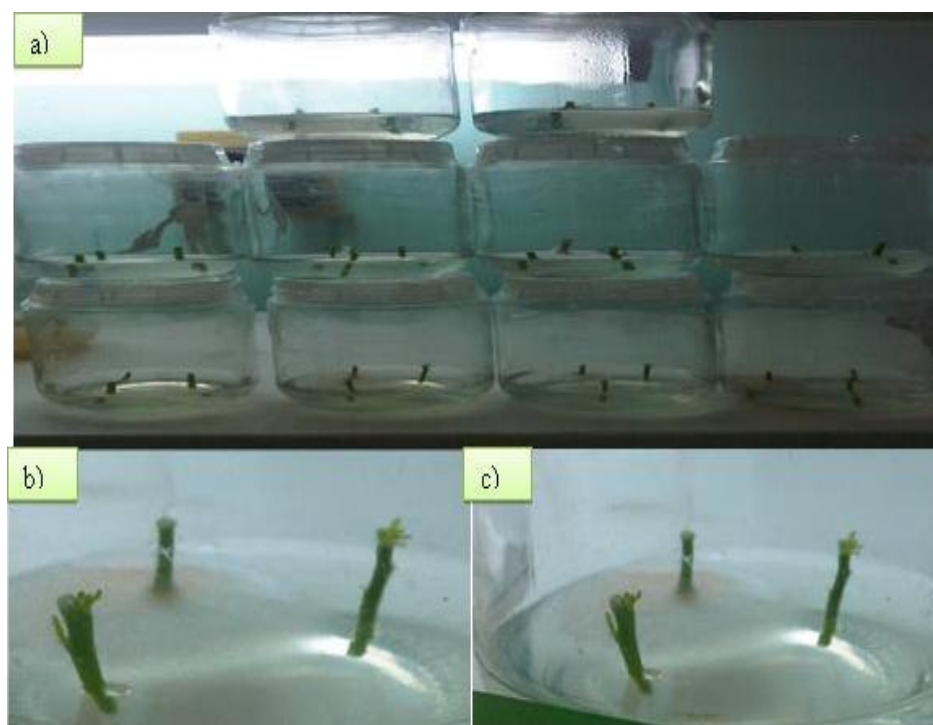
Ensayo N° 3. En el tercer ensayo se cambió la planta que se había utilizado anteriormente, *Catharanthus roseus* por no tener una respuesta satisfactoria a pesar del tiempo y las condiciones de asepsia que se aportó a dicho ensayo. Por lo tanto, en esta



oportunidad se trabajó con la planta de *Portulaca grandiflora* implantada en un medio nutritivo compuesto por las sales minerales de M&S suplementado con BAP 2,5. (ver figura 5).

Figura 5

Tercer ensayo realizado con Bella a las once



Leyenda: a) Tratamientos control asépticos. b) y c) Mejores respuestas morfológicas con presencia de brotes. Semana #1.

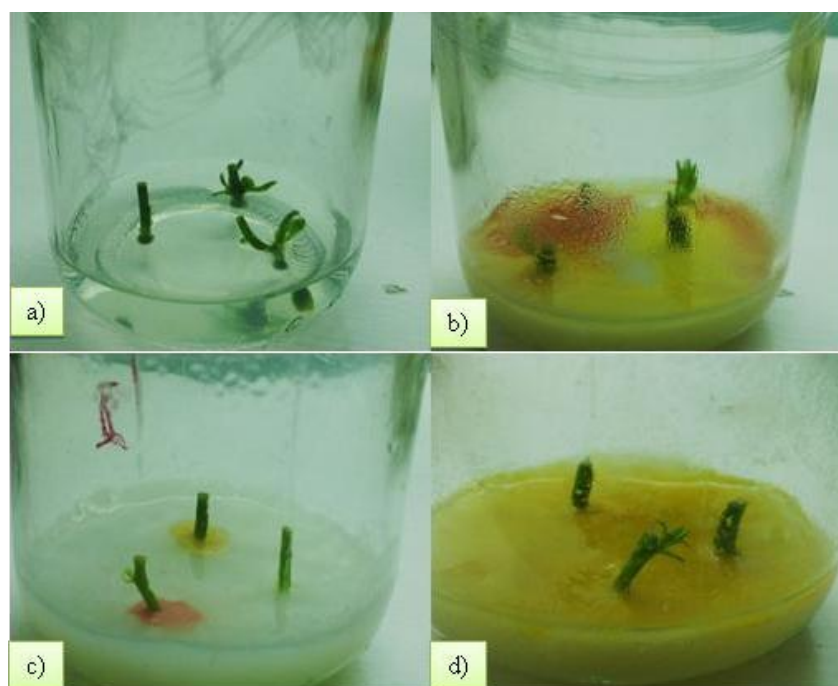
Al transcurrir tres semanas de la implantación aséptica de los microesquejes de la planta *Portulaca grandiflora*, se pudieron obtener los resultados que se muestran en la figura 6. Se puede apreciar en primer lugar la Figura 6a, permite apreciar el tratamiento control con el medio nutritivo de M&S + 2.5 BAP, y las mejores respuestas en los distintos tratamientos, donde el tratamiento #2 es el que contiene el fertilizante Nitrofoska (Figuras



