

PÉREZ ARBELAEZIA

18 - Diciembre de 2007

ISSN 0120-7717



Mutisia clematis L

Jardín Botánico de Bogotá
José Celestino Mutis
Centro de Investigación y Desarrollo Científico



ENRIQUE PÉREZ ARBELÁEZ
1896 - 1972

Sacerdote - Investigador
Fundador del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

PÉREZ
ARBELÁEZIA

Publicación del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, dedicada a la memoria de su fundador, el doctor *Enrique Pérez Arbeláez*, quien consagró su vida a institucionalizar la tradición científica de Colombia y a fomentar la investigación, divulgación y defensa de nuestros recursos naturales.



Mutisia clematis L.

Planta ornamental nativa seleccionada como emblema del Jardín Botánico de Bogotá. Debe su nombre a la exaltación que el ilustre botánico *Linneo* quiso hacer en homenaje a *José Celestino Mutis*.

Es una planta trepadora con zarcillos, hojas tomentosas en tonalidades verde grisáceo y flores casi siempre pedunculares, que con su color rojo vivo atraen insectos y colibríes.



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D. C.**

Alcalde Mayor de Bogotá D. C.

Luis Eduardo Garzón

Jardín Botánico de Bogotá

«José Celestino Mutis»

Director

Rolando Higueta Rodríguez

Secretaria General

Angélica Díaz Ortiz

Jefe Oficina Asesor Jurídico

Camilo Andrés Páramo Zarta

Jefe Oficina Asesor de Control Interno

Eduardo Torres Duarte

Asesor de Planeación

Vladimir Forero Serrano

Subdirectora Científica

Claudia Córdoba García

Subdirector Técnico Operativo

Jorge Calderón Vargas

Subdirector Educativa y Cultural

Íverson Alfredo López Celis

PÉREZ ARBELAEZIA

Número 18 - Diciembre de 2007

Publicación Anual

PÉREZ - ARBELAEZIA

La revista *Pérez Arbelaezia* es la publicación científica anual del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Está dirigida a investigadores, estudiantes, científicos y a todas las personas interesadas en los temas que esta aborda.

Publica artículos científicos originales e inéditos que desarrollan temas de botánica, biología de especies y ecología de ecosistemas altoandinos; a la vez, abre el espacio para la presentación de ensayos, reflexiones, revisiones y conferencias que aportan al conocimiento de dichas disciplinas, así como de otras áreas misionales de la entidad tales como la arborización urbana, la agricultura urbana y la educación ambiental.

Comité Editorial

Rolando Higueta Rodríguez	Director
Claudia Córdoba	Subdirectora Científica
Íverson Alfredo López	Subdirector Educativo y Cultural
Santiago Madriñán Restrepo	Profesor. Departamento de Ciencias Biológicas Universidad de los Andes
Hernán Mauricio Romero	Profesor. Departamento de Biología Universidad Nacional de Colombia
Andrés Etter Rothlisberger	Profesor - Investigador Departamento de Biología y Territorio Universidad Javeriana

Editora

Patricia Jaramillo Martínez

Comité Científico



Alberto Gómez Mejía Presidente

Red Nacional de
Jardines Botánicos
de Colombia

Claudia Córdoba Subdirectora Científica

Jardín Botánico

Francisco Sánchez Asesor

Jardín Botánico

Gustavo Morales Coordinador Colecciones

Jardín Botánico

Ricardo Pacheco Investigador

Jardín Botánico

Rito Hernán Cardozo Investigador

Jardín Botánico

Técnico Operativo

Jardín Botánico

Sandra Cortés Investigadora

Jardín Botánico

Grupo de Árbitros

Luis Guillermo Baptiste Docente - Investigador

P. Universidad Javeriana

Olga María Bermúdez Coordinadora - Docente

Red Temática de

Educación Ambiental

IDEA-Universidad

Nacional de Colombia

Andrés Etter R. Docente - Investigador

Departamento de

Biología y Territorio

Universidad Javeriana

Luis G. Gutiérrez L. Docente

Universidad Tecnológica

de Pereira

Luz Adriana Mejía Arquitecta - Planificadora

Independiente

Carlos Javier Mosquera Rector (E)

Universidad Distrital

Francisco José de Caldas

Clara Inés Orozco Docente

Instituto de Ciencias

Naturales Universidad

Nacional de Colombia

Margarita Perea Docente

Universidad Nacional

de Colombia

Martha C. Quicazán Directora

Instituto de Ciencia y

Tecnología de

Alimentos-ICTA

Hernán M. Romero Docente - Investigador

Universidad Nacional de

Colombia

PÉREZ ARBELAEZIA

Publicación anual

© 2007 - Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

ISSN 0120-7717

*La reproducción total o parcial de un artículo debe citar la fuente.
Corresponde a los autores la total responsabilidad de las ideas, tesis
y conceptos emitidos en sus respectivos artículos.*

Coordinación general

Claudia Córdoba - Subdirectora Científica

Coordinación editorial

Patricia Jaramillo M. - Comunicación Ambiental

- Corrección:

Germán Ignacio Andrade Pérez

Juan Carlos Gómez Amaya

- Diseño y diagramación:

Bibiana Andrea Alturo M.

Impresión

Imprenta Nacional de Colombia

Ilustración carátula

Alfonso Robledo Anzola - Arquitecto.

Logo Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

Mutisia clematis L.

Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

Av. Calle 63 No. 68-95 / Teléfono: 437 7060 / Fax: 630 5075

www.jbb.gov.co

CONTENIDO

Presentación	8
Recorridos guiados y aprendizaje de los niños y niñas en el Jardín Botánico José Celestino Mutis.	
Paola Sierra Manrique	11
Germinación y desarrollo de plántulas de <i>Capsicum pubescens</i> Ruiz & Pav. (Solanaceae) en el Jardín Botánico José Celestino Mutis, Bogotá, D.C. - Colombia.	
Pamela Tatiana Zúñiga / Ricardo Arturo Pacheco	33
Aplicación de dos técnicas de conservación de alimentos a frutos maduros de ají de clima frío. <i>Capsicum pubescens</i> Ruiz & Pav.	
María Eugenia Torres C. / Carlos Ernesto Garzón A.	47
Micropropagación de <i>Solanum muricatum</i> Alt. a partir del cultivo de semillas.	
Jaime R. Guzmán Castañeda / Belkys A. Pérez Martínez / Claudia P. González Rojas	61
Propagación vegetativa y sexual de <i>Saurauia scabra</i> (Kunth) D. Dietr., especie promisorio del bosque neotropical montano.	
Sergio Leonardo Córdoba Cárdenas	75
Análisis del cambio en la cobertura vegetal de los Cerros Orientales de Bogotá en los últimos 40 años.	
Camilo A. Correa Ayram	87
Escenarios vivos de aprendizaje: estrategia de divulgación y aplicación de la investigación científica con las comunidades.	
Alexander Delgado Tobón	105
Aporte voluntario para la arborización urbana en el impuesto de vehículos en Bogotá.	
Manuel José Amaya Arias / Paola Andrea Escobar / July Aparicio Cabrera / Julia Andrea Pérez Rojas / Yenny Valverde Niño / Vanessa Cortés Martínez / Germán Herreño Fierro.....	121
Germinación <i>in vitro</i> asimbiótica de semillas maduras de <i>Odontoglossum luteopurpureum</i> H.B.K., <i>Epidendrum cbioneum</i> , <i>Comparettia macroplectron</i> Poepp. & Endl. y <i>Epidendrum</i> aff. <i>portakalium</i> (Orchidaceae).	
Belkys Adriana Pérez Martínez	137
Reflexiones sobre la aplicación del Enfoque Ecosistémico para la conservación de la biodiversidad en la laguna de Fúquene, Andes orientales de Colombia.	
C. Lorena Franco Vidal / Germán I. Andrade Pérez	151
Requerimientos de edición para la publicación de artículos en la revista.....	169

PRESENTACIÓN

Apreciado lector:

El Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis en su calidad de Centro de Investigación y Desarrollo Científico del Distrito Capital está comprometido con el Plan de Desarrollo «Bogotá sin indiferencia un compromiso social contra la pobreza y la exclusión» liderado por el Alcalde Luis Eduardo Garzón, el cual se concreta en el Jardín a través del Plan Estratégico que a su vez comprende una serie de proyectos que materializan el qué hacer institucional.

Con el fin de que la producción de conocimiento en el Jardín Botánico se armonice con el Plan de Desarrollo, además de la investigación pura se está trabajando en investigación aplicada con énfasis en los ecosistemas altoandinos, orientándola hacia las necesidades del Distrito y, por ende, de sus habitantes.

Durante el período 2004 – 2007 el Jardín ha tenido la mayor producción de conocimiento en su historia; parte de la cual nos complace presentar en este número de la revista *Pérez Arbelaez* cuya función esencial es la presentación a la comunidad científica y a los interesados, los resultados de las investigaciones realizadas por los científicos vinculados a la institución, aquellas producto de convenios, así como de entidades afines.

Es así como en el marco del proyecto «Procesos de educación y cultura para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad del Distrito Capital» a cargo de la Subdirección Educativa y Cultural publicamos el artículo Recorridos guiados y aprendizaje de los niños en el Jardín Botánico José Celestino Mutis, producto de la tesis de grado de la educadora Paola Sierra Manrique.

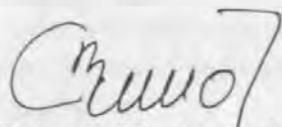
Dentro del marco del proyecto «Uso sostenible de los recursos vegetales del Distrito Capital y la región» la Subdirección Científica presenta los resultados de las investigaciones realizadas, con los siguientes artículos: «Germinación y desarrollo de plántulas de *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. (Solanaceae)» en el Jardín Botánico José Celestino Mutis, Bogotá, D.C. – Colombia, de los investigadores Pamela Tatiana Zúñiga y Ricardo Arturo Pacheco Salamanca; «Aplicación de dos técnicas de conservación de alimentos a frutos maduros de

ají de clima frío *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav.», producto del trabajo de María Eugenia Torres C. y Carlos Ernesto Garzón A.; «Micropropagación de *Solanum muricatum* Alt. a partir del cultivo de semillas» de Jaime R. Guzmán Castañeda, Belkys A. Pérez Martínez y Claudia P. González Rojas; «Germinación *in vitro* asimbiótica de semillas maduras de *Odontoglossum luteopurpureum* H.B.K., *Epidendrum chioneum*, *Comparettia macroplectron* Poepp. & Endl. y *Epidendrum* aff. *portakalium* (Orchidaceae)» de Belkys Adriana Pérez Martínez; y en el marco de un convenio con la Universidad Minuto de Dios el artículo «Propagación vegetativa y sexual de *Saurauia scabra* (Kunth) D. Dietr., especie promisorio del bosque neotropical montano» de Sergio Leonardo Córdoba Cárdenas.

En cuanto al «Proyecto conservación de la flora de bosque andino y páramo del Distrito Capital y la región» presentamos los artículos «Análisis del cambio en la cobertura vegetal de los Cerros Orientales de Bogotá en los últimos 40 años» producido por Camilo Correa Ayrán y «Escenarios Vivos de Aprendizaje, EVA: estrategia de divulgación y aplicación de la investigación científica con las comunidades» de Alexander Delgado Tobón.

De la Subdirección Técnica se presentan los resultados de la investigación realizada en el marco del censo del arbolado urbano en el artículo «Aporte voluntario para la arborización urbana en el impuesto de vehículos en Bogotá» producto de la investigación realizada por Manuel J. Amaya Arias, Paola A. Escobar, July Aparicio Cabrera, Julia A. Pérez Rojas, Yenny Valverde Niño, Vanessa Cortés Martínez y Germán Herreño Fierro.

Para finalizar presentamos el artículo «Reflexiones sobre la aplicación del enfoque ecosistémico para la conservación de la laguna de Fúquene, Andes orientales de Colombia» de los investigadores Germán I. Andrade Pérez y Lorena Franco Vidal, de la Fundación Humedales, entidad con objetivos afines a los del Jardín.



Rolando Higuaita Rodríguez

Director

Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

Micropropagación de *Solanum muricatum* Alt. a partir del cultivo de semillas

Por

JAIME R. GUZMÁN CASTAÑEDA¹

BELKYS A. PÉREZ MARTÍNEZ²

CLAUDIA P. GONZÁLEZ ROJAS³ - COAUTORA

Recibido: 29 de agosto de 2007 / Aceptado: 08 de octubre de 2007

Resumen

En la presente investigación se obtuvo la inducción de la germinación de las semillas dos semanas después de la siembra, en un medio $\frac{1}{2}$ MS suplementado con Tiamina 1 mg/l, Inositol 100 mg/l y con la aplicación de Ácido naftalenacético, ANA, 0.02 mg/l, Bencilaminopurina, BAP, 0.04 mg/l y Ácido giberélico, GA₃, 0.05 mg/l como fitorreguladores. En las fases de propagación y enraizamiento *in vitro* el medio $\frac{1}{2}$ MS resultó ser el más adecuado con relación a elongación plantular y formación de raíces. Las vitroplantas en la fase de endurecimiento demostraron resultados óptimos en los sustratos empleados —mezclas de turba, vermiculita, perlita, tierra, cascarilla de arroz, carbón vegetal, icopor fino y corteza de pino pátula—.

Palabras claves

Solanum muricatum, micropropagación, fitorreguladores del crecimiento, conservación.

1. Ingeniero de Producción Biotecnológica. Profesional de la Subdirección Científica, Jardín Botánico José Celestino Mutis. Bogotá, Colombia. jimmrober@hotmail.com

2. Ingeniera de Producción Biotecnológica. Profesional de la Subdirección Científica, Jardín Botánico José Celestino Mutis. Bogotá, Colombia. belperezmar@hotmail.com

3. Bióloga. Profesional de la Subdirección Científica, Jardín Botánico José Celestino Mutis. Bogotá, Colombia. cgonzales@jbb.gov.co

Micropropagation of *Solanum muricatum* Alt. from seeds culture

Abstract

In the present study the induction of seeds germination two weeks after sowing in the $\frac{1}{2}$ MS medium supplemented by Tiamine 1 mg/l, Inositol 100 mg/l and using Naphthaleneacetic acid, ANA, 0.02 mg/l, Benzilaminopurine, BAP, 0.04 mg/l y Gibberellic acid, GA₃, 0.05 mg/l as phytohormones was achieved. In the *in vitro* propagation and root settling phases the $\frac{1}{2}$ MS medium was the most suitable growth medium related to the plantular elongation and root formation. The vitroplants in the hardening phase showed the better results on the used substrates —turba mixture, vermiculite, perlita, soil, rice husk, and *Pinus patula* bark—.

Keywords

Solanum muricatum, micropropagation, growth phytohormones, conservation.

INTRODUCCIÓN

S. muricatum, especie comúnmente llamada pepino dulce, presenta una distribución natural mundial en Colombia, Perú y Chile. Es una especie nativa propia de ecosistemas tropicales cuyas poblaciones naturales silvestres existentes en Colombia se encuentran actualmente en un área muy reducida y en algunas regiones totalmente desaparecidas debido a diferentes factores como degradación, fragmentación y pérdida de ecosistemas, incremento de especies exóticas invasoras y cambio climático, entre otros. A pesar de que esta fruta es nativa de Colombia su consumo en el país es muy bajo; por esto no existen grandes cultivos ni se conocen estudios que muestren el comportamiento de esta especie bajo las condiciones climáticas del país que permitan desarrollar estrategias para su comercialización a gran escala.

Acorde con lo anterior el Jardín Botánico José Celestino Mutis, con el ánimo de promover el uso de especies nativas promisorias, desarrolló dentro de la línea Investigación en Propagación *in vitro* el presente estudio, el cual tiene como objeto generar un protocolo de micropropagación de *S. muricatum* que contribuya a la recuperación de esta especie mediante la propagación masiva de plantas bajo condiciones de laboratorio.



METODOLOGÍA

La presente investigación se realizó en el laboratorio de cultivo de tejidos vegetales de la Subdirección Científica del Jardín Botánico José Celestino Mutis de la ciudad de Bogotá, D.C. Se llevaron a cabo las siguientes etapas de propagación *in vitro*:

Etapas O. Obtención y selección de las plantas donadoras del material vegetal

Se emplearon semillas de frutos maduros (Figura 1), los cuales fueron colectados en el herbar de la colección viva del Jardín Botánico José Celestino Mutis a 2750 m y en Sopó km 4 vía Guasca a 2600 m.

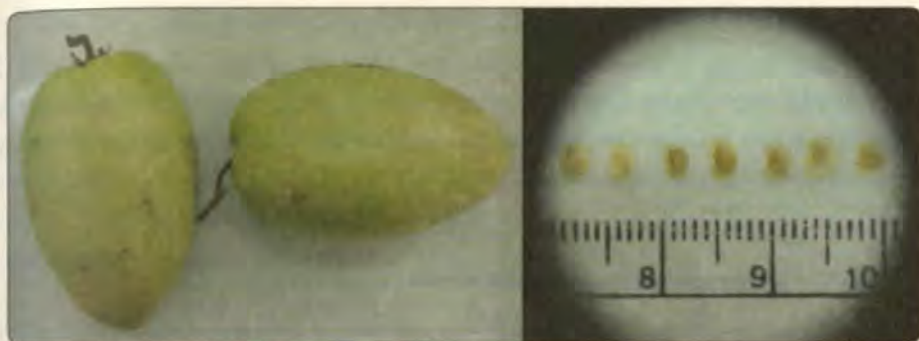


Figura 1. Frutos maduros y semillas de *S. muricatum*.

Foto: Claudia González.

Etapas I. Establecimiento del cultivo

Las semillas fueron desinfectadas empleando etanol al 70 por ciento durante 20 segundos seguido de la inmersión de los explantes en hipoclorito de sodio al 2 por ciento (T1) y 3 por ciento (T2) durante 5 minutos; finalmente se hicieron enjuagues con agua destilada estéril.

Una vez desinfectadas las semillas fueron sembradas en dos medios de cultivo empleando las sales de Murashige & Skoog completas, MS, y reducidas, $\frac{1}{2}$ MS, suplementados con diferentes concentraciones de vitaminas, agar y reguladores del crecimiento vegetal: ANA, BAP y GA_3 (Tablas 1 y 2). Los tratamientos fueron seleccionados de acuerdo con los reportes de literatura de procedimientos *in vitro* hechos a otras especies de la familia de las solanáceas (Hussey y Stacey 1991 y Roca 1984).



Compuesto	Medio de Cultivo	
	$\frac{1}{2}$ MS	MS
Sales	$\frac{1}{2}$ MS	MS
Tiamina mg/l	1	0.5
Inositol mg/l	100	0
Piridoxina mg/l	-	1
Ácido nicotínico	-	5
Sacarosa g/l	30	30
Agar g/l	4.5	3.5
pH	5.8	5.8

Tabla 1. Medios evaluados para la inducción de la germinación *in vitro* de *S. muricatum*.

Se evaluaron seis tratamientos aplicados bajo un diseño al azar (Tabla 2) manejando tres repeticiones por tratamiento, cada una con tres unidades experimentales —que corresponde a la semilla— para un total de nueve explantes por cada tratamiento (T1, T2, T3, T4, T5 y T6).

Fitorregulador	Concentración mg/l	Medio de Cultivo	
		$\frac{1}{2}$ MS)	(MS)
ANA	-	T1	T2
BAP	-		
GA ₃	-		
ANA	0.01	T3	T4
BAP	0.02		
GA ₃	0.02		
ANA	0.02	T5	T6
BAP	0.04		
GA ₃	0.05		

Tabla 2. Tratamientos evaluados para inducir la germinación *in vitro* en semillas de *S. muricatum*.

El tiempo total determinado para la evaluación de las variables contaminación, oxidación, germinación y tiempo de germinación en los diferentes tratamientos fue de 16 semanas, realizando observaciones y anotaciones cada ocho días después de la siembra.

Para la evaluación estadística de los resultados se emplearon los porcentajes representados en los diagramas de líneas —curvas de germinación—.

Etapa II. Multiplicación y enraizamiento del material vegetal

Para las fases de propagación y enraizamiento *in vitro* se aplicaron tres tratamientos que consistieron en modificaciones al medio de cultivo MS con los cuales se comparó el desarrollo de los explantes vegetativos:

T0: MS con sacarosa 30 g/l

T1: MS con sacarosa 15 g/l y las fuentes de nitrógeno — NH_4NO_3 , KNO_3 — reducidas en un 25 por ciento.

T2: $\frac{1}{2}$ MS con sacarosa 15 g/l y las fuentes de nitrógeno — NH_4NO_3 , KNO_3 — reducidas en un 25 por ciento.

Todos los tratamientos fueron suplementados con 5 g/l de agar como agente gelificante y fueron aplicados bajo un diseño al azar. Se manejaron dos repeticiones por tratamiento, cada una con 5 unidades experimentales —que corresponde al segmento nodal— para un total de 10 explantes por cada tratamiento (T0, T1 y T2).

Los medios de cultivo fueron autoclavados por 15 minutos a 120°C y a 15 libras de presión. Igualmente el pH se ajustó a 5.8. Las plantas se mantuvieron bajo las siguientes condiciones: temperatura $25 \pm 2^\circ\text{C}$, intensidad lumínica comprendida entre 1500 y 5000 Lux y un fotoperíodo de 12 horas luz día y 12 horas de oscuridad.

El tiempo total determinado para la evaluación de las variables longitud del tallo y número de hojas en los diferentes tratamientos fue de 12 semanas, haciendo observaciones y anotaciones cada ocho días después de la siembra.

Etapa III. Endurecimiento

La metodología escogida para el establecimiento *ex vitro* de plantas con raíz obtenidas de la germinación *in vitro* fue la siguiente:

1. Sacar las plántulas del frasco con ayuda de una pinza larga.
2. Retirar el agar con agua microfiltrada y con papel absorbente eliminar el agua sobrante de las raíces.



3. Sembrar las plantas en las materas que contienen los siguientes sustratos esterilizados con calor húmedo en horno a 140°C durante 3 horas:

T1: Turba 33 por ciento, vermiculita 33 por ciento, perlita 33 por ciento.

T2: Tierra 40 por ciento, cascarilla 10 por ciento, turba 50 por ciento.

T3: Tierra 50 por ciento, carbón vegetal 20 por ciento, icopor fino 10 por ciento y corteza de pino pátula 20 por ciento.

4. Cubrir las materas con papel plástico transparente.

5. Mantener las materas bajo las condiciones ambientales del laboratorio por un espacio de 21 días, tiempo en el cual se manejó riego por capilaridad.

6. Luego las materas se trasladaron a condiciones de vivero.

Se usaron diez plantas como unidades experimentales para cada tratamiento y se tomaron cinco plantas al azar para la toma de datos, toma que se hizo semanalmente durante un lapso de cinco semanas, teniendo como indicadores de desarrollo en los diferentes sustratos la longitud aproximada del tallo y la cantidad de hojas.

Para la evaluación estadística de los resultados fue empleado el análisis de varianza ANOVA y se hicieron pruebas de amplitud de medias con el procedimiento de LSD.

RESULTADOS

Etapas I. Establecimiento del cultivo

Con los procedimientos de desinfección aplicados para el establecimiento aséptico de las semillas no se presentaron las variables contaminación, oxidación y necrosis del explante, lo que demuestra que los tratamientos fueron efectivos. Sin embargo es aconsejable el T1 —NaOCl al 2 por ciento durante 5 minutos— ya que permite una concentración más baja del agente desinfectante a un mismo tiempo de inmersión.

En la Figura 2 se muestran los resultados obtenidos en el proceso de inducción de la germinación de *S. muricatum* bajo condiciones *in vitro*. Como se observa los tratamientos T5 y T6 indujeron de forma más rápida la germinación: en la segunda semana después de siembra registraron un 7 y un 10 por ciento respectivamente; las semillas que se encontraban en los tratamientos T3 y T4 iniciaron el proceso de germinación entre la tercera y la cuarta semana con porcentajes del 10 y del 13 por ciento respectivamente.

Las semillas sembradas en los tratamientos de control, con medio MS sin fitorreguladores (T2) registraron comienzos de germinación después de ocho semanas de cultivo, siendo esta del 7 por ciento, mientras que con el T1, $\frac{1}{2}$ MS sin fitorreguladores, no se registró ninguna respuesta.

De acuerdo con lo expuesto en la Figura 2 el tratamiento con el cual se logró inducir el porcentaje máximo de germinación —37 por ciento— en seis semanas de evaluación fue el MS con la aplicación de ANA 0.02 mg/l, BAP 0.04 mg/l y GA₃ 0.05 mg/l (T6).



Figura 2. Porcentaje de germinación *in vitro* de semillas de *S. muricatum* bajo el efecto de ANA, BAP y GA₃.

Etapa II. Multiplicación y enraizamiento del material vegetal

Las plantas de *S. muricatum* sembradas en los tratamientos T0 y T1 presentaron clorosis en un 70 por ciento a diferencia de las sembradas en T2 — $\frac{1}{2}$ MS con sacarosa 15 g/l y las fuentes de nitrógeno (NH₄NO₃, KNO₃) reducidas en un 25 por ciento— en donde no se presentó esta variable. En el tratamiento T2 se observó un crecimiento más rápido y vigoroso en términos de elongación, generación de nudos nuevos y además formación de raíces funcionales. Los resultados de seis plantas al azar sembradas en este medio (T2) se encuentran detallados en la Tabla 3.



Variables	Toma de datos	Semana 1						Semana 2					
	Plántula	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
	Longitud tallo (cm)	2.1	1.8	2.2	2.3	1.2	1.5	3.2	2.5	3.5	3.3	1.7	2.5
	No. hojas	3	2	3	3	4	3	5	5	7	5	6	6
	No. brotes	2	2	3	3	2	2	3	3	5	4	4	3
	No. raíces	1	1	3	0	1	3	3	2	6	2	2	5

Tabla 3. Seguimiento al material vegetal en la etapa de propagación *in vitro* de *S. muricatum* en T2.



Figura 3. Enraizamiento a los ocho días de *S. muricatum*.



Figura 4. Planta enraizada de *S. muricatum* ocho semanas después de la siembra.

Fotos: Jaime Guzmán.

En este seguimiento se logró evaluar que con relación a longitud apical, número de hojas, número de brotes y número de raíces las plantas aumentan en el tiempo (Figura 3 y 4), por lo que se puede establecer que es una especie que no presenta problemas en las fases de propagación y enraizamiento *in vitro*. El T2 es el tratamiento más apropiado para estas dos fases de desarrollo plantular.

Etapa III. Endurecimiento

Durante la adaptación de las plantas se evaluaron la longitud apical —altura— y el número de hojas con el fin de determinar el mejor sustrato (Tabla 4).

	Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5	
TTO	No. hojas	Long. apical	No. hojas	Long. apical	No. hojas	Long. apical	No. hojas	Long. apical	No. hojas	Long. apical
1	2.4474	2.4389	2.4984	2.4492	2.5457	2.4644	2.6441	2.4846	2.6913	2.4947
2	2.4984	2.5087	2.5968	2.5284	2.6913	2.5576	2.7828	2.5822	2.827	2.5966
3	2.3914	2.5038	2.4474	2.519	2.5968	2.5435	2.641	2.5435	2.6913	2.5583

TTO: Tratamiento evaluado
Long.: Longitud (cm)

Tabla 4. Comparación de medias —longitud apical y número de hojas— en la fase de endurecimiento de *S. muricatum* en cinco semanas.



Figura 5. Plantas de *S. muricatum* en la etapa de endurecimiento.

Foto: Jaime Guzmán.



Teniendo en cuenta las variables evaluadas de acuerdo con la Tabla 4 no se encontraron diferencias significativas entre los sustratos utilizados en las variables longitud apical y número de hojas. Se lograron adaptar las plantas en los tres tratamientos (Figura 5) sin encontrar entre ellos diferencias significativas; sin embargo, se aprecia que el mejor comportamiento de las plantas —relacionado principalmente con el vigor plantular— se presentó con el tratamiento T2 (tierra 40 por ciento, cascarilla 10 por ciento, turba 50 por ciento). En este sustrato se logró un ciento por ciento de adaptación de las plantas en 25 días.

DISCUSIÓN

La aplicación de auxinas (ANA), citoquininas (BAP) y giberelinas (GA_3) como reguladores del crecimiento vegetal favoreció la germinación *in vitro* aumentando el porcentaje de semillas germinadas con respecto al control, disminuyendo el tiempo de germinación y obteniendo de este modo plantas vigorosas en un tiempo más corto.

Al incluir la mitad o el total de macro y micronutrientes del medio básico MS y suplementar con ANA 0.01 mg/l, BAP 0.02 mg/l y GA_3 0.02 mg/l (T3 y T4) o al duplicar estas concentraciones (T5 y T6) se obtuvo al final de la experimentación una germinación del 37 por ciento en estos tratamientos. Sin embargo con T5 y T6 la germinación máxima se alcanzó en menores tiempos de evaluación en comparación con T3 y T4.

Los resultados anteriores permiten suponer que las semillas de *S. muricatum* presentan inmadurez fisiológica, la cual influye de manera directa en la presencia de sustancias inhibidoras o ausencia de sustancias promotoras de la germinación, existiendo un bloqueo hormonal o de sensibilidad en sus tejidos a los estímulos específicos que impiden la activación de la maquinaria metabólica necesaria para promover la germinación.

Por esta razón al incluir en los medios de cultivos GA_3 , una de las principales hormonas promotoras de la germinación, se estimuló el proceso de germinación en *S. muricatum*, iniciando la degradación de las reservas nutritivas a través de las síntesis de α -amilasa, con lo cual se activa el ciclo de Krebs y se produce la energía necesaria para el crecimiento del embrión (Kigel & Galili 1995). Igualmente la aplicación conjunta de BAP y ANA influyó sobre una rápida



división de las células embrionarias que promovieron la emergencia de la radícula y el posterior crecimiento y desarrollo de la plántula.

Lo anterior puede sustentarse al considerar que las hormonas —definidas como compuestos orgánicos sintetizados por las plantas superiores que actúan generalmente en un lugar diferente a donde son producidas y se encuentran presentes y activas en muy pequeñas cantidades— intervienen en las distintas fases del crecimiento y del desarrollo vegetal regulando la interacción de los factores internos que activan la expresión de los diferentes genes. Así, las auxinas controlan las repuestas trópicas, es decir que inducen el crecimiento direccional dado por el alargamiento de los meristemos de la radícula hacia abajo y del hipocótilo hacia arriba influyendo también en la diferenciación de los tejidos. Las citoquininas influyen en el crecimiento y en el desarrollo vegetal estimulando la división celular y activando el crecimiento de las yemas laterales (Davies 1990, Taiz & Zeiger 1998).

En las etapas de propagación y enraizamiento *in vitro* se lograron evaluar tres medios de cultivo sin adición de fitorreguladores ya que su aplicación podía causar alteraciones fisiológicas en las plantas al no ser necesitados por estas. Se puede decir que conseguir la extensión o la división celular es algo que depende del tipo de inóculo y de la especie vegetal; por tal razón existen explantes que producen suficiente cantidad de reguladores de crecimiento endógenos, no precisando de ninguna adición exógena (Hurtado y Merino 1987).

El medio de cultivo MS con todas sus concentraciones al ciento por ciento (T0) y con la modificación en la reducción de nitrógeno al 75 por ciento (T1) afectó el buen desarrollo de las plantas, presentándose clorosis en casi la totalidad del material vegetal sembrado en estos dos tratamientos y finalmente la muerte de un 40 por ciento del material vegetal después de cuatro semanas.

Las plantas en el medio T2 — $\frac{1}{2}$ MS con una previa reducción de las fuentes de nitrógeno en un 25 por ciento y al mismo tiempo bajas concentraciones de sacarosa, 15 g/l— se vieron favorecidas en el desarrollo caulinar y rizogénico en un tiempo de dos semanas. Estos resultados permitieron acortar el trabajo de investigación, ya que con el medio de cultivo MS al 50 por ciento se dio solución a dos etapas en el proceso de cultivo de tejidos vegetales: la propagación y el enraizamiento. El desarrollo tanto en elongación como en formación de raíces



con funcionalidad se vio influenciado por la concentración de las sales del medio MS; por lo tanto se puede decir que la propagación *in vitro* de *S. muricatum* requiere de pocos nutrientes y de ninguna aplicación de fitorreguladores para su micropropagación bajo las condiciones ambientales de laboratorio.

Las vitroplantas demostraron un alto grado de adaptabilidad en el proceso de endurecimiento con los tres sustratos empleados compuestos de turba, vermiculita, perlita, tierra, cascarilla, carbón vegetal, icopor fino y corteza de pino pátula en diferentes proporciones. No se presentaron diferencias significativas entre ellos. Se consideran sustratos con características aceptables para los procesos de adaptación de las plantas de *S. muricatum* por permitir el aprovechamiento del agua por inmersión capilar, la ausencia de problemas de compactación e infiltración del agua y no presentar problemas de contaminación.

Sin embargo las plantas en el sustrato compuesto por tierra 40 por ciento, cascarilla 10 por ciento y turba 50 por ciento (T1) mostraron una coloración verde más intensa en las hojas y en general una mejor expresión del potencial de la planta, por lo que se considera un buen sustrato para la adaptación de esta especie.

CONCLUSIONES

Se estableció un tratamiento de desinfección para semillas de *S. muricatum*. La efectividad de este tratamiento se vio favorecida por el empleo de frutos con buenas condiciones fitosanitarias lo cual permitió establecer cultivos con bajos niveles de contaminación y con explantes viables.

La baja viabilidad presente en las semillas de *S. muricatum* parece depender de un bloqueo fisiológico por la ausencia de sustancias promotoras de la germinación. La aplicación de fitorreguladores favoreció la germinación, la posterior emergencia y la elongación de las plántulas de *S. muricatum* ya que se aumentó el porcentaje de semillas germinadas, disminuyendo el tiempo de germinación y de emergencia de las plántulas.

La concentración de macro y micronutrientes no influyó en el proceso de germinación. Al reducir a la mitad los nutrientes del medio básico MS se obtuvo el mismo porcentaje de germinación con respecto a la totalidad de nutrientes, aunque en un mayor tiempo de evaluación.



Las semillas sembradas en el medio MS con ANA 0.02 mg/l, BAP 0.04 mg/l y GA₃ 0.05 mg/l (T6) presentaron el mayor número de germinación en un menor tiempo. De acuerdo con lo que se expresa, se sugiere el empleo de las sales completas del MS junto a estas concentraciones de fitorreguladores para inducir la germinación de *S. muricatum* bajo condiciones *in vitro*.

El medio de cultivo 1/2 MS sin fitorreguladores, con la modificación de las soluciones de nitrógeno al 75 por ciento y la reducción de la sacarosa al 50 por ciento (15 g/l) se consolida como el medio óptimo para la fases de propagación y enraizamiento del material vegetal de *S. muricatum*.

Por medio de la prueba de varianza ANOVA no se encontraron diferencias significativas en los tres tratamientos en la fase de endurecimiento. Sin embargo se logró observar que el sustrato compuesto por tierra 40 por ciento, cascarilla 10 por ciento y turba 50 por ciento (T1) presenta los mejores resultados en la formación de nuevas hojas y en la elongación plantular.

Se logró obtener un protocolo de micropropagación a partir de la germinación de semillas bajo condiciones *in vitro* y la obtención de plantas vigorosas en las etapas de propagación, enraizamiento y endurecimiento. Esta investigación se muestra como una alternativa en la conservación y preservación de esta especie nativa con potencial agroalimentario cuya distribución en Colombia se ha visto afectada por alteraciones sociales y ambientales.

Con este trabajo de investigación se puede decir que *Solanum muricatum* —pepino dulce— es una planta que no presenta mayores inconvenientes una vez establecida *in vitro*, pues en las etapas de propagación, enraizamiento y endurecimiento no se presentaron mayores inconvenientes en su normal desarrollo.

Agradecimientos

A la doctora Martha Perdomo, a la Subdirectora Científica Claudia Córdoba y al Coordinador de Uso Sostenible Ricardo Arturo Pacheco Salamanca por habernos brindado la oportunidad de conformar el equipo de la Subdirección Científica del Jardín Botánico José Celestino Mutis de Bogotá, D.C.



A todos los profesionales de la Subdirección Científica que de una u otra forma han contribuido en la realización de este trabajo de investigación, en especial a Gustavo Morales por su enorme colaboración en las investigaciones de la Subdirección.

Bibliografía

- Davies, P.** 1990. *Plants hormones and their role in plant growth and development*. By Kluwer Academic Publisher Netherlands. 681p Impreso Biblioteca Pontificia Universidad Javeriana.
- Hurtado, D. y Merino.** 1987. *Cultivo de tejidos vegetales*. Editorial Trillas. Méjico, D.F. Méjico.
- Hussey, G. and Stacey.** 1991. *Factors affecting the formation in vitro tuberu of potato (Solanum tuberosum L.)* Ann. Bot 53: 568–578. En: Hurtado, D. & Merino. 1987. *Cultivo de tejidos vegetales*. Editorial Trillas. Méjico, D.F. Méjico.
- Kigel, J. and Galili, G.** 1995. *Seed development and germination*. Marcel Dekker New York. 853 p.
- Roca, W. M.** 1984. *Cassava*. In: Handbook of plant cell culture ed. W. R. Sharp; D. A. Evans; P. V. Amirato and Y. Yamada. 269–301. Impreso Biblioteca Pontificia Universidad Javeriana.
- Taiz, L. and Zeiger, E.** 1998. *Plant physiology*. 2nd Ed. Sunderland, Massachusetts Sinauer Associates, Inc. Publishers. 792p Impreso Biblioteca Pontificia Universidad Javeriana.