

PÉREZ ARBELAEZIA

Nº 19 - Diciembre de 2008

ISSN 0120-7717



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
ARBELAEZIA

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.



Alcalde Mayor de Bogotá, D.C.
Samuel Moreno Rojas

Jardín Botánico de Bogotá «José Celestino Mutis».

Junta Directiva

Juan Antonio Nieto Escalante
Secretario Distrital de Ambiente

Carlos Ossa Escobar
Rector - Universidad Distrital
Francisco José de Caldas

Tomás León Sicard
Director - Instituto de Estudios Ambientales, IDEA. Universidad Nacional de Colombia

Germán Galindo Hernández
Fundación Humedal La Conejera

Ángel Guarnizo Vásquez
Coordinador Unidad de Turismo de Naturaleza – Instituto de Turismo de Bogotá

Eugenia Ponce de León Chaux
Directora General - Instituto Alexander von Humboldt

Comité Directivo

Herman Martínez Gómez
Director Jardín Botánico

Julio César Pulido Puerto
Secretario General (E)

Eduardo Villegas Flórez
Subdirector Científico

Frank Leonardo Hernández Ávila
Subdirector Educativo y Cultural

Federico de Jesús Bula Gutiérrez
Subdirector Técnico y Operativo

Hugo Alejandro Sánchez Hernández
Jefe Oficina Asesor Jurídico

Julio César Pulido Puerto
Jefe Oficina de Planeación

Francisco Bocanegra Polanía
Jefe Oficina de Arborización

Amparo Morales Amador
Jefe Oficina de Control Interno

PÉREZ ARBELAEZIA

Número 19 - Diciembre de 2008

Publicación Anual

PÉREZ ARBELAEZIA © 2008 - ISSN 0120-7717

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 Jardín Botánico

La edición de las publicaciones del Jardín Botánico de Bogotá se realiza de manera participativa ascendente a través de Comités Operativos integrados por interlocutores válidos de cada subdirección y dependencia, la coordinación editorial, la firma editora externa y el nivel directivo de la entidad, que conforman el comité editorial.

En la planeación, compilación, coordinación y edición de esta revista participaron por parte del Comité Operativo Interno de la Subdirección Científica:

Johanna Katherine Bernal Sotelo
Vilma Isabel Jaimes Sánchez
Pamela Tatiana Zúñiga Upegui
Eduardo Villegas Flórez

Investigadora
Investigadora
Investigadora
Subdirector Científico

Comité Editorial Honorario

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

Director revista Pérez Arbelaeza

Eduardo Villegas Flórez

Subdirector Científico

Coordinación general editorial Jardín Botánico de Bogotá

José Celestino Mutis

Litta Buitrago Sandoval

Editora

Patricia Jaramillo M. - Comunicación Ambiental

Coordinación editorial

Patricia Jaramillo M. - Comunicación Ambiental

• Corrección de rigor científico:

Martha Yaneth Vallejo

Germán Ignacio Andrade Pérez

• Corrección de estilo:

Juan Carlos Gómez Amaya

• Diseño y diagramación:

Bibiana Andrea Alturo M.

Jovana Angélica Noguera V.

Impresión

Imprenta Nacional de Colombia.

Ilustración carátula

Mutisia clematis L. Lámina Expedición Botánica.

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.

Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

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



Grupo de Árbitros

Camilo Cárdenas	Docente – Investigador	Universidad Nacional de Colombia
Carlos A. Devia C.	Docente – Investigador	Departamento de Ecología Pontificia Universidad Javeriana
César Ruíz	Investigador	Conservación Internacional
Eduardo Behrentz	Director	Centro de estudios en Sostenibilidad Urbana y Regional – Universidad de los Andes
Jeroen Pascal	Consultor	Internacional Royal Haskoning
Jorge Jácome	Profesor Asistente	Departamento de Biología Pontificia Universidad Javeriana
José Hipólito Isaza	Docente	Departamento de Química Universidad del Valle
José Ignacio Barrera	Coordinador	Escuela de Restauración Ecológica Pontificia Universidad Javeriana
Luis David Gómez	Coordinador	Prácticas Estudiantiles Pontificia Universidad Javeriana
María Soledad Hernández	Investigadora	Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - Sinchi
Nancy Isabel Castillo	Docente - Investigadora	Laboratorio Agroambiente 2015
Luis Guillermo Baptiste	Subdirector	Instituto Alexander von Humboldt
Orlando Rangel	Docente – Investigador	Universidad Nacional de Colombia
Roxana Yockteng	Profesora asociada	Departamento Sistemático de Evolución Museo Nacional de Historia Natural
Willian Fernando Castrillón	Docente	Universidad Distrital Francisco José de Caldas

CONTENIDO

Presentación.....	10
Reflexiones en torno a la Educación Ambiental en Bogotá a partir de la implementación de Escenarios Vivos de Aprendizaje, EVA, en siete quebradas del Distrito Capital. Alexander Delgado/Luisa Galindo/Luz Marina Buitrago/Néstor Céspedes/Edna Margarita Vargas/Maritzá Suárez/Edwin Ussa	15
Aspectos ambientales y paleoambientales de los enclaves secos y el caso particular del valle del Checua (Nemocón, Colombia). Thomas van der Hammen.....	35
Modelo de distribución potencial de <i>Condalia thomasi</i> (Rhamnaceae), especie endémica del valle del río Checua, Sabana de Bogotá, Colombia. Catalina Giraldo P./Carolina Alcázar Caicedo.....	49
Ensayo experimental con microorganismos benéficos y su potencial uso en la implementación de los proyectos de restauración ecológica en el Distrito Capital. Claudia Cristina Rojas Marulanda.....	71
Caracterización fisionómica, estructural y florística de algunas comunidades vegetales en la cuenca media del río Tunjuelo. Sandra Pilar Cortés Sánchez.....	85
Análisis del estado actual de conectividad de las coberturas vegetales de la cuenca media del río Tunjuelo. Camilo A. Correa Ayram.....	115
Eficacia de dos hongos entomopatógenos para el control de <i>Pseudococcus</i> spp. Raúl H. Posada Almanza/Lermen Forigua Acosta	141
Análisis y selección de diferentes métodos para eliminar las saponinas en dos variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. Diana C. Corzo Barragán.....	153

Evaluación de la actividad antimicrobiana de los extractos etanólicos y aceites esenciales de las especies vegetales <i>Valeriana pilosa</i> , <i>Hesperomeles ferruginea</i> , <i>Myrcianthes rhopaloides</i> y <i>Passiflora manicata</i> frente a microorganismos patógenos.	
Andrea J. Lizcano Ramón/María E. Torres Cárcamo/Jenny L. Vergara González.....	163
Vegetación potencial en la cuenca media del río Tunjuelo y procesos de cambio en la cobertura vegetal, otro enfoque metodológico para un análisis multitemporal.	
Sandra Pilar Cortés Sánchez.....	189
Requerimientos de edición para la publicación de artículos en la revista.....	205

PRESENTACIÓN

Apreciado lector:

Desde 1985 la revista *Pérez Arbelaez* ha sido el medio a través del cual el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis presenta los resultados de las investigaciones realizadas por el equipo de científicos dedicados al conocimiento de los ecosistemas altoandinos y sus componentes, así como las de investigadores y entidades afines con el fin de aportar en el cumplimiento de los objetivos estratégicos institucionales.

En esta oportunidad, en cumplimiento a los objetivos «Fortalecer los cambios de actitud de la población frente a la valoración, uso y conservación de la flora» y «Aumentar las áreas donde se apliquen estrategias de conservación de la flora de bosque Andino y páramo» se publica el artículo resultado del convenio interadministrativo entre la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB, sobre la aplicación de la metodología Escenarios Vivos de Aprendizaje, EVA, entendidos como *espacios dentro de un territorio compuesto por elementos geográficos, biológicos y sociales que interactúan con las dinámicas de producción económica*.

A través de los EVA se pretende realizar la identificación, caracterización, análisis, comprensión y transformación de las relaciones que se dan entre dichos elementos. Su aplicación tuvo lugar mediante plantaciones participativas y pedagógicas en algunos sectores urbanos y rurales de las quebradas Limas y sus afluentes, Zanjón de la Estrella, Trompetica, Chiguaza, Nutria, Morales, Bolonia y Santa Librada en la cuenca del río Tunjuelo.

En torno al objetivo «Aumentar las áreas donde se apliquen estrategias de conservación de la flora de bosque Andino y páramo» se presenta el artículo del doctor Thomas van der Hammen *Aspectos ambientales y palaeoambientales de los enclaves secos y el caso particular del valle del Checua, Nemocón, Colombia*, en el que hace una descripción detallada de la vegetación, el ambiente, los palaeodatos y los cambios climáticos y de vegetación de los enclaves xerofíticos y subxerofíticos para llegar al origen, especiación y adaptación del género *Condalia* en Nemocón, donde encontró, como él mismo dice «una especie arborecente nueva en la

Sabana de Bogotá, un género nuevo para Colombia y, hasta donde sabemos, endémica en la región de Checua».

En la misma área se llevó a cabo el estudio *Modelo de distribución potencial de Condalia thomasiiana (Rhamnaceae), especie endémica del valle del río Checua, Sabana de Bogotá, Colombia*, cuyas poblaciones están en peligro crítico de extinción especialmente por la fragmentación del único hábitat donde están presentes.

El objetivo de esta investigación fue explorar un modelo de distribución potencial para conocer patrones y relaciones existentes entre los datos de presencia conocida y las variables ambientales de sitio. Se encontró que la especie *Condalia thomasiiana* solo está distribuida en la zona media baja de valle del río Checua en los municipios de Nemocón y Suesca, en un área total de 78,6 km², entre los 2.600 y los 2.880 m. Por este motivo se plantean alternativas de conservación de esta especie endémica y de su área de permanencia actual.

Sobre el objetivo «Aumentar la calidad ambiental de los ecosistemas estratégicos y del paisaje de la ciudad» se presenta el artículo *Ensayo experimental con microorganismos benéficos con miras a implementar en modelos de restauración ecológica en el Distrito Capital*, que muestra los resultados obtenidos en la multiplicación con plantas trampa y reporta la presencia de esporas nativas de las especies *Lycianthes hyscioides* (gurrubo), *Dodonaea viscosa* (hayuelo) y *Persea mutisii* (aguacatillo) en tres estados de crecimiento.

El empleo de microorganismos para el mejoramiento de las calidades edáficas o para la biofertilización de plantas ha sido empleado en los últimos años como estrategia para mejorar los rendimientos o disminuir la cantidad de agroquímicos al suelo. Tras los resultados obtenidos se propone el empleo de microorganismos benéficos (micorrizas y rhizobium) para inocular las especies que el Jardín Botánico José Celestino Mutis emplea en modelos de restauración ecológica.

En cumplimiento al mismo objetivo se expone el trabajo *Caracterización fisionómica, estructural y florística de algunas comunidades vegetales en la cuenca media del río Tunjuelo*. A pesar de la fuerte transformación el 39,8 por ciento de este territorio aún presenta vegetación de tipo natural y seminatural correspondiente a las formaciones vegetales de las regiones de vida andina y paramuna. En este estudio

se presenta la caracterización de cuatro tipos fisionómicos de vegetación entre los que se cuentan pastizales subxerófitos, matorrales subxerófitos, vegetación de páramo y bosques ribereños, que corresponden a quince comunidades vegetales descritas con relación a su composición florística y estructura y se mencionan algunos aspectos ecológicos de los ecosistemas relacionados.

Así mismo se presenta el artículo *Análisis del estado actual de conectividad de las coberturas vegetales de la cuenca media del río Tunjuelo*, en el cual se propone un modelo de conectividad estructural y funcional entre los fragmentos de vegetación natural que aún persisten. Los resultados demuestran que a nivel de paisaje el estado de conectividad estructural de las coberturas vegetales de la cuenca media del río Tunjuelo está ampliamente influenciado por el dominio en general de la matriz antrópica.

De acuerdo con los resultados encontrados es evidente el bajo grado de conectividad estructural de las coberturas de bosque y matorral y, por el contrario, la vegetación riparia confirmó su propiedad de elemento conector del paisaje presentando un alto grado de conectividad espacial. Por medio de las rutas de mínimo costo se pudo confirmar la importancia de asegurar la conectividad por medio de la vegetación riparia y al mismo tiempo disminuir el grado de resistencia por parte de la matriz antrópica.

Adicionalmente se presenta el trabajo *Eficacia de dos hongos entomopatógenos para el control de Pseudococcus spp.* debido al complejo de insectos succionadores pertenecientes al género *Pseudococcus* (Hemiptera: Pseudococcidae) que afecta entre otras especies vegetales al caucho sabanero, *Ficus soatensis* Dugand, especie ampliamente empleada en la arborización urbana de Bogotá. Su asociación con el insecto llevó a evaluar mecanismos de control eficiente, poco contaminantes y con tiempos de residencia bajos por las condiciones de ambiente urbano.

Se evaluó la mortalidad ejercida por los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* en formulación de polvo soluble en cinco concentraciones, más un testigo, bajo un diseño completamente aleatorizado sobre el complejo *Pseudococcus* spp. en condiciones de laboratorio.

Los tratamientos evaluados no mostraron efecto sobre la plaga, posiblemente por la especificidad de virulencia de las cepas o la formulación del producto;

el trabajo sugiere la evaluación de otras cepas y nuevas formulaciones para encontrar aislamientos eficaces.

Con relación al objetivo «Aumentar el conocimiento, la oferta, el uso y el aprovechamiento de especies vegetales presentes en los ecosistemas Andinos del Distrito Capital y la región» se realizaron investigaciones como *Análisis y selección del método más apropiado para eliminar las saponinas en dos variedades de Chenopodium quinoa* y *Evaluación de la actividad antimicrobiana de los extractos etanólicos y aceites esenciales de las especies vegetales Valeriana pilosa, Hesperomeles ferruginea, Myrcianthes rhopaloides y Passiflora manicata frente a microorganismos patógenos*.

En el primero se analizó y seleccionó el método más apropiado para eliminar las saponinas de dos variedades amargas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), amarilla de maragani y sajama morada, según criterios de costo beneficio, con el fin de incentivar la propagación, el uso y el manejo de la especie en la región debido a sus características.

Este estudio permitirá a los productores primarios hacer la desaponificación con un método económico y favorable con el ambiente. Los métodos de desaponificación valorados fueron: por vía húmeda, combinado, químico, seco y termomecánico; el mejor resultado se obtuvo con el método combinado, porque se logró eliminar el 75 por ciento de las saponinas.

En el segundo, y mediante la técnica de difusión de disco en agar de Kirby-Bauer, se midió la susceptibilidad *in vitro* de los microorganismos patógenos seleccionados frente a sustancias de origen natural con potencial antimicrobiano. En este trabajo se concluyó que el extracto etanólico de *Passiflora manicata* fue el que presentó mayor acción frente a todos los microorganismos, permitiendo realizar el fraccionamiento con los diferentes solventes identificando a la fase acuosa como la responsable del principio activo con potencial antimicrobiano.

Este trabajo recomienda darle continuidad a futuras investigaciones en torno a la potencialidad antimicrobiana de las especies seleccionadas, para lo cual es necesario aislar y elucidar la molécula capaz de inhibir a los microorganismos tratados.

El artículo *Vegetación potencial en la cuenca media del río Tunjuelo y procesos de cambio en la cobertura vegetal, otro enfoque metodológico para un análisis multitemporal* presenta los

resultados obtenidos tras la interpretación de los procesos de cambio ocurridos en la vegetación a partir de la comparación entre el modelo de vegetación potencial, como escenario ecosistémico original, y el mapa de cobertura vegetal actual, con lo cual se logró establecer que el 54 por ciento de los ecosistemas naturales del área de estudio han sido transformados, mientras que apenas un 24 por ciento se encuentra con ecosistemas que abarcan comunidades vegetales de bosque, páramo, vegetación riparia, matorrales y herbazales subxerófitos en conservación, los cuales son importantes para sostener la biodiversidad local y regional.

Los resultados de estas investigaciones sin duda aportan al conocimiento sobre los ecosistemas altoandinos y son muy importantes para garantizar la sostenibilidad de los servicios ambientales de la ciudad. Esperamos que contribuyan al desarrollo sostenible de nuestra región y aporten beneficios a la comunidad en general.



Herman Martínez Gómez

Jardín Botánico de Bogotá

José Celestino Mutis

Director

Análisis y selección de diferentes métodos para eliminar las saponinas en dos variedades de *Chenopodium quinoa* Willd

Por

DIANA C. CORZO BARRAGÁN¹

Recibido: 24 de octubre de 2008 / Aceptado: 18 de noviembre de 2009

Resumen

Se analizó y seleccionó el método más apropiado para eliminar las saponinas de dos variedades amargas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), amarilla de maragani y sajama morada, según criterios de costo beneficio, con el fin de incentivar la propagación, el uso y el manejo de la especie en la región debido a sus características, permitiendo al productor primario realizar la desaponificación con un método económico y favorable con el ambiente.

Los métodos de desaponificación valorados fueron por vía húmeda, combinado, químico, seco y termomecánico; el mejor resultado se obtuvo con el método combinado, porque se logró eliminar el 75 por ciento de las saponinas.

La investigación se realizó en las instalaciones del Jardín Botánico José Celestino Mutis, ubicado en la ciudad de Bogotá, D.C., a una altura de 2551 msnm, entre septiembre de 2007 y junio de 2008.

Palabras clave

Chenopodium quinoa, saponinas, métodos de desaponificación.

1. Pasante de Ingeniería Agroindustrial. Universidad del Tolima. dianacorbarra1@gmail.com

Artículo producto de la investigación realizada dentro del contrato No. 357-2007 entre el Jardín Botánico JCM y la autora.



Analysis and selection of different methods to eliminate the two varieties saponins *Chenopodium quinoa*

Abstract

Was analyzed and selected the most appropriate method to remove the saponins of the two bitter kinds of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), *amarilla de maragani* y *sajama morada*, according to cost benefit criteria, with the purpose of encourage the propagation, use and treatment of the species in the region to cause of their own features, allowing to the primary productor realize the desaponification with a economy method and more favorable to the environment.

Desaponification methods were evaluated wet, mixed, chemical, thermo mechanical and dry. The best results were obtained applying the combined method, successfully eliminated 75 per cent of the saponins.

The research was realized in the Botanical Garden José Celestino Mutis, located in Bogotá, D.C., at an altitude of 2551 meters, between september 2007 and june 2008.

Key words

Chenopodium quinoa, saponins, desaponification methods.

INTRODUCCIÓN

El Jardín Botánico José Celestino Mutis, centro de investigación y desarrollo científico encargado de la conservación, propagación y estudio de especies nativas de la región con el fin de incentivar el empleo de la quinua, ha desarrollado investigaciones sobre esta especie; es así como una de las metas propuestas para contribuir con este fin consiste en el análisis y selección del método más apropiado para eliminar las saponinas de dos variedades amargas de quinua.

La quinua (*Chenopodium quinoa*), conocida también con los nombres de suba, pasca, cenizo en Colombia, kiuna y parca en Bolivia, quinhua en Chile, quinoa en Ecuador y trigo inca, lincha y jiura en Perú (Guzmán *et al*), gracias a su amplio rango actitudinal —de 2300 a 3000 m— en Colombia se encuentra cultivada en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Cauca y Nariño.

Esta especie es llamada pseudocereal porque no pertenece a la familia de las gramíneas que es en la que están los cereales «tradicionales» (Corredor 2004). Ha sido cultivada a lo largo de la Cordillera de los Andes desde tiempos remotos por nuestros ancestros, quienes la consideraban grano madre y la usaban para la realización de ceremonias y rituales (Pulgar y Vidal).

Según Pazos las hojas y las flores masticadas y mezcladas con coca tienen gran poder analgésico y desinfectante, sus bebidas fermentadas son diuréticas y los granos contribuyen a la curación de enfermedades del hígado, de las vías urinarias y de afecciones catarrales.

La quinua tiene múltiples aplicaciones y se pueden utilizar casi todas sus partes: el grano, las hojas y las inflorescencias se usan para la alimentación humana, el forraje para la alimentación animal y los subproductos de cosecha para la elaboración de bloques multinutricionales.² Con relación a la alimentación humana sus usos son variados: el grano es sometido a cocción para la elaboración de sopas, como acompañante de arroz y de ensaladas o como plato principal. Como harina compuesta con trigo y maíz se emplea para la elaboración de panes, galletas, arepas, pastas, cremas y coladas (Molina 2004).

Posee un alto potencial de transformación que permite obtener productos exclusivos con características excepcionales debido a su alto valor proteico. Según Collazos (1975) 100 g de quinua contienen 354 calorías, 12.5 g de agua, 10.6 g de proteína, 4.5 g de grasa, 70 g de carbohidratos, 4.1 g de fibra, 2.4 g de cenizas, 118 mg de calcio, 390 mg de fósforo, 4.2 mg de hierro, 0.11 mg de tiamina, 0.16 mg de riboflavina, 1.43 mg de niacina y 1 mg de ácido ascórbico. Por este alto valor nutritivo es que su uso a nivel mundial ha aumentado.

De acuerdo a su contenido de saponinas se puede clasificar en dulce, o amarga, en esta última la presencia de saponinas es uno de los principales problemas de poscosecha debido a que tienen un sabor fuertemente amargo; la cantidad de saponinas cambia de acuerdo a la variedad, sustancia que al no ser retirada dificulta los procesos de transformación, a su vez estas constituyen un subproducto que puede ser aprovechado dándole un valor agregado a la materia prima y generando nuevos productos.

2. Guzmán et al. 2007. *Especies útiles en la región Andina de Colombia*. En imprenta. Jardín Botánico José Celestino Mutis. Bogotá. 153 p.



Las saponinas son compuestos glucósidos que se identifican por su sabor amargo, formación de espuma estable en soluciones acuosas y alta toxicidad para especies acuáticas de sangre fría como peces y anfibios porque permeabiliza sus membranas (Wahli 1990).

En la quinua la saponina está ubicada en la capa más externa del episperma del grano y al microscopio se presenta como una membrana rugosa formada por células sin núcleos, quebradiza, seca y fácilmente desprendible de las otras. Estas rugosidades se asemejan a las celdas de un panal y albergan una sustancia blanca, opaca y amarga que se asume sea la saponina (Tapia 2000).

Por esta razón se hace necesario analizar y seleccionar un método de desaponificación teniendo en cuenta criterios de costo beneficio, al cual los productores rurales tengan acceso con el fin de aumentar la productividad debido a que las variedades amargas son menos susceptibles al ataque de aves.

Se trabajaron diferentes métodos de desaponificación —por vía húmeda, combinado, químico, seco y termomecánico— con resultados favorables que lograron eliminar la mayor concentración de saponinas, constatándose que algunos son costosos y afectan el medio ambiente.

El estudio también se hace con el fin de estimular la producción de la quinua y el fortalecimiento de pequeñas agremiaciones que, por su desorganización, hacen difícil la transformación y comercialización.

METODOLOGÍA

La investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Jardín Botánico José Celestino Mutis, ubicado en la ciudad de Bogotá, D.C., a una altura de 2.551 msnm, entre septiembre de 2007 y junio de 2008.

Las fases metodológicas fueron las siguientes: 1) selección de la especie a trabajar, 2) prueba cualitativa del contenido de saponinas y 3) proceso de desaponificación por diferentes métodos.

1. Se seleccionaron ocho variedades de quinua provenientes del carpo filacio y del cuarto frío de la entidad, de la Universidad Nacional, de la ciudad de Pasto y de Boyacá. Se hizo la determinación cualitativa del contenido de saponinas

para escoger las variedades más amargas. Las escogidas fueron sajama morada (Figura 1) proveniente del cuarto frío y amarilla de maragani proveniente de Boyacá.



Figura 1. Quinua, variedad sajama morada. Foto: Diana C. Corzo.

La quinua amarga requiere un proceso agroindustrial adecuado para eliminar la saponina que se encuentra recubriendo la semilla; este se puede hacer de tres formas distintas: seco, húmedo y combinado (Bacigalupo y Tapia).

2. La determinación del contenido de saponinas se realizó al seleccionar las especies con el fin de escoger las más amargas; antes y después de analizar cada proceso de desaponificación se usó el método de la espuma, que consiste en agitar la muestra con una solución acuosa y medir la altura de la espuma formada.

3. En cada una de las pruebas se usaron 300 g de cada variedad.

- Método de desaponificación vía seca (escarificación).

La escarificación se hizo con papel abrasivo sometiendo los granos a fricción por un tiempo de 15 minutos.

- Método de desaponificación vía seca (termomecánico).

Los granos de quinua se sometieron a calor seco, 80 °C, durante 60 minutos; luego se les quitó la cáscara por fricción en seco. Se tamizó y se empacó (Meyhuay 2000).



- Método de desaponificación vía húmeda

Los granos de quinua fueron sometidos a remojo, agitación, enjuague y escurrimiento. El procedimiento se hizo en recipientes de vidrio durante 30 minutos. Se usó un magneto, agua caliente a 55 °C y agua fría con el fin de comparar los resultados. La relación fue de 3 partes de agua por 1 de quinua.

Posteriormente se efectuó un secado a la temperatura de 60 °C por un tiempo de 30 minutos para evitar la germinación o la aparición de hongos, bacterias u otros microorganismos.

- Método de desaponificación químico.

Los granos de quinua fueron puestos en una solución de hidróxido de sodio al 10 por ciento a 100 °C durante 1.5 minutos. Luego fueron lavados y secados (IICA 2002).

- Método combinado o mixto.

Inicialmente las semillas fueron sometidas a escarificación con papel abrasivo por un tiempo de 10 minutos, luego se lavaron durante 5 minutos y finalmente se secaron a 60 °C por 20 minutos.

La determinación del contenido de saponinas se hizo antes y después de la realización de cada método.

RESULTADOS

Método de desaponificación vía seca (escarificación).

Este método eliminó el 58 por ciento de las saponinas; estas se obtuvieron con otras partículas. Como se hizo de forma manual la fuerza no es uniforme, lo que hace variar el rendimiento entre una variedad y otra. La pérdida de peso fue del 12 por ciento.

Método de desaponificación vía seca (termomecánico).

El contenido de saponinas se disminuyó en un 62 por ciento. Los granos perdieron el 9 por ciento del peso y el aspecto de la semilla es limpio y suave, hecho que mejora la presentación final al consumidor.

Método de desaponificación húmedo.

El contenido de saponinas se disminuyó en un 68 por ciento. Los mejores resultados se obtuvieron con agua a 55 °C de temperatura.

Método de desaponificación químico.

Este método disminuyó en un 64 por ciento el contenido de saponinas. La pérdida de peso fue incipiente.

Método de desaponificación combinado o mixto.

Las disminución del contenido de saponinas fue del 75 por ciento. Con la combinación de los métodos mecánico abrasivo y húmedo los granos no estuvieron expuestos tanto tiempo a la humedad lo que hizo que el tiempo de secado fuera más corto y, por lo tanto, más económico.

Análisis Métodos de Desaponificación

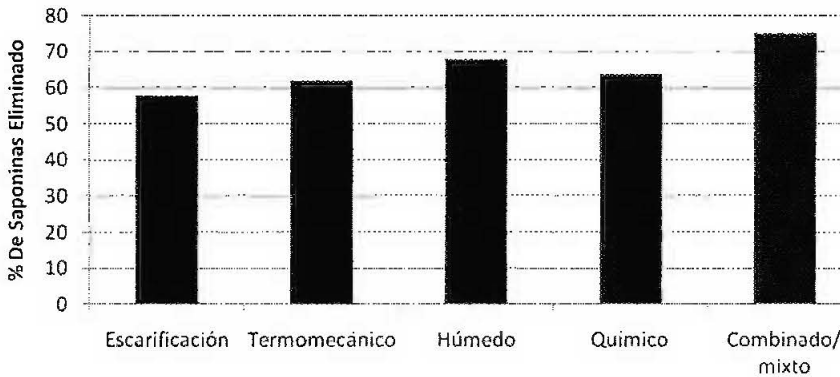


Figura 2. Evaluación de los métodos de desaponificación realizados.

DISCUSIÓN

Método de desaponificación vía seca (escarificación).

A nivel artesanal este método es económico en cuanto a maquinaria porque se puede adaptar un equipo empírico para hacer la abrasión. Sin embargo, se aumentan los costos cuando se incluye el tiempo como factor dinero porque se aumenta el valor de la producción toda vez que es poco productivo a gran escala. Es importante tener en cuenta que no causa contaminación debido a que las saponinas se obtienen en polvo; el problema mayor consiste en que elimina parte del embrión donde se encuentran proteínas y grasas. Las dificultades asociadas con este proceso se deben a la forma del grano, a la ubicación tan expuesta del germen y a la presencia de saponina alrededor de este alimento (Bacigalupo y Tapia 2000), que producen en ocasiones el rompimiento del grano.



Método de desaponificación vía seca (termomecánico).

Este proceso es más costoso porque además de usar horno se debe hacer la fricción manual para eliminar las saponinas. Sin embargo, el tiempo de escarificado es menor gracias al efecto que produce el calor en el epitermo hace que se encuentre más frágil, efecto que agiliza este paso en el proceso.

Mejora la presentación final al consumidor porque el aspecto de la semilla es más limpio y suave, pero resulta ineficiente porque la concentración de saponinas es disminuida en un porcentaje pequeño.

Método de desaponificación vía húmeda.

Este método implica la manipulación difícil de espuma contaminante, la utilización de una infraestructura complicada y el inevitable secado posterior, hechos que encarecen el proceso (Valdivieso y Rivadeneira 2002). Se obtienen mejores resultados cuando se usa agua a temperatura de ebullición. Independientemente de las condiciones utilizadas se requiere más de una pasada para rebajar el contenido de saponinas a niveles aceptables para el consumidor final.

Método de desaponificación químico.

A pesar de lo expresado por IICA (2002) de que «su aplicación industrial es incipiente», a nivel experimental se obtuvieron muy buenos resultados.

Sin embargo este método es costoso porque además de la utilización de reactivos se debe realizar un lavado y posterior secado que encarecen y alargan el proceso de desaponificación.

CONCLUSIONES

Los procesos hechos en el laboratorio son fácilmente adaptables a la comunidad; sin embargo, por ser manuales, su rendimiento varía. Se debe acoplar tecnología económica y de fácil manejo para que puedan ser llevados a cabo por agremiaciones de productores de la región.

Los mejores resultados se obtuvieron con el método combinado ya que ahorra tiempo de operación y consumo de agua, las saponinas que se obtienen son en forma de polvo y las sobranes se eliminan en el lavado sin generar un grave impacto ambiental.

Es importante difundir la información sobre las posibilidades de uso de la quinua con el fin de que su cultivo recobre importancia en nuestro país.

Recomendación

Es necesario hacer pruebas cuantitativas del contenido de saponinas antes y después de la aplicación de cada método.

Agradecimientos

A toda la familia del Jardín Botánico por permitirme la posibilidad de la realización de este trabajo.

Bibliografía

- Bacigalupo, A. y Tapia, M.** 2000. *Food and agriculture organization of the United Nations* (FAO). Capítulo V. Agroindustria. Disponible desde Internet: <http://www.fao.org/Regional/Lamerica/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro10/cap05.htm#2>
- Corredor, G.** 2004. *Historia, manejo agronómico, usos y aprovechamiento de la quinua*. En: Memorias Curso «Usos alimenticios de la quinua». Jardín Botánico José Celestino Mutis. Bogotá.
- Guzmán et al.** 2007. *Especies útiles en la región Andina de Colombia*. En imprenta. Jardín Botánico José Celestino Mutis. Bogotá. 153 p.
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, ICBF.** 1993. *Alternativas de producción y consumo de quinua en Colombia*. En: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA. 1997. Proyecto: Fomento de la quinua en dos regiones planteadas de Colombia.
- Medina, P.** 2006. *Diseño, construcción y evaluación de un prototipo desaponificador en seco de la quinua Chenopodium quinoa Willd.* Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Magíster en Ingeniería Agrícola. Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Meyhuay, M.** 2000. *Compendium on post-harvest operations*. Chapter XI, quinua: post-harvest operations. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Disponible desde Internet: http://www.fao.org/inpho/content/compand/text/ch11-04.htm#P1933_33363



- Molina, N. 2004. *Estudio etnobotánico*. Informe técnico inédito. Jardín Botánico José Celestino Mutis, Subdirección Científica. Bogotá, D.C.
- Pazos, A. 1971. *La quinua, un cultivo casi extinguido*. Cultura nariñense. Colombia, 35-37.
- Pulgar-Vidal. 1954. *La quinua o suba, alimento básico de los chibchas*. Economía colombiana. Bogotá. Vol. 1 p. 549-560.
- Tapia, M. 2000. *Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación*. Segunda Edición. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Chile.
- Valdivieso, J. y Rivadeneira, V. 2002. *Diseño y construcción de una escarificadora de quinua por vía seca en un flujo continuo*. Disponible desde Internet: <http://taninos.tripod.com/quinua1.htm#top> Perú.