6b y 6c respectivamente) y el tratamiento #4 compuesto por fertilizante Nutriflora (Figura 6d).

Figura 6

Tercera semana del ensayo con Bella a las once



Leyenda: a) Tratamiento control. b) y c) Tratamiento 2. d) Tratamiento 4. Semana #3 y 3 días.

Los resultados en cuanto a respuesta morfogénica se pueden apreciar en la tabla 5, en el cual se arrojan datos de los porcentajes de explantes verdes, brotes longitudinales y aparición de callos, por tratamiento al cabo de tres semanas de observaciones consecutivas, obteniéndose un total en todos los tratamientos realizados de un 63% de vigor y coloración verde en los explantes, 26% de brotes y un 4% de formación de callos.

Los mejores resultados obtenidos en cuando a la coloración verde pertenecen al tratamiento 1 con las sales de M&S y hormonas, vitaminas y gelificantes de bajo costo, con el 63% y en segundo lugar el tratamiento 2 con Nitrofoska con el 56%. De la misma manera, el tratamiento con mejor resultado para la formación de brotes fue el tratamiento 1 con las sales de M&S con el 30% de respuesta morfogénica e igualmente en el tratamiento 2 con Nitrofoska se obtuvo el 20% de los frascos con brotes. Por otro lado, cabe destacar que se formaron callos en los tratamientos 3, con el 6% y el tratamiento 4 con el 10% de formación de callos.

Tabla 5

Crecimiento y formación de brotes y callos

Semana	Tratamiento				
	T0	T1	T2	T3	T4
1	100% ve/ 50% Br+	100% Ve/ 30 %Br+	100% Ve/ 20% Br+	80% Ve/ 20% Br+	100% Ve
2	100% Ve 80% Br++ 30% Ca	50% Ve 30% Br++	40% Ve 20% Br++	30% Ve 10% Br++ 10% Ca	40% Ve 20% Ca
3	100% Ve 50% Br+++ 20% Ca	40% Ve 30% Br+++	30% Ve 20% Br++	20% Ve 10% Ca	20% Ve 10% Ca

Leyenda: T0: Control. T1: M&S. T2: Nitrofoska. T3: Masterblend. T4: Nutriflora Ve: Verde.
Br: Brotes. Ca: Callos. Crecimiento: + 02-04cm/ ++ 0.5-0.8/ +++ 0.9-1.3

En la tabla 6, se pueden observar los niveles de contaminación en los tratamientos realizados al inicio y al final de las observaciones, obteniendo un total de 17% de asepsia total, para todos los frascos. En este sentido, se observó que con bella a las once se logró afinar la técnica de desinfección, extracción e implantación, lo cual se evidencia en la disminución progresiva de la contaminación.



disminuye los costos, facilita la preparación y produce respuestas favorables y suficientes con fines didácticos.

Conclusiones

En función al propósito de la investigación el cual fue evaluar el uso de medios nutritivos preparados con materiales de bajo costo, para el Cultivo *In Vitro* vegetal se evidenció que se obtuvo una mejor respuesta en la *Portulaca grandiflora* (Bella a las once) que en la planta *Catharanthus roseus* (Buenas tardes).

Se logró la implantación aséptica del 10% de los frascos cultivados de *Catharanthus roseus* para el primer ensayo. En *Catharanthus roseus* se obtuvo respuesta de encurvamiento de los discos de hojas a la semana siguiente de ser implantado. Sin embargo, no se obtuvieron otras respuestas morfogénicas significativas además de un callo de un explante. Por otro lado, se logró la implantación aséptica del 17% de los frascos cultivados de *Portulaca grandiflora* durante el tercer ensayo realizado.

El mejor fertilizante resultó Nitrofoska en dosis de 4 ml/l, por cuanto en ella se obtuvo formación de brotes y crecimiento longitudinal del mismo, similar a los testigos. Por su parte, el fertilizante que dio respuestas menos favorables fue Nutriflora, si se habla de formación de brotes, sin embargo, es importante resaltar que con este fertilizante se obtuvo un 10% de formación de callos. Las respuestas experimentales ocasionadas por los fertilizantes comerciales evaluados son menores a las obtenidas en el medio control.

Por tanto, se concluye que el fertilizante Nitrofoska (4 ml/l) puede servir como sustituto de macronutrientes y micronutrientes, y la vitamina Centrum (1 ml/l), agua de coco, sustituyen el engorroso proceso de pesaje de sustancias en la preparación de medios nutritivos para el estudio *In Vitro* de yemas axilares de *Portulaca grandiflora* ya que su uso disminuye los costos, tiempo y produce respuestas favorables y suficientes con fines didácticos.



Referencias

- Acosta, L. y Rodríguez, C. (2002). Instructivo técnico para el cultivo de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 7(2), 96-99. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962002000200008
- Arano, H. (2023). Cultivo de tejidos y células vegetales como estrategia biotecnológica para la producción de compuestos bioactivos. *Revista de divulgación científica iBIO*, 5(1). <http://revistaibio.com/ojs33/index.php/main/article/view/112>
- Arias, F. G. (2006). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica*. Episteme.
- Bailey, L. H. (2014). *Manual of cultivated plants*. Macmillan. <https://archive.org/details/manualofcultiva00bail>
- Budiawan, A., Purwanto A., Puradewa L., Dwi Cahyani E y Endang, C. (2023). Wound healing activity and flavonoid contents of purslane (*Portulaca grandiflora*) of various varieties. *Revista Royal Society of Chemistry Advances*, 13, 9871-9877. <https://doi.org/10.1039/D3RA00868A>
- Calva, G., y Pérez, J. (2005). Cultivo de células y tejidos vegetales: fuente de alimentos para el futuro. *Revista Digital Universitaria*, 6(11), 1-16. https://www.revista.unam.mx/vol.6/num11/art104a/nov_art104a.pdf
- Chavalittumrong, P., Sriwanthana, B., Rojanawiwat, A., Kijphati, R., Jitjuk, B., Treesangsri, W., Phadungpa, T., Bansiddhi, J. y Bunjob, M. (2007). Safety of the aqueous extract of *Portulaca grandiflora* Hook in healthy volunteers. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 29, (Suppl.1), 95-100. <https://www.thaiscience.info/journals/Article/SONG/10462733.pdf>
- Delgado, C. (2012). *Un modelo pedagógico para la enseñanza de la producción biotecnológica de material vegetal*. [Trabajo de Grado de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://bffrepositorio.unal.edu.co/server/api/core/bitstreams/2c5e3f01-925c-40eb-86d6-f3d3fa8af3d5/content>
- Díaz, I. y Mejías, A. (2016). *Evaluación de la Respuesta morfogénica de nudos y hojas de Portulaca Grandiflora (Bella a las once) cultivados In Vitro*. [Manuscrito inédito]. Instituto Pedagógico de Maracay, Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Fernández, C., Ferreira dos Santos, W., Da Silva C., Días, M., Fealho de Carvalho, I., Lemes da Silva, M. (2019). In vitro regeneration and flowering of *Portulaca grandiflora* Hook. *Ornamental Horticulture*, 25 (4). <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v25i4.2077>
- Flores, L., Robledo, A., y Jimarez, M. (2017). Medio de cultivo y sustitutos del agar en el crecimiento *In Vitro* de orquídeas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(6), 1315-1328. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342017000601315



- Fren, C. M. (2024). *Propagación de Flora Nativa Chilena con Valor Ornamental* [Trabajo de Grado, facultad de ciencias agronómicas, Universidad de Chile] https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/204490/2024_Constanza_Fren_Mu%C3%B1oz.pdf
- Hernández, I., Carrizales, A., Moreno, Y., Flores, M. y Fiorello, G. (2016). *Evaluación de medios nutritivos preparados con materiales de bajo costo para el cultivo in vitro del clavel (Dianthus Chinensis)*. [Manuscrito inédito]. Instituto Pedagógico de Maracay, Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Herrera, S., Silva, R. y Sánchez, M. (2013). Evaluación de diferentes dosis de maizina americana y sagú (*Maranta* sp.) Como agentes gelificantes sobre el crecimiento de *Rhizoctonia solani* Kühn. *Revista Científica UDO Agrícola*, 13(1), 71-75. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6055508>
- López, M., y Bretones, A. (2023). Las grandes “invisibles”: las plantas medicinales en época romana imperial en la península ibérica entre la arqueobotánica y las fuentes literarias. *Studia Historica. Historia Antigua*, 41, e29925. <https://doi.org/10.14201/shha29925>
- Murashige, T., y Skoog, F. (1962). A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiologia Plantarum*, 15, 473-497. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
- Olmos, L. (2023). *Cultivo de tejidos vegetales, una técnica de gran importancia en la agricultura actual. Tecnología Hortícola*. <https://www.tecnologiahorticola.com/es/cultivo-de-tejidos-vegetales-una-tecnica-de-gran-importancia-en-la-agricultura-actual>
- Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura (1999). *Cultivo de microalgas*. <https://www.fao.org/4/ab473s/ab473s02.htm>
- Patiño, J. A. Mosquera, A. T. y González, M. T. (2011). Efecto inductor del agua de coco sobre la germinación de semillas y el brotamiento de cormos de *Dracontium grayumianum*. *Acta Biológica Colombiana*, 16(1), 133-142. <https://www.redalyc.org/pdf/3190/319027887010.pdf>
- Posada-Cruz, S. E., Cervantes, R. D., Torres, J. A., y Manzano, E. (2020). Aplicaciones potenciales y biotecnológicas de la verdolaga. En R. I. Torres Acosta y J. A. Torres Castillo (Coords.), *Guía técnica del cultivo de la verdolaga* (pp. 62–69). Editorial Colofón; Universidad Autónoma de Tamaulipas. https://www.researchgate.net/publication/382241455_Guia_tecnica_del_cultivo_de_la_verdolaga
- Roca, W., y Mroginski, L. (1991). *Cultivo de Tejidos en la Agricultura. Fundamentos y Aplicaciones*. Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Rodríguez, A., Rodríguez, A., Quintero, S., Torres, M. y Fundora, Z. (2004). Influencia de los Medios de Cultivo en la Micropropagación de Plátano (*Musa* spp.) y Malanga (*Xanthosoma*



Sagittifolium Schott.). *Revista Cultivos Tropicales*, 25(1), 23-26.
<https://www.redalyc.org/pdf/1932/193230179004.pdf>

Rothschuh, U. (2023). *Portulaca grandiflora: cuidados y reproducción*. *Ecología Verde*.
<https://ecologiaverde.elperiodico.com/portulaca-grandiflora-cuidados-y-reproduccion-4531.html>

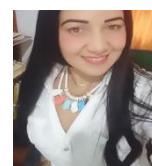
Universidad de Cornell (2015). *Portulaca grandiflora*. Departamento de Horticultura de EE. UU.
<http://www.hort.cornell.edu/4hplants/Flowers/Portulaca.html>

Síntesis curricular



Ruth Milagros Pérez

Profesora de Biología en la UPEL-Maracay. Máster en Educación en la UPEL-Maracay, especializándome en la didáctica de las ciencias. Mi tesis se centró en la implementación de la Metodología B-learning en el aula, un enfoque es aplicado a lo largo de mi carrera docente. Actualmente me desempeño como docente de cátedra de Biología General y Jefe de la Sección de Socioeconómico de la UPEL Maracay.



Aura Marina Torres

Magister en Educación Mención Enseñanza de la Biología. Profesora especialidad Biología. Coordinadora de la Maestría en Educación: Ambiente y Desarrollo de la UPEL-Maracay. Coordinadora del Núcleo de Investigación Docencia y Extensión para la Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología. Coordinadora de la unidad curricular Genética y Tópicos de Biotecnología. Tutora y Jurado de Trabajos de Grado de Maestría. Facilitadora de cursos y talleres en Ciencias, investigación y Didáctica